

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

№1-2014

(Дата издания: июнь 2014 г.)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Андреев Владимир Александрович
д.т.н., профессор, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
Самара, Россия

Бачевский Сергей Викторович
д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф.
Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

Зимин Игорь Викторович
Кыргызский государственный технический университет имени И.Раззакова. Институт электроники и
телекоммуникаций, Бишкек, Кыргызстан

Ланчиков Павел Николаевич
НП Учебный центр Huawei (Москва), Шеньчжень, Китай

Маркосян Мгер Вардкесович
к.т.н., доцент, Ереванский НИИ средств связи, Ереван, Армения

Прохода Александр Николаевич
к.воен.н., доцент, Балтийский военно-морской институт им. Ф.Ф. Ушакова, Калининград, Россия

Рябко Борис Яковлевич
д.т.н., профессор, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Ново-
сибирск, Россия

Соколов Владимир Андреевич
к.т.н., профессор, Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

Титов Евгений Вадимович
к.т.н., профессор, Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия

УЧРЕДИТЕЛЬ:

**МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ
И ИНФОРМАТИКИ (МТУСИ)**

РЕДАКЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА:

**Отдел информационных ресурсов и интеллектуальной собственности
МТУСИ (ОИРИС МТУСИ)**

*В журнал включены материалы лучших докладов,
представленных на 5-ом Молодежном научном Форуме МТУСИ в 2014 году.*

СОДЕРЖАНИЕ

Коновалова Ю.А., Иванов В.К. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ВОЗДУШНОГО КОНТРОЛЯ. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ НОСИТЕЛЕЙ БПЛА	5
Юрьев О.А., Иванюшкин Р.Ю. ВЛИЯНИЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ	8
Конева Е.А., Терешонок М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЗАГРУЗКИ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОБЫТИЙ РЕГИСТРАЦИИ	12
Громаков Д.А., Сорокин А.С. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ФЕМТОСОТОВЫХ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА LTE-ADVANCED”.	17
Зеленин С.А., Орлов В.Г. ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИФРОВЫХ КАМЕР	19
Гуров В.В., Григорьев И.Д., Орлов В.Г. MULTIPATH TSP.	23
Пушкарёв А.В., Орлов В.Г. ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕВИДЕНИЯ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ	26
Рябков С.А., Селиванов В.А. ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	29
Шатохин И.П., Фриск В.В. ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ОДНОПРОВОДНОЙ ЛИНИИ	32
Липаткин В.И., Афанасьев В.П. КЛАССИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ЦИФРОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ	33
Коленко Д.О., Смирнов Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУППОВОГО ОБЛУЧАТЕЛЯ ГИБРИДНОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ	35
Ястребова О.И., Каравашкина В.Н. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВ НА ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ С АНОМАЛЬНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ	37

Безруков И.М., Власов В.П. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ МДП-ТРАНЗИСТОРОВ	39
Банишева В.А., Наливайко И.В., Зубилевич А.Л. ПРОКЛАДКА И МОНТАЖ ПОДВОДНОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ	41
Грабовский В.С., Шишков И.П., Соколов С.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ПОДЗЕМНЫХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ В ТЯЖЕЛЫХ ГРУНТАХ	42
Гусева А.С., Керимханова Э.В., Калабекьянц Н.Э. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ КОДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЦСП	43
Галаева А.С., Пшеничников А.П. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛЬНЫХ СООБЩЕНИЙ В СЕТЯХ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ	47
Кусов Е.С., Михайлова Ц.Ц. ОРГАНИЗАЦИЯ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИИ И МОНИТОРИНГ ТРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ СОТСБИ	49
Барков В.В., Яшина М.В. ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ РАЗДЕЛЯЕМЫХ БИБЛИОТЕК НА ЯЗЫКЕ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ VISUAL PROLOG И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ДРУГИХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	51
Украинский С.С., Яшина М.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ ФИГУР	54
Верещагина М.И., Иванова О.В. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ	56

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ВОЗДУШНОГО КОНТРОЛЯ. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ НОСИТЕЛЕЙ БПЛА

*Коновалова Ю.А.,
МТУСИ, студентка группы ЗРС1001,
Иванов В.К.,
аспирант кафедры БРС, МТУСИ*

Необходимость проведения воздушного контроля эффективности защиты информации на объектах достаточно остро встала в связи с текущей геополитической обстановкой. Проведение воздушного контроля позволит обеспечить оперативное выполнение задач комплексного технического контроля (КТК), такие как:

- контроля выполнения норм противодействия радио- и радиотехнической, визуально-оптической, фотографической, телевизионной, инфракрасной, акустической, радиационной разведке, разведке побочных электромагнитных излучений и наводок;
- выявления демаскирующих признаков средств радиосвязи и специальных РЭС при противодействии радио- и радиотехнической разведке, а также демаскирующих признаков войск, военной техники (ВТ) и критически важных объектов (КВО) при противодействии фотографической, телевизионной, инфракрасной (видовой);
- уточнения границ зон возможной радио-, радиотехнической, визуально-оптической, фотографической, телевизионной, инфракрасной (видовой);
- контроля выполнения частотно-временных и пространственно-энергетических ограничений и запретов на излучение РЭС;
- оперативного принятия мер по пресечению выявленных в ходе проведенного технического контроля нарушений.

Что в свою очередь позволит в разы повысить обороноспособность войск в условиях современных конфликтов.

Поскольку беспилотный летательный аппарат (БПЛА) обладает компактностью и высокой мобильностью, а также низкой разведдоступностью, его применение обеспечит проведение контроля в труднодоступных, удаленных районах, где нет возможности использовать комплексы КТК на базе автомобильных носителей [1].

Исходя из вышеизложенного можно составить основную часть требований по назначению на разрабатываемое изделие. Очевидно изделие должно соответствовать требованиям, поставленным исходя из целесообразных способов применения изделия и подлежащих выполнению мероприятий по контролю с учетом требований, основных положений действующих нормативных документов и сложившейся практики организации и ведения контроля в частях и подразделениях КТК ВС РФ [2, 3].

Изделие должно включать в свой состав, как минимум, БПЛА с комплектом полезных нагрузок, автоматизированное рабочее место (АРМ) и аппаратуру радиосвязи. К тому же изделие должно обеспечивать выполнение следующих функциональных задач:

- прием заданий на проведение воздушного контроля;
- оперативное управление БПЛА и аппаратурой контроля, установленной на его борту;
- прием и экспресс-обработка видео и сигнальной информации, поступающей с БПЛА в режиме реального времени;
- категорирование выявленных в ходе воздушного контроля нарушений;
- разработка рекомендаций по устранению выявленных нарушений;
- разработка данных по результатам воздушного контроля в отчетные документы изделия.

Кроме того, специальное программное обеспечение (СПО) изделия должно обеспечивать выполнение следующих функций:

- отображение и автоматизированная обработка исходных данных и результатов контроля, имеющих географическую привязку;

- автоматизированная подготовка справочных документов по силам и средствам оптико-электронной разведки (ОЭР) противника;
- отображение трасс пролета носителей технических средств разведки;
- автоматизированный расчет параметров проведения контроля (координат, высот, направлений съемки, параметров ориентирования и настройки аппаратуры контроля и др.);
- оценка возможностей ОЭР противника;
- пересчет (моделирование) изображений в видимом и ИК диапазонах длин волн к виду изображений, получаемых типовыми средствами ОЭР противника;
- преобразование материалов контроля в различные форматы, включая 3-х мерную модель подстилающей поверхности, необходимые для хранения и обработки данных.

Как видно из актуальных требований, вся радиоэлектронная аппаратура (РЭА) изделия разделена на три большие подгруппы: РЭА назначения, РЭА АРМ, второстепенное РЭА.

В РЭА назначения должна входить аппаратура, обеспечивающая выполнение основных требований по назначению.

РЭА АРМ является симбиозом аппаратуры носителя и аппаратуры, требуемой для выполнения расчетов.

Второстепенное РЭА обеспечивает связь изделия с автоматизированным пультом управления (АПУ).

Очевидно, что, из всех перечисленных РЭА, к РЭА назначения предъявляются самые жесткие требования, включающие требования по внешним воздействиям, а также требования к массогабаритным показателям и параметрам энергопотребления. Сформулировать данные требования можно лишь исходя из выбора БПЛА-носителя.

На данный момент из множества существующих БПЛА, можно выделить несколько удовлетворяющих требованиям указанным выше:

- БПЛА «Орлан»
- БПЛА «Стрекоза»
- БПЛА «Элерон»

«Орлан-10» — многофункциональный беспилотный комплекс, предназначенный для ведения наблюдения за протяженными и локальными объектами в труднодоступной местности, в том числе при проведении поисковых и ремонтных работ.

В состав комплекса входят рабочие места операторов, оборудование радиоканалов управления и передачи данных, оборудование для технического обслуживания и обеспечения старта БПЛА, бензогенератор 1 кВт для обеспечения автономной работы.

Пункт управления БЛА «Орлан-10» имеет возможность осуществлять управление до четырёх беспилотными летательными аппаратами с одного пункта управления. При необходимости с помощью комплекса возможно организовать локальную сеть до 30 операторов для управления полезными нагрузками одновременно запускаемых БПЛА.

В качестве карты используется растровое изображение местности с привязкой по нескольким точкам или электронная карта. Для маршрута указывается до 60 точек в которых задаётся высота и признак её облета: проход по высоте или барражирование. Корректировка маршрута осуществляется по радиоканалу. Возможно указание точки «Дом» и точки посадки, а также алгоритмы поведения в нестандартных ситуациях (пропадание радиосвязи, отсутствие сигналов GPS, отказ двигателя). Оператором указываются точки включения и выключения полезной нагрузки, а при использования фотоаппарата — коэффициент перекрытия кадров.

Возможности комплекса:

- оперативная замена полезной нагрузки и состава бортового оборудования,
- обеспечение видео- и фотосъемки в сочетании с регистрацией текущих параметров (координаты, высота, номер кадра),
- использование в сложных метеоусловиях и с ограниченных площадок,
- размещение контрольно-измерительной аппаратуры внутри консолей крыла,
- наличие бортового генератора позволяет использовать активные нагрузки в течение всего полета,
- использование одного БПЛА в качестве ретранслятора для остальных.

Элерон-10СВ

Специальное разведывательное средство среднего радиуса действия. Акустически незаметен. По требованию Заказчика устанавливается бортовой видео регистратор.

ZALA 421-08M — сверхмалый беспилотный летательный аппарат.

Предназначен для наблюдения, целеуказания, корректировки огня, оценки ущерба. Эффективен в проведении аэрофто- и видеосъемки на небольшом удалении.

В ходе совместных крупномасштабных военных российско-белорусских учений «Щит Союза — 2011» применялось два ZALA 421-08^[1].

Беспилотный летательный аппарат разработан по аэродинамической схеме «летающее крыло» и состоит из планера с системой автоматического управления автопилотом, органов управления и силовой установки, бортовой системы питания, системы посадки на парашюте и съемных блоков целевой нагрузки. Для того, чтобы самолет не терялся в позднее время суток, на корпусе установлены миниатюрные светодиодные светильники, требующие малого потребления энергии. Запускается ZALA 421-08 с рук. Метод посадки — автоматически с парашютом.

	Орлан-10	Стрекоза	Элерон-10СВ
Воздушная скорость	90-150 км/ч	65-120 км/ч	60-120 км/ч
Продолжительность полета	16 ч	80 мин	3 ч
Диапазон рабочих температур	от -30 до +40 °С	30°С...+40°С	от -30 до +40
Способ посадки	на парашюте	на парашюте/в сеть	на парашюте
Способ старта	С разборной катапульти	Эластичная катапульта	пневматическая катапульта Т10П
Масса взлетная	14 кг	2,5 кг	15.5кг

Вывод

Проанализировав технические характеристики, становится ясно, что лучше в эксплуатации Орлан-10. Несмотря на вес, он выигрывает за счет продолжительности полета и развиваемой скорости. Орлан-10 принят на вооружение с 2010 г.

Масса полезной нагрузки данного БПЛА до 5 кг. Следовательно, мы сталкиваемся с новой задачей – подобрать или разработать средства РЭА, вес которых в сумме не будет превышать 5 кг и массогабаритные показатели которого не будут превышать габариты внутреннего отсека Орлана-10.

Литература

1. *Сашников Т.К.* К вопросу обеспечения информационной безопасности беспилотных авиационных систем с летательными аппаратами малого и лёгкого класса в специализированных АСУ // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 6. С. 71-72.
2. *Буренин А.Н., Легков К.Е.* Некоторые модели управления безопасностью инфокоммуникационных сетей специального назначения // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2013. Т. 5. № 4. С. 46-50.
3. *Легков К.Е., Буренин А.Н.* Модели процессов мониторинга при обеспечении оперативного контроля эксплуатации инфокоммуникационных систем специального назначения // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2012. Т. 4. № 2. С. 4-7.

СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ РЧ-ТРАКТА ПЕРЕДАТЧИКА ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ ДИАПАЗОНА ОВЧ

Юрьев О.А.,
МТУСИ, студент группы МРТ1201,
Иванюшкин Р.Ю.,
к.т.н., доцент, МТУСИ

В настоящее время в России начинается активный этап внедрения цифрового радиовещания, что, безусловно, потребует замены радиопередающего оборудования, большая часть которого, на сегодняшний день давно выработало свой ресурс.

Стандартами, рекомендуемыми к внедрению в нашей стране, являются *DRM+* и РАВИС (отечественный стандарт) в диапазоне ОВЧ [10].

Главной особенностью радиосигналов цифрового радиовещания стандарта *DRM+* и РАВИС, является использование технологии *COFDM*. Главным преимуществом таких сигналов является их слабая подверженность замираниям при приеме в условиях городской застройки, связанным с многолучевостью распространения радиоволн. *COFDM* сигнал представляет собой сложное многочастотное колебание, обладающее проблемами групповых сигналов с частотным разделением. Одним из главных недостатков *COFDM* сигналов является их большой пик-фактор (для *DRM+* 10-12дБ), поэтому к усилительным трактам предъявляются повышенные требования к линейности передатчиков, из-за этого КПД усилителей редко превышает 25%.

Для решения поставленной проблемы возможно применение архитектуры Л.Кана с отдельным усилением огибающей и фазомодулированного заполнения, в настоящее время называемой полярной архитектурой.

Архитектура Л.Кана, изображенная на рис. 1, предполагает разделение *COFDM* сигнала на огибающую и фазовую составляющие. Таким образом, имеются два тракта: тракт огибающей, который необходим для восстановления амплитудной модуляции в оконечном каскаде, и тракт фазомодулированной РЧ-составляющей.

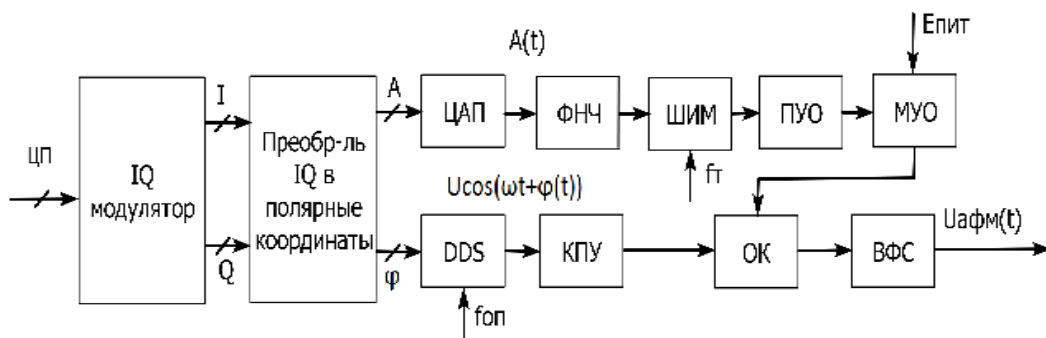


Рис. 1. Архитектура Л.Кана

Благодаря разделению на амплитудную и фазовую составляющие, а также усилению методами с высокой энергетической эффективностью, удастся повысить КПД передатчика, что с успехом используется в диапазонах НЧ, СЧ и ВЧ.

Методу Л. Кана присущи и недостатки. Главный из них связан с несинхронностью прихода на оконечный каскад передатчика огибающей и фазомодулированного заполнения, что связано, прежде всего, с инерционностью ФНЧ в тракте огибающей. Требования к допустимой рассинхронизации каналов весьма жесткие и сильно зависят от полосы канала: чем шире полоса частот, занимаемая *COFDM* сигналом, тем жестче требования к максимально допустимой задержке. Второй недостаток связан с амплитудно-фазовой конверсией в мощных каскадах передатчика, в которых осуществляется амплитудная модуляция. *Амплитудно-фазовая конверсия* – паразитная фазовая модуляция, вызванная изменением параметрических паразитных емкостей электронного прибора под действием изменяемо-

го прикладываемого напряжения к его электродам. Обе эти проблемы приводят к специфическим нелинейным искажениям усиленного сигнала.

При построении передатчиков цифрового радиовещания диапазона ОВЧ, где полоса канала составляет 100 кГц для стандарта *DRM+* возможность применения метода Л. Кана требует дополнительных исследований [7]. Возникающие сложности его применения очевидны: высокие требования к максимально допустимым задержкам в канале огибающей, а также высокие тактовые частоты работы импульсных регуляторов питающего напряжения (около 3 МГц) мощных каскадов передатчика.

Проблема получения большей энергетической эффективности заставляет посмотреть в сторону применения ключевых режимов работы усилителя мощности оконечного каскада передатчика. В то время, как классическое применение двухтактного каскада усиления мощности, работающего в классе С, позволяет получить КПД порядка 60-70%, применение ключевых режимов работы увеличивает коэффициент полезного действия на 20-25%, результирующий КПД составляет 80-90%. В связи с этим необходимо рассмотреть возможные ключевые режимы для применения в оконечном каскаде усиления мощности радиопередатчика [4, 8].

Среди ключевых режимов, широко освещенных в литературе, стоит выделить режим класса DE, как наиболее перспективный. Так, режим класса DE в отличие от класса F, менее чувствителен к рассогласованию нагрузки, ему не присущи коммутативные потери. Касательно режима класса E, режим DE более широкополосен, учитывая полосу сигнала стандарта *DRM+* это является решающим фактором отказа от режима класса E. С точки зрения простоты реализации и настройки преимуществом обладает режим класса D, но для его применения необходимы более высокочастотные электронные приборы, чем для класса DE, хотя последний обзор современных электронных приборов ведущих зарубежных фирм, показывает что таковые имеются, но процесс моделирования осложняется либо отсутствием электронных моделей для выбранного типа электронного прибора, либо неадекватностью существующих. Учитывая вышесказанное было решено исследование проводить на эквивалентных схемах [9].

В процессе работы необходимо выбрать усилительные приборы, отвечающие определенным критериям. Так как усилительный прибор должен будет работать в ключевом режиме, то предъявляются повышенные требования к сопротивлению открытого усилительного элемента и его выходной емкости. В виду появления современных полевых транзисторов, отвечающих заданным требованиям, решено было использовать их.

В качестве экспериментальной модели для исследования энергетики ключевых усилителей мощности на частотах ОВЧ диапазона была собрана схема рис.2, ключевой генератор класса D, работающий на частоте 50МГц. Эквивалентная модель построена на основе полевого транзистора фирмы NXP BLF1744, где C_{out} — эффективное значение выходной емкости транзистора, а R_{on} — сопротивление канала в открытом состоянии.

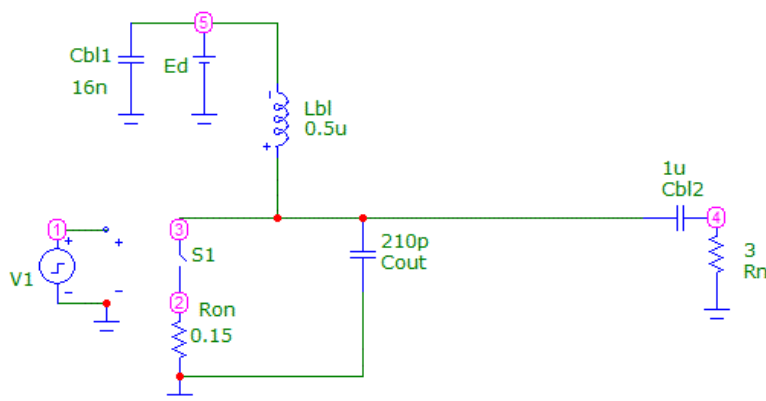


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема экспериментальной модели в программе MicroCap

Для схемотехнического моделирования использовалась программа MicroCap. Результаты (осциллограммы выходного напряжения, выходной и потребляемой мощности) представлены на рис. 3 и 4.

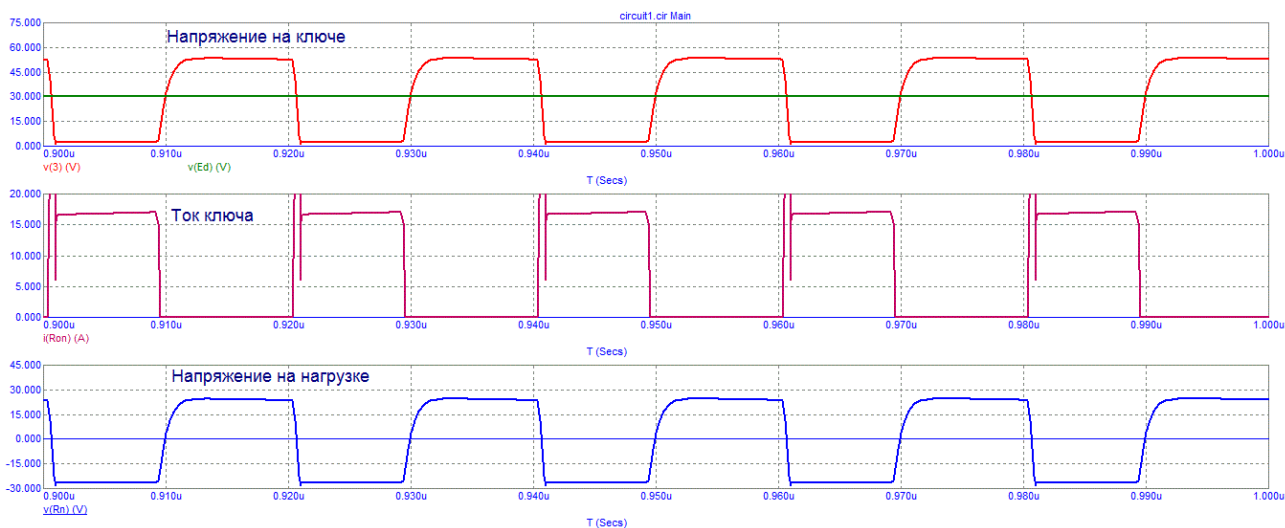


Рис. 3. Осциллограммы напряжения на ключе, тока ключа и выходного напряжения

Для оценки КПД данного каскада были построены зависимости выходной мощности по первой гармонике P_1 и потребляемой мощности P_0 , зависимости и расчетный КПД представлены на рис. 4.

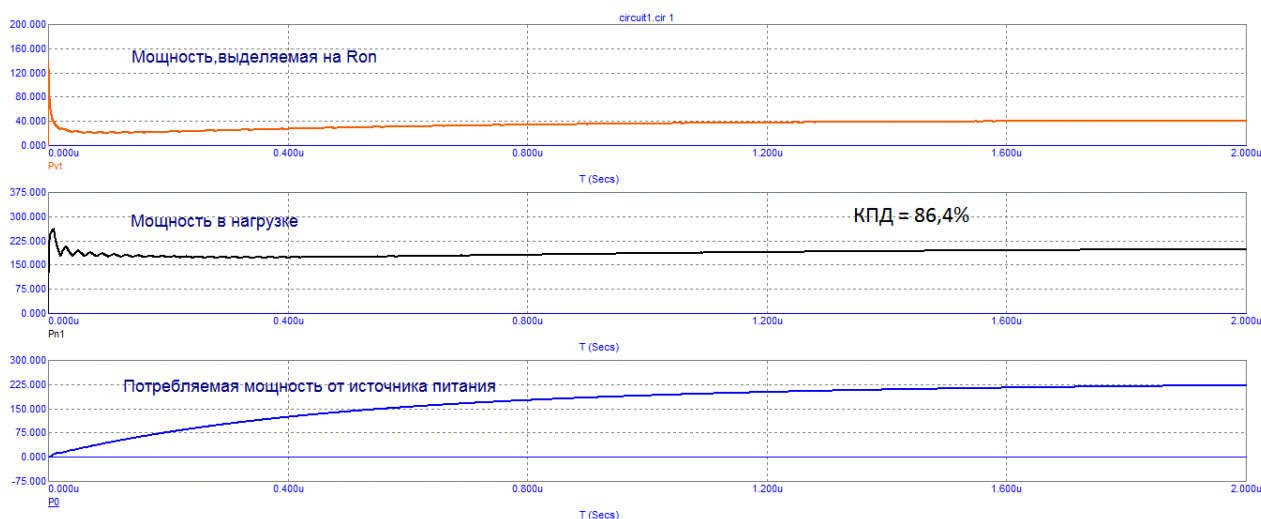


Рис. 4. Графики выходной, потребляемой и рассеиваемой мощности с экспериментальным значением КПД

Необходимо отметить, что энергетический выигрыш схемы, работающей в классе D, заметно выше КПД классического построения РЧ-трактов радиопередатчиков. При моделировании ключевого генератора, работающего в классе DE, ожидается лучшая энергетика.

Реализованная схема ключевого усилителя класса D на частоте 50 МГц и полученные характеристики КПД = 86.4%, дают все основания полагать успешный исход моделирования на верхних частотах радиовещания ОВЧ диапазона (108 МГц).

Литература

1. Шахильдян В.В., Розов В.М., Козырев В.Б. Методы построения усилителей однополосных транзисторных передатчиков // Электросвязь. – 1976. – №10. – С. 47-55.
2. Kahn L.R. Single-Sideband Transmission by Envelope Elimination and Restoration // "Proc. IRE". Vol. 40. – 1952. – №7.

3. *Транзисторные генераторы гармонических колебаний в ключевом режиме* / В.Б. Козырев, В.Г. Лаврушенко, В.П. Леонов и др.; Под ред. И.А. Попова. – М: Радио и связь, 1985.
4. *Иванюшкин Р.Ю.* Методы повышения энергетической эффективности линейных усилителей мощности. Учебное пособие. МТУСИ. – М., 2006.
5. *Дулов И.В., Иванюшкин Р.Ю.* Моделирование тракта огибающей системы АРР вещательного передатчика. Сборник трудов IX международной научно-технической конференции "Перспективные технологии в средствах передачи информации ПТСПИ-2011", Владимир-Суздаль 2011.
6. *Иванюшкин Р.Ю., Дулов И.В., Акоюн Н.М., Баханович В.В., Овчинникова М.В., Юрьев О.А.* Архитектуры построения передатчиков цифрового телерадиовещания с повышенным КПД. Сборник трудов 67-й Всероссийской научно-технической конференции, посвященной Дню радио. М., Москва, 2012.
7. *Иванюшкин Р.Ю., Юрьев О.А.* Проблематика построения РЧ-тракта передатчиков цифрового радиовещания диапазона ОВЧ на основе метода Л. Кана // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 9. С. 91-93.
8. *Дулов И.В., Иванюшкин Р.Ю.* Нелинейная арр по питанию для усилителя мощности передатчика цифрового радиовещания // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 9. С. 59-63.
9. *Шахгильдян В.В., Иванюшкин Р.Ю.* Методы повышения энергетической эффективности линейных усилителей мощности // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 9. С. 143-145.
10. *Варламов О.В.* Разработка отечественной нормативной базы цифрового радиовещания стандарта DRM // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 9. С. 47-50.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЗАГРУЗКИ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОБЫТИЙ РЕГИСТРАЦИИ

Конева Е.А.,
МТУСИ, студентка группы МИТ1201,
Терешонок М.В.,
к.т.н., МТУСИ

Задача данного исследования состоит в анализе загрузки сетей мобильной связи. Целью данного исследования является определение пиковой загрузки сот с учетом групповой регистрации и временного распределения событий регистрации абонентов. Эта работа необходима для анализа загрузки сетей мобильной радиосвязи, чтобы более точно определить требования, предъявляемые к архитектуре сети и для последующей её оптимизации [1-3].

В данной работе проводится анализ пиковой загрузки отдельных сот на основе автоматической записи регистрации абонентов в сети. Также проводится оценка загруженности сот группами одновременно перемещающихся абонентов с учетом временного распределения событий регистрации. Результаты исследования позволят определить оптимальную архитектуру сети. Для определения загрузки отдельных сот необходимо сформировать модельную БД, с учетом групповой регистрации и временного распределения регистрации абонентов. Программа «Моделирование загрузки сот», разработанная в среде программирования Delphi, позволяет это сделать [4-6].
Определение загрузки сот.

Количество зарегистрированных абонентов напрямую связано с пиковой загрузкой соты. Для обеспечения качественной радиосвязи необходимо определить, регистрация каких именно абонентов – единичных или групповых имеет определяющее влияние на загрузку соты.

Для определения загрузки сот, находящихся в различных районах, а также для определения временного интервала регистрации абонентов в соте использована математическая модель процесса регистрации абонентов в соте в виде трехмерных профилей загрузки соты в зависимости от времени и численности групп [7].

Загрузка и регистрация абонентов в соте, которая находится в жилом районе, представлена на рис. 1: а – загрузка, б – регистрация. Загрузка и регистрация в соте, которая находится в районе завода, представлена на рис. 2: а – загрузка, б – регистрация.

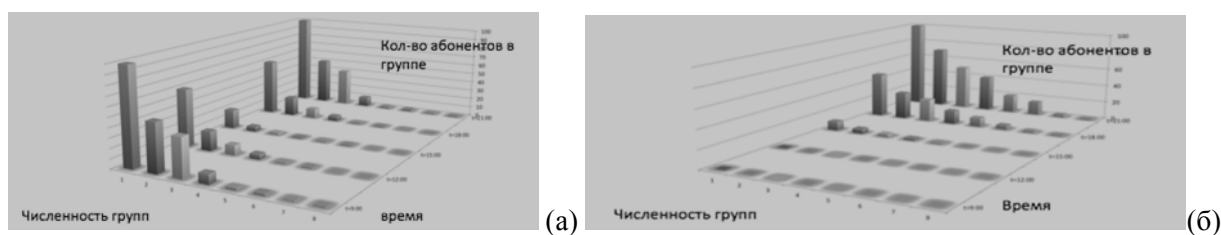


Рис. 1

Из рис. 1а видно, что сота, которая находится в жилом районе, загружена утром и вечером больше, чем днем. Это объясняется тем, что в жилом районе абоненты находятся с утра и вечером, когда возвращаются с работы, учебы. Регистрация же в заданной соте происходит во второй половине дня, когда абоненты возвращаются домой рис. 1б.

Для определения пиковой загрузки сот в различных районах необходимо провести моделирование с помощью программы «Моделирование загрузки сот».

Для исследования загрузки сот с учетом групповой регистрации и временного распределения событий регистрации абонентов необходимо сформировать базу данных регистрации абонентов по нижеследующему алгоритму.



Программа «Моделирование загрузки сот» формирует модельную БД с учетом групповых регистраций и временного распределения событий регистрации абонентов. Полученные результаты используются для определения влияния групповых регистраций и временного распределения событий регистрации абонентов на загрузку соты.

Моделирование пиковой загрузки соты находящейся в жилом районе, с учетом групповых регистраций и временного распределения событий регистрации абонентов

Моделирование загрузки соты, которая находится в жилом районе, производится в программе «Моделирование загрузки сот» для определения ее пиковой загрузки с учетом групповых регистраций и временного распределения событий регистрации абонентов.

Моделирование загрузки соты, находящейся в жилом районе, проводится на основе трехмерных профилей загрузки соты в зависимости от времени и численности групп рис. 1а.

Положительная численность групп	Количество групп различной численности в различные интервалы времени						Общее число абонентов за сутки	
	01:00:00	1:00:00	2:00:00	12:00:00	15:00:00	18:00:00		21:00:00
1	0	0	0	100	70	20	70	100
2	0	0	0	50	20	10	20	50
3	0	0	0	40	10	2	10	40
4	0	0	0	10	5	1	5	10
5	0	0	0	5	2	1	2	5
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	1	0	1	1
8	0	0	0	1	0	0	0	1

Рис. 3. Окно ввода параметров для моделирования

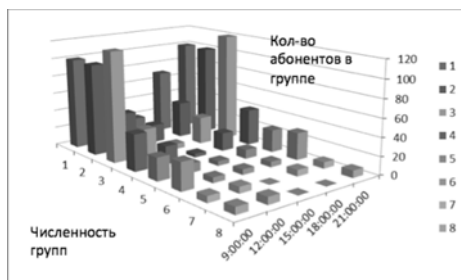


Рис. 4. Трехмерный профиль загрузки сот

На рис. 3 показано окно программы «Моделирование загрузки сот» со всеми введенными данными, необходимыми для моделирования.

На рис.4 представлен график результатов проведения моделирования. Исходя из графика можно сказать, что загрузка соты после проведения моделирования оказались больше чем представлено на рис. 1(а), это связано с тем, что ранее не была учтена численность групп.

Увеличение количества абонентов в группе произошло только с групповыми одновременными регистрациями, единичные же регистрации остались без изменений.

На графике видно заметное увеличение количества абонентов в группе, состоящей из трех абонентов; исходя из этого можно сказать, что групповая одновременная регистрация абонентов в соте будет влиять на загрузку сети намного сильнее, чем регистрация единичных абонентов.

Также стоит отметить, что именно групповая одновременная регистрация абонентов в соте определяет пиковую загрузку соты, так как единичные абоненты регистрируются в соте с временным распределением, тогда как группы регистрируются в один момент времени.

Далее, сохранив неизменным общее число абонентов, зарегистрированных за сутки, построим следующие графики:

- 1) единичных регистраций абонентов;
- 2) групповых регистраций абонентов;
- 3) единичных и групповых регистраций абонентов;

Моделирование загрузки соты для единичных регистраций абонентов.

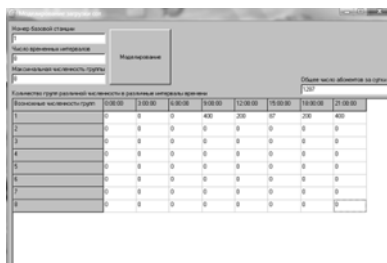


Рис. 5. Окно ввода параметров для моделирования

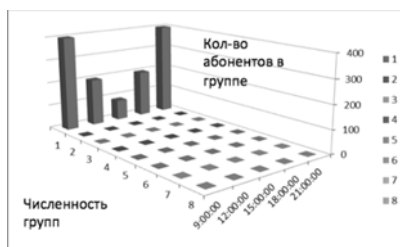


Рис. 6. Трехмерный профиль загрузки сот

На рис. 6 показана регистрация единичных абонентов в соте. Сохраняя общее число абонентов, зарегистрированных за сутки, изменяем количество абонентов в группе, для определения влияния единичных регистраций на пиковую загрузку соты.

Моделирование загрузки соты для групповых регистраций абонентов.

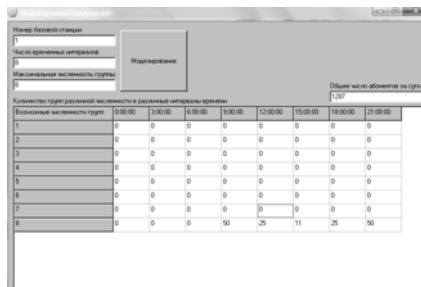


Рис. 7. Окно ввода параметров для моделирования

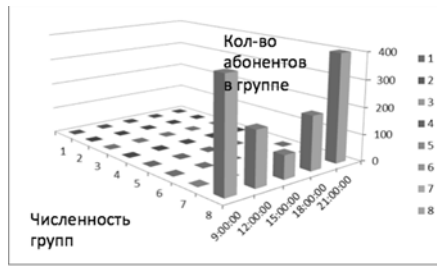


Рис. 8. Трехмерный профиль загрузки сот

На рис. 8 для сравнения с рис. 16 представлена групповая одновременная регистрация абонентов в соте. При первом рассмотрении можно сделать вывод, что нагрузка соты при регистрации единичных абонентов и групповой регистрации будет одинакова, но это не так. Единичные абоненты регистрируются с учетом временного распределения событий регистрации абонентов, поэтому нагрузка на соту будет не настолько велика, так как абоненты приходят по одному. А вот при групповой регистрации абонентов, абоненты приходят все вместе в одно время и, поэтому будет пиковая нагрузка соты.

Моделирование загрузки соты для единичных и групповых регистраций абонентов.

Параметры моделирования		Моделирование		Общая численность абонентов на соту	
Имя базовой станции	Число групповых регистраций	Имя базовой станции	Число групповых регистраций	Имя базовой станции	Число групповых регистраций
1	1	1	1	1	1
2	1	2	1	2	1
3	1	3	1	3	1
4	1	4	1	4	1
5	1	5	1	5	1
6	1	6	1	6	1
7	1	7	1	7	1
8	1	8	1	8	1

Временные интервалы групп	Количество групп различной численности в различные интервалы времени							
	0:00:00-1:00:00	1:00:00-2:00:00	2:00:00-3:00:00	3:00:00-4:00:00	4:00:00-5:00:00	5:00:00-6:00:00	6:00:00-7:00:00	7:00:00-8:00:00
1	0	0	0	200	100	20	100	200
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	25	12	7	12	25

Рис. 9. Окно ввода параметров для моделирования

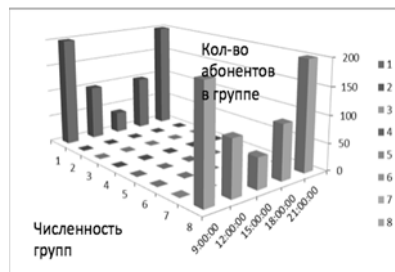


Рис. 10. Трехмерный профиль загрузки сот

На рис. 10 представлен график результатов моделирования для единичных регистраций абонентов и групповых одновременных регистраций абонентов.

Анализ результатов компьютерного моделирования

Для анализа результатов получены графики распределения единичных абонентов в заданном интервале времени, а также графики мгновенной загрузки одновременных групповых регистраций абонентов.

Для построения графиков выбираем интервал времени 9:00:00-12:00:00, чтобы точно оценить распределение зарегистрированных абонентов и влияние одновременных групповых регистраций на пиковую нагрузку соты.

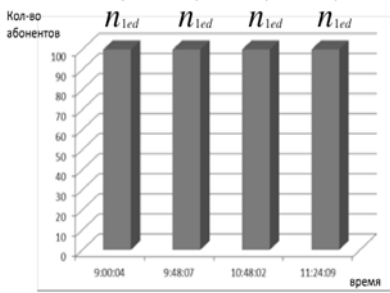


Рис. 19

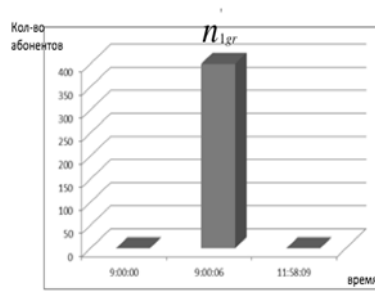


Рис.20

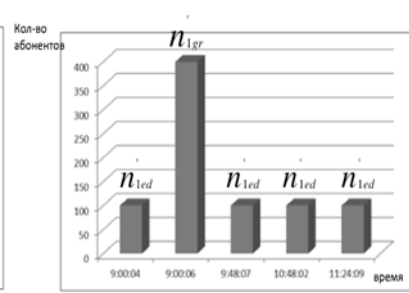


Рис.21

На рис. 19 видно, как именно распределились эти 400 абонентов : временное распределение единичных регистраций абонентов показывает, что такие регистрации не сильно влияют на загрузку соты.

Рис. 20 показывает мгновенное число абонентов, зарегистрированных в соте.

На рис. 21 наглядно показано ,насколько групповая регистрация абонентов больше влияет на загрузку соты, чем единичная регистрация абонентов. Групповые регистрации в отличие от единичных не распределяются во времени, происходит одновременная регистрация всех абонентов. Именно одновременная групповая регистрация абонентов влияет на пиковую загрузку соты.

Из анализа результатов моделирования можно заключить, что групповая одновременная регистрация абонентов в соте определяет пиковую загрузку соты. Единичные абоненты регистрируются с учетом временного распределения событий регистрации абонентов, поэтому нагрузка на соту будет не настолько велика, так как абоненты приходят по одному. В то же время, групповая регистрация абонентов происходит в одно время и, таким образом, определяет пиковую загрузку соты. Результаты анализа позволяют оптимизировать распределение мощности базовых станций по времени и в пространстве. Построенные гистограммы позволяют провести статистическую оценку загрузки сетей с учетом рассмотренных в работе факторов.

В дальнейшем планируется обобщение предложенных алгоритмов и методов, а также проведение натурных экспериментов на сетях мобильной связи в Москве.

Литература

1. Терешонок М.В. Поиск ассоциативных правил при анализе загрузки сетей сотовой связи // «Электросвязь» № 6, 2008.
2. Аджемов С.С., Терешонок М.В., Чиров Д.С. Оптимизация алгоритмов поиска устойчивых групп абонентов систем мобильной радиосвязи // Т-Comm. Телекоммуникации и транспорт», спецвыпуск апрель 2009. Цифровая обработка сигналов.
3. Интеллектуальный анализ данных [Текст]: заявка 2007611537 Российская Федерация / С.С. Аджемов, А.Н. Виноградов, А.Н. Лебедев, М.В. Терешонок, Д.С. Чиров // свидетельство 2007612101; зарег. 23.05.2007.
4. Аджемов С.С., Виноградов А.Н., Лебедев А.Н., Макаренков С.А., Терешонок М.В., Чиров Д.С. Методы интеллектуального анализа слабоструктурированных данных и управления комплексами мониторинга. – М.: 2009.
5. Аджемов С.С., Терешонок М.В., Чиров Д.С. Нейросетевой метод распознавания видов модуляции радиосигналов с использованием кумулянтов высокого порядка // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 9. С. 9-12.
6. Стогов А.А., Терешонок М.В., Чиров Д.С., Кузьмин Г.В. Распознавание видов модуляции радиосигналов с использованием моментов высокого порядка // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 1. С. 56-58.
7. Аджемов С.С., Стогов А.А., Терешонок М.В., Чиров Д.С., Иванкович М.В. Алгоритм распознавания вида цифровой модуляции сигнала по форме фазового созвездия с использованием самоорганизующихся карт Кохонена // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 11. С. 4-6.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ФЕМТОСОТОВЫХ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА *LTE-ADVANCED*

Громаков Д.А.,
МТУСИ, студент группы ПС1001,
Сорокин А.С.,
к.т.н., доцент, МТУСИ

Место фемтосот в инфраструктуре сотовой связи

Фемтосота – это сота малого радиуса действия, радиопокрытие которой обеспечивается персональной базовой станцией (БС) [1]. Радиус фемтосоты до 100 м при мощности БС до 100 мВт. Существует ряд технических решений по организации сотовой связи по зонам покрытия БС/сот. В сотовых системах мобильной связи применяются три вида сетевых сот: макросоты радиусом до 35 км, микросоты радиусом до 5 км и пикосоты радиусом до 200 м [2]. Их особенностью использования является то, что они все взаимосвязаны и образуют сотовую сетевую инфраструктуру. Фемтосота относится к несетевым видам сот, так как каждая такая БС является персональной и не связана с соседними фемтосотами (при их наличии). Такие соты, как правило, применяются для организации связи в помещениях. Это компактные, легкие устройства, которые не требуют специально оборудованного шкафа или контейнера для своего функционирования.

Причины использования фемтосот

Использование фемтосот помогает решить ряд технических проблем. По статистике 90% вызовов и выходов в интернет с мобильных устройств осуществляется из помещений. В городах, в условиях густой застройки макросоты порой не могут обеспечить гарантированный доступ к сети связи в помещениях [2]. При проходе через стены сигнал от внешней БС может терять в мощности до 100 дБ, поэтому сеть, организованная одними лишь макросотами не может предоставить высокоскоростной доступ в интернет в помещении. Фемтосоты справляются с решением данной проблемы. Фемтоуровень помогает разгрузить макросоты. Фемтосоты точно устанавливаются слабо-покрытых местах. Необходимо отметить, что фемтосоты, в основном, используются для обеспечения гарантированным высококачественным доступом корпоративных клиентов. Также фемтосоты стандарта связи *LTE-Advanced* в скором времени можно будет увидеть на полках офисов клиентского обслуживания операторов.

Пропускная способность фемтосот

Типичная ситуация со скоростью передачи данных представляется следующим образом - фемтосоты в *LTE-Advanced* могут иметь пропускную способность канала порядка 20 Мбит/с [1, 2]. Что более, чем на 50 % больше, чем при использовании сот другого вида, и является очевидным преимуществом перед вариантом организации сотового радиопокрытия с внешней засветкой.

Стоит ли отказываться от *WiFi*?

В настоящее время существует большое количество споров в сравнении *WiFi* и фемтосотовых технологий [2]. Конечно, пока что доступные скорости передачи данных по *WiFi*-соединению значительно превосходят предоставляемые скорости *LTE-Advanced*. Но в любом случае скорость передачи, предоставляемая обычным интернет-соединением ограничена провайдером, и, как правило, редко превышает 30 Мбит/с. Но у фемтосот есть ряд иных преимуществ, которые делают их конкурентоспособными с *WiFi*-роутерами: например, при попадании в зону действия фемтосоты, не требуется

ручного подключения как в случае с *WiFi*, таким образом, каждый случайный желающий может иметь доступ к *LTE-Advanced* [5]. При желании организовать доступ определенным пользователям, фемтосота может быть настроена на такой режим работы. При покидании зоны покрытия фемтосоты соединение не разрывается. В скором времени операторы планируют вводить технологию *VoLTE*, позволяющую передавать голос в стандарте *LTE*, без перехода в стандарты связи поколений *2G* и *3G*. Так что неразрывность не только интернет, но и голосового соединения будет в скором времени одним из ключевых факторов в оценке качества услуг оператора.

Преимущества использования сот для абонента

Фемтосоты позволяют организовать покрытие в необходимых местах. В помещениях при использовании внешней засветки БС мобильное устройство тратит гораздо большее количество энергии на подключение к удаленной станции [2].

Преимущества использования сот для оператора

Подключение фемтосоты требует минимум как со стороны оператора, так и со стороны абонента. Одна подключенная фемтоточка доступа дает 20%-ый прирост абонентского трафика, и, следовательно, способствует росту доходов оператора [3].

Принцип фемтосотовой технологии

Применение фемтосот в качестве основного принципа подразумевает конвергенцию сети мобильной связи и глобальной цифровой сети, включая Интернет. Фемтосота не требует лицензирования, и проста в установке, что отличает ее от других видов сот [1, 2].

Подключение фемтосотовой точки доступа

Фемтосотовая точка доступа изначально подключается к опорной сети связи мобильного оператора посредством *Ethernet*-соединения по защищенному проводному или оптическому каналу связи [2]. Существует разные типы подключения фемтосоты к опорной сети оператора. Классическим способом является подключение напрямую к узлу управления мобильность/сервисному медиашлюзу *MME/AGW* [3, 4].

Литература

1. 3GPP TR 25.820. 3G Home Node B Study Item Technical Report. - Technical Report 3GPP (Release 8), 2008 г.
2. Femtocell. – Сайт www.en.wikipedia.org.
3. *Скрынников В.Г.* Радиоподсистемы UMTS/LTE. Теория и практика. – М.: Спорт и культура-2000, 2012.
4. *Скрынников В.Г.* “электромагнитная совместимость сетей LTE с разными видами дуплекса TDD/FDD в диапазоне частот 2,6 ГГц // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 8. С. 122-127.
5. *Самуйлов К.Е., Сопин Э.С.* К анализу методов балансировки нагрузки несущей в системах LTE-ADVANCED // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 7. С. 136-139.

ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИФРОВЫХ КАМЕР

Зеленин С.А.,
МТУСИ, студент группы МРТ1201,
Орлов В.Г.,
к.т.н., МТУСИ

Массовое использование техники цифровой съёмки и доступность мощного программного обеспечения для редактирования изображений определяют необходимость разработки технологии проверки подлинности цифровых изображений с целью охраны авторских прав, а также выполнения экспертных криминалистических заключений. Физической основой для проведения анализа фото- и видеоматериалов для идентификации источника их получения может послужить «электронный портрет» камеры, отражающий её специфические индивидуальные особенности. Электронный портрет датчика в принципе является чем-то вроде отпечатка пальца для человека и может служить основой выделения конкретного источника изображения из множества таких источников, и таким образом «привязать» результирующее изображение к какому-либо из них. С точки зрения подтверждения авторских прав и определения подлинности фото- и видеоматериалов, электронный портрет может послужить физической основой для проведения анализа фото- и видеоматериалов в отношении источника их получения, что, в свою очередь, может привести к компрометации этих источников.

Во всех камерах с матричными преобразователями, выполненными по любой технологии, вначале вырабатывается импульсный аналоговый сигнал, который далее сглаживается и фильтруется для устранения коммутационных межпиксельных искажений. Затем полученный аналоговый сигнал с помощью 12-14 разрядного АЦП преобразуется в цифровую форму, что позволяет выполнять требуемую предварительную обработку с соблюдением условия «прозрачности», когда операции цифровой обработки оказываются практически не обнаруживаемыми. Таким образом, можно считать, что сама по себе цифровая обработка никакого электронного отпечатка камеры не создает.

Реальными источниками возникновения теоретически обнаружимых искажений датчика и камеры в целом, то есть «электронного портрета» можно считать два фактора:

- неидеальность **объектива** (радиальная неравномерность освещенности матрицы, геометрические искажения из-за дисторсии и, возможно, артефакты, локально влияющие на получаемое изображение).
- неидеальность **матрицы** (неравномерность матрицы по чувствительности и опорному уровню, включая наличие выпавших «белых» или «черных» пикселей).

Из перечисленных искажений объектива «индивидуальными» могут быть присущие ему aberrации, а также неравномерность освещенности по полю изображения. Распределение яркости по полю изображения будет зависеть как от конкретной конструкции объектива, так и от настройки увеличения при съёмке. При реальной фото- и видеосъёмке выявление распределения яркости требует специальных достаточно сложных оптических экспериментальных исследований для каждого объектива и разных настроек. Вследствие этого для практических целей использование этих характеристик с целью выявления индивидуальных характеристик объективов представляется не эффективным, тем более, что при профессиональной съёмке оператор может применять сменные объективы. Это еще в большей мере относится к вносимым объективом aberrациям изображения.

Неидеальность матрицы проявляется в виде неравномерности по её чувствительности и опорному уровню. Отклонения по опорному уровню, или, как принято называть в телевизионной технике, по уровню черного обусловлены наличием в ПЗС-матрицах темнового тока, составляющего для лучших матриц единицы пА/см² или несколько десятков (до сотен) электронов на ячейку в секунду. Для обычного ТВ (со временем накопления 20 или 40 мс) такой темновой ток практически незаметен и сказывается при специальных съёмках с большой выдержкой (например, в астрономии), когда регистрируют потоки в десяток фотонов на элемент. В современных цифровых камерах для устранения влияния темновых токов используется алгоритм коррекцией темнового поля (*dark field correction*), основанный на вычитании из результирующего сигнала зафиксированных в ЗУ перед съёмкой соответствующих значений темновых токов матрицы.

Аналогичным образом может быть осуществлена коррекция неоднородности чувствительности ячеек матрицы, разброс которой для ПЗС-ячеек обычно не превышает 1-5 %. Алгоритм коррекции состоит в том, что фиксируется чувствительность каждой ячейки при однородном освещении и вычисляются коэффициенты коррекции, используемые для поэлементной коррекции размаха получаемого от матрицы сигнала [2].

Еще один вид характерных искажений светочувствительных матриц – наличие “выпавших” пикселей, т.е. пикселей, не реагирующих на свет и в простейшем случае постоянно выдающих нулевой (черный) или полный (белый) уровень. Это относится и к цветовым составляющим матриц. Картина выпавших пикселей может также играть роль электронного портрета камеры. Однако в цифровых камерах такие пиксели обычно маскируются путем замены значений выпавшего пикселя так или иначе усредненными (интерполированными) значениями близлежащих соседних пикселей. Для современных камер допускается 4-6 выпавших пикселей. Если выпавший пиксел находится на краю экрана, то используются модифицированные алгоритмы восстановления. При этом для вычисления среднего значения берутся другие пиксели в окрестности восстанавливаемой точки (и, возможно, другие весовые коэффициенты для усреднения). После того, как в массиве данных выявлены все пиксели, удовлетворяющие некоторому арифметическому критерию, к ним применяется фильтр, который вычисляет новое значение выпавшего пикселя и записывает его в ПЗУ. Далее при сканировании изображения сигнал от выпавшего пикселя автоматически заменяется на результат фильтрации [2]. При этом в зависимости от наличных ресурсов может быть использована более простой (по четырем соседним пикселям) или более сложный (по 8 соседним пикселям) вариант фильтрации.

Также на матрицах могут появляться так называемые горячие пиксели, которые возникают только при повышенной температуре и могут формировать сигнал выше или ниже нормального. Признаком наличия таких пикселей является их появление в разных местах изображения. Кроме того, возможно появление “зависимых” пикселей, значение сигнала которых зависит от сигнала окружающих пикселей. Очевидно, нестабильные пиксели не могут быть использованы для получения аутентичного электронного портрета камеры [3].

В случае цветного изображения каждый пиксел состоит из трех субпикселей различных цветов: красного, зеленого и синего (для модели RGB). Если все три субпикселя выдают уровень 0, отображается выпавший черный пиксел. В более сложных случаях происходит выпадение одного или двух субпикселей, что также может быть скорректировано.

Таким образом, с учётом современных технических приёмов внутрикамерной обработки сигналов вероятность выявления электронного портрета камеры на основе фиксации выпавших пикселей весьма низка.

Можно выделить три поколения используемых матричных фото- и видеокамер, существенно различающихся по характеру электронного портрета:

- простые ПЗС-камеры прежних выпусков, в которых, возможно, имеется неоднородность по опорному уровню и чувствительности пикселей.
- более сложные КМОП-камеры, снабжённые встроенными процессорами видеосигнала для коррекции неоднородности опорного уровня и чувствительности.
- самые современные КМОП-камеры, в которых технологически обеспечена высокая однородность опорного уровня и низкая неравномерность чувствительности, а количество выпавших пикселей не велико, и они эффективно маскируются [1,3].

Задачей экспериментального исследования являлось выявление неоднородностей в матрице при условии ее равномерного освещения разными уровнями: отсутствие засветки, средний и полный уровни засветки. При отсутствии засветки должна выявляться неоднородность опорного уровня (темнового тока) матрицы. При наличии засветки можно выявить неоднородность чувствительности, предварительно исключив (путём компенсации) неоднородность опорного уровня.

При проведении эксперимента для получения достоверных метрологических результатов необходимо выполнение ряда требований:

- источник света должен быть статичным, т.е. не меняться по уровню за время проведения эксперимента не иметь переменных составляющих, в том числе с частотой сети переменного тока;
- рассеиватель света, должен обеспечивать получение строго равномерной по полю освещенности;
- для обеспечения наиболее равномерной засветки светочувствительной матрицы фото- или видеокамера должны использоваться без объектива, либо с объективом в режиме дефокусировки.
- при выполнении измерений желательно, если имеется возможность, отключать в камере блок цифровой обработки сигналов.

На рис. 1 представлена структурная схема экспериментальной установки по исследованию неоднородности матриц.

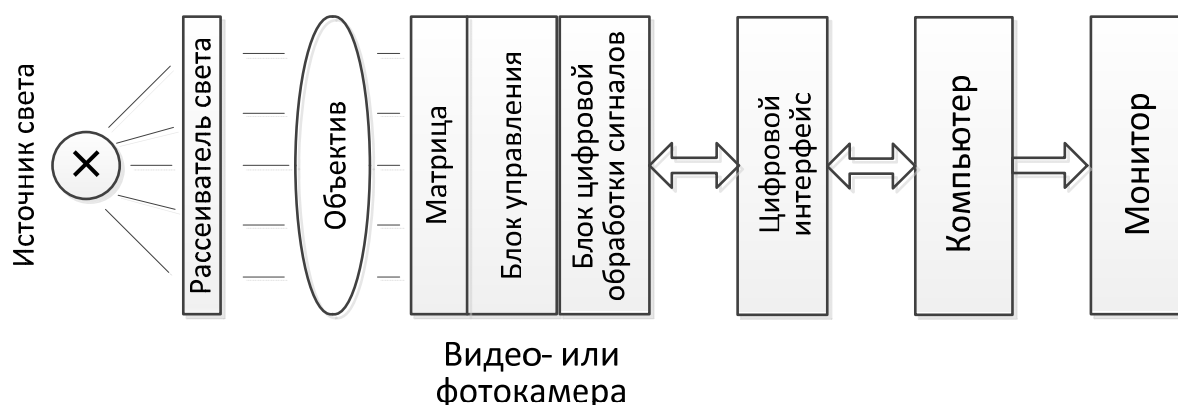


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

Для выполнения обработки результатов измерений использовались программы обработки изображений в среде Mathcad [4]. Результирующие изображения контролировались на экране монитора и с помощью осциллографа с построчной выборкой. В эксперименте были использованы три видеокамеры разных поколений, табл. 1

Таблица 1

Параметры использованных в экспериментах камер

Параметр	Тип камеры		
	РН-750	РН-756	VC58FHD-12
Разрешение	720×480	720×600	1280×720
Развертка	Чересстрочная	Чересстрочная	Прогрессивная
Частота кадров, кадр/с	25	25	50
Размер матрицы, дюйм	1/3"	1/3"	1/2"
Крепление под объектив	С или CS	С или CS	С или CS
Сигнал-шум, дБ	46	46	52

В ходе экспериментов для ТВЧ-камеры VC58FHD-12 удалось выявить три области, в каждой из которых имелось по одному выпавшему “белому” пикселу. С помощью программы Mathcad была выполнена математическая обработка полученных изображений, которая позволила получать значения яркости пикселей. При этом обнаруженная группа выпавших пикселей может рассматриваться как отпечаток камеры, поскольку эти пиксели не пропадали при изменении интенсивности света.

При экспериментах с камерой стандартной четкости РН-750 также был выявлен отпечаток камеры (выпавшие пиксели аналогичного типа), который не зависел от наличия или отсутствия объектива.

При экспериментах с камерой РН-756 выпавшие пиксели не были обнаружены.

Следует отметить, при определенных условиях освещения и фокусировки могут появляться точечные артефакты, которые можно принять за выпавшие пиксели. От действительно выпавших пикселей они отличаются тем, что сильно зависят от фокусировки и других причин и чаще всего возникают из-за наличия пылинок на объективе или даже на матрице, которые, как правило, устраняются обдувом потоком воздуха.

Заключение:

1. Наиболее простым способом получения электронного портрета матриц может служить выявление картины выпавших пикселей, включая наличие выпавших “белых” или “черных” пикселей.
2. Для повышения точности электронного портрета необходимо при изменениях обеспечить равномерную засветки светочувствительной матрицы и многократное усреднение одинаковых изображений для улучшения отношения сигнал-шум.
3. Для установления абсолютных значений неоднородности матриц при выявлении их электронных портретов требуется калибровка освещенности.

Литература

1. *Донец В.В., Муравский Л.И.* Особенности применения приемников излучения в бортовых гиперспектрометрах. Львов: Физико-механический институт им. Г.В.Карпенко НАНУ, 2012.
2. *Лазовский Л.* Приборы с зарядовой связью: прецизионный взгляд на мир. – СПб.: АВТЭКС, 2008.
3. *Шовенгердт Р.А.* Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
4. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005 – 1070 с.

MULTIPATH TCP

Гуров В.В., Григорьев И.Д.,
МТУСИ, студенты группы БСТ1101
Орлов В.Г.,
к.т.н., доцент, МТУСИ

В наше время связь с глобальной Сетью Интернет может осуществляться с использованием множества разных путей: у мобильных телефонов, интернет-планшетов, ноутбуков может быть по несколько сетевых интерфейсов, среди которых присутствуют и радио-адаптеры (Wi-Fi, 3G-, 4G- модемы). Центры обработки данных имеют избыточное количество параллельных сетевых путей между вычислительными узлами, большое количество серверов используют множественную адресацию и подключены более чем к одному Интернет-провайдеру [5].

При этом, широко используемый Transmission Control Protocol (TCP) до сих пор поддерживает лишь один путь для установления связи.

Отсюда возникает цель перехода от однопутевого Интернета к такому, который имеет преимущества в надежности, производительности и балансировке нагрузки, а также предоставляющему многопутевую передачу данных для приложений. Решением в данном случае было бы создать новый протокол транспортного уровня, который заменит TCP.

Но такое решение весьма затратно, поэтому расширение TCP, под названием Multipath TCP (MPTCP) спроектировано с учетом опыта использования и внедрения предшествующих решений многопутевой передачи [1]. Отсюда, основными задачами MPTCP являются:

- Использование множества сетевых путей для одного соединения;
- Работа MPTCP во всех тех вариантах, в которых успешно работает TCP;
- MPTCP должен использоваться так же широко, как и TCP для существующих на данный момент приложений;
- Использование MPTCP не должно влиять на существующее соединение по обычному TCP.

Как работает MPTCP

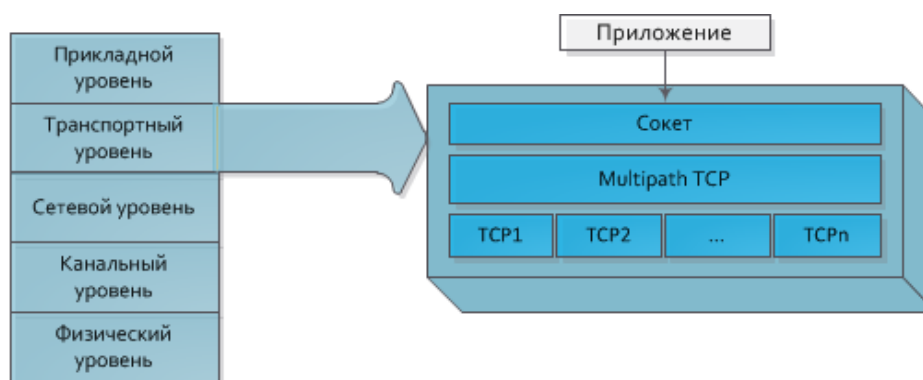


Рис. 1. Расположение MPTCP на Транспортном уровне

Приложения в сетях взаимодействуют друг с другом через API сокета TCP. Как можно видеть на рисунке 1, MPTCP использует тот же API, поэтому приложение не видит разницы между TCP и MPTCP. Разница видна на транспортном уровне: вместо одного TCP-сокета используется MPTCP-сокет, который включает в себя множество сокетов TCP, с помощью которых устанавливаются TCP-подпотoki для передачи данных [2]. При передаче данных MPTCP использует стандартные сегменты TCP, у которых в поле «параметры» указаны параметры MPTCP: такое решение позволяет работать MPTCP в сегодняшних сетях, межсетевые устройства которых не знают о существовании нового протокола.

Рассмотрим схему работы протокола.

1. Вначале MPTCP получает от приложения данные, которые необходимо передать другой стороне.

2. В процессе установления соединения с другой стороной, средствами TCP выясняется, поддерживается ли этой стороной протокол, и если нет, то дальнейшая передача данных продолжится по обычному протоколу TCP.

3. Если MPTCP поддерживается обеими сторонами, то создается первый подпоток для передачи данных по пути, через которое было установлено соединение.

4. Идет передача данных, параллельно с которой идет проверка наличия новых доступных сетевых интерфейсов.

5. Как только новый путь стал доступен, устанавливается соединение с нового адреса, которое содержит метку, сообщаящую другой стороне, что соединение является дополнительным подпоток к уже существующему соединению, а не новым соединением.

6. Как только необходимые данные переданы, требуется закрыть все подпотоки.

7. Закрыв каждый подпоток, мы завершаем соединение и передачу данных.

При установлении MPTCP соединения используется трехэтапное согласование TCP, при котором передается параметр MP_CAPABLE. С помощью параметра указывается шифрование, вычисление контрольных сумм для сегментов и происходит обмен ключами, которые будут использоваться для добавления подпотоков. Если параметр теряется или его вид отличается от стандартного - MPTCP будет работать как обычный TCP. Для добавления подпотоков так же используется согласование, но с параметром MP_JOIN. С помощью этого параметра стороны обмениваются кодом аутентификации, который вычисляется с помощью хэш-кода ключей, которые были получены при установлении соединения. Если обмен кодами произошел успешно – подпоток добавляется к соединению, в противном случае подпоток будет закрыт.

В TCP для передачи данных используется механизм скользящего окна. MPTCP использует скользящее окно, которое едино для всех подпотоков. Благодаря этому, данные можно пересылать через другие подпотоки и исключить случаи простоя подпотоков.

Если в TCP последовательный номер данных и последовательный номер(sequence number), указанный в сегменте являлись одним и тем же номером, то в MPTCP последовательный номер данных отличается от нумерации, используемой на подпотоках.

Для того, чтобы правильно размещать принятые с подпотоков данные используется параметр DSS, в котором указывается последовательный номер данных. Другая роль параметра DSS - подтверждать принятые данные, чтобы скользящее окно могло сдвигаться вправо. Если данные, посланные через подпоток не получают подтверждения уровня данных, подпоток будет закрыт.

Закрытие подпотока после передачи данных происходит через обыкновенное 3-х этапное согласование TCP с использованием флага FIN. При этом закрытие подпотоков влияет только на подпотоки и не влияет на соединение.

Для запуска закрытия соединения MPTCP использует флаг F в параметре DSS, который означает конец передачи данных на соединении. Другая сторона подтверждает конец передачи данных и стороны закрывают все свои подпотоки с помощью FIN.

Использование MPTCP

Так как MPTCP на сегодняшний день имеет несколько реализаций, то рассмотрим график его работы на смартфоне при использовании соединения через WiFi и 3G.

По вертикали отложено количество переданных данных, по горизонтали – время в секундах.

Синяя кривая обозначает количество переданных данных через 3G, зеленая – через WiFi, фиолетовая – через 3G и WiFi одновременно – это непосредственно работа MPTCP. На графике 3G и WiFi являются путями для MPTCP соединения. Красным отмечены моменты повторной отправки сегментов через WiFi.

При сравнении кривых Wi-Fi и 3G становится понятно, что Wi-Fi в основном быстрее чем 3G, но сегменты чаще теряются при передаче через Wi-Fi. В MPTCP сегменты, которые потеряны при передаче через Wi-Fi, будут автоматически перенаправлены через 3G подпоток и MPTCP соединение продолжится без прерывания.

Когда Wi-Fi интерфейс ослабевает, общий поток данных, передаваемый по MPTCP, понижается, но передача данных все равно продолжается. Именно эта способность быстрого взаимодействия доступных интерфейсов является ключевым фактором в MPTCP с точки зрения производительности. Также возможно использование 3G-интерфейса в качестве запасного, вместо постоянной работы 2 интерфейсов [3]. При этом, использование MPTCP на смартфоне в такой форме не влечет за собой больших затрат энергии: экран смартфона потребляет намного больше [4].

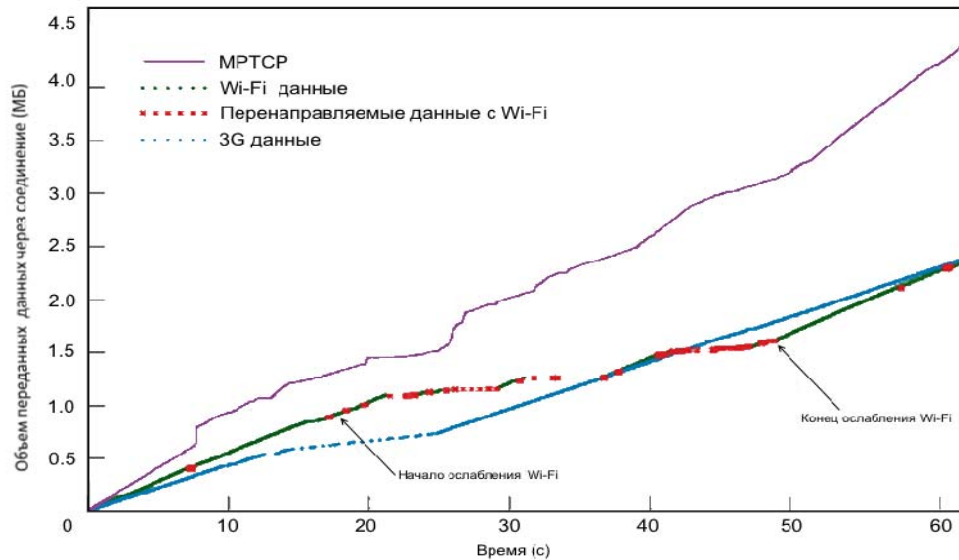


Рис. 2. График работы MPTCP Wi-Fi+3G

Другой важной областью применения MPTCP является использование его в центрах обработки данных. Сегодня большинство серверов имеют несколько высокоскоростных интерфейсов передачи информации, возможности которых могут быть совмещены для достижения высокой производительности и лучшей устойчивости к ошибкам. Решения, существовавшие ранее в этой области, предлагали либо высокую производительность, либо лучшую устойчивость к ошибкам. MPTCP позволяет совместить оба этих параметра.

Заключение

Сегодня Multipath TCP – это не просто идея протокола, который позволил бы передавать данные через несколько сетевых адаптеров одновременно. Протокол стандартизирован и его реализации уже работают в современной глобальной сети.

Однако, его широкое распространение и использование только начинается: доступны готовые реализации протокола на FreeBSD, Linux, некоторых Android устройствах. Кроме того. В будущем должны получить развитие алгоритмы управления загруженностью, которые повысят производительность MPTCP с помощью эффективного распределения ресурсов.

Протокол MPTCP молод, но при этом он имеет большой потенциал, так как он не заменяет TCP, а тесно с ним взаимодействует. Более того, серьезных затрат на начальном этапе не требуется: достаточно лишь включить протокол в операционные системы конечных устройств.

Но хочется верить, что MPTCP получит широкое распространение, как и идея многопутевой передачи данных.

Литература

1. Ford, C. Raiciu, M. Handley, and O. Bonaventure. TCP extensions for multipath operation with multiple addresses, Jan 2012.
2. Ford, A., Raiciu, C., Handley, M., Bonaventure, O. 2013. TCP extensions for multipath operation with multiple addresses. RFC6824;
3. Paasch, C., Detal, G., Duchene, F., Raiciu, C., Bonaventure, O. 2012. Exploring mobile/Wi-Fi handover with Multipath TCP. In Proceedings of the ACM SIGCOMM workshop on Cellular Networks: Operations, Challenges, and Future Design (CellNet).
4. Carroll, A., Heiser, G. 2010. An analysis of power consumption in a smartphone. In Proceedings of the Usenix Annual Technical Conference (USENIXATC).
5. Мазуркевич Д.О., Орлов В.Г. Эволюция систем безопасности сетей сотовой связи разных поколений // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 1. С. 38-40.

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕЛЕВИДЕНИЯ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ

*Пушкарев А.В.,
МТУСИ, студент группы МРТ1201,
Орлов В.Г.,
к.т.н., МТУСИ*

Исторически, термин «телевидение высокой чёткости» появился в 30-е годы прошлого века. Именно тогда, в телевизионной индустрии произошел качественный скачок: появились полностью электронные системы на основе электронно-лучевых трубок, позволившие отказаться от конструкций с механическим сканированием раstra, обеспечивающих отображение малого количества элементов изображения. Одной из первых подобных систем стала британская система «А», запущенная в 1936 г. телевизионной компанией ВВС. Она передавала изображения с 405 строками разложения и превосходила по параметрам качества другие существовавшие в то время стандарты телевидения. Позднее, в 1949 г. во Франции была разработана система «Е», использующая 819 строк (из них 737 видимых) при соотношении сторон экрана 4:3. Эта система считается первым в мире стандартом чёрно-белого ТВЧ, однако её использование было ограничено лишь несколькими французскими телеканалами, а при переходе на цветное телевидение во Франции с 1965 г. был принят общеевропейский стандарт разложения 625/50. Характерно то, что 819-строчная система, как и большинство последующих аналоговых систем ТВЧ, занимала очень широкую полосу частот в эфире: видеосигнал – 10 МГц, а весь канал в целом – 14 МГц, что более чем вдвое превышало полосу частот канала в системах стандартной чёткости, что существенно сдерживало развитие систем ТВЧ. С ростом размеров экранов и достижением в конце 70-х годов технологического потолка по качеству изображения телевидения стандартной чёткости, в мире была возобновлена разработка систем вещания ТВЧ, [1]. Первая цветная аналоговая система ТВЧ была разработана японской телекомпанией NHK в 1978 года (стандарт MUSE - Multiple sub-Nyquist sampling encoding) и с запуском спутника «Juri BC-3» в 1989 г. началось регулярное вещание в этом стандарте на территории Японии. В 1990 году MUSE был предложен в качестве международного стандарта ТВЧ, однако не был принят Международным консультативным комитетом по радиосвязи (МККР), в частности, из-за низкой эффективности аналогового способа передачи ТВ сигнала высокой чёткости и широкой полосы занимаемых частот: 30 МГц при 1035 активных строках и соотношении сторон экрана 16:9. Хотя стандарт MUSE так и не стал международным, национальное вещание с его использованием продолжалось в Японии вплоть до 2007г. Первая попытка европейского сообщества внедрить ТВЧ вещание на территории Европы была предпринята в 1986г. после разработки стандарта HD-MAC, обеспечивающего передачу изображения с 1250 (1152 активными) строками разложения при 50 к/с при соотношении сторон 16:5. Особенностью стандарта является то, что сигнал HD-MAC представляет собой сложную смесь аналогового видеосигнала и цифрового звука. Впервые экспериментальное массовое вещание в формате HD-MAC было осуществлено на летних олимпийских играх 1992 года. Однако данный стандарт так и не стал популярным среди телевизионных компаний, в первую очередь из-за характерных для аналогового ТВЧ проблем: слишком широкая полоса частот, занимаемая сигналом, а также низкая по сравнению с цифровыми системами помехоустойчивость. Уже в 1993 году европейское сообщество отказалось от планов развертывания аналогового ТВЧ вещания с использованием HD-MAC и приступило к разработке цифрового стандарта DVB, [1].

В конце 90-х годов благодаря интенсивному развитию элементной базы, созданию более совершенных интегральных схем и внедрению эффективных методов цифровой обработки сигналов, стал возможен переход на цифровое ТВЧ вещание. Одновременно, поскольку ТВ контент стал цифровым, произошла конвергенция сетей передачи данных и сетей телевидения, которые ранее были жестко отделены. В августе 1999 года МККР был принят единый мировой стандарт цифрового телевидения высокой четкости HDTV. В нём для разложения на 1125 строк с чересстрочной разверткой принято обозначение 1080i, определяющее количество активных строк и соответственно 1080р для прогрессивной развертки. Определяющими характеристиками стандарта HDTV помимо числа строк развертки являются стандарт сжатия, схема цветовой дискретизации, характеристики сигнала цветно-

сти, а также частота строк и кадров. В отличие от стандартного телевидения HDTV поддерживает скорость до 60 прогрессивных кадров в секунду, а также различные цифровые аудио форматы (вплоть до Dolby Digital 5.1). В нашей стране с 2009 года используется новый ГОСТ для цифровых систем ТВЧ, в соответствие с которым установлен формат кадра 16:9 с разрешением 1920×1080, [2]. Также предусмотрен формат кадра 16:10 с разрешением 1920×1152 и дополнительным полем (1920×72) для текстовой информации, а также стандартный формат 4:3 с разрешением 1536×1152.

Дальнейшему развитию и внедрению систем ТВЧ способствовал скачок развития технологий производства дисплеев, что сделало их доступными для массового потребителя. К 2011 году, подавляющее большинство видео контента производимого телевизионными компаниями было представлено в формате HD. С этого момента телевизионная индустрия встала на путь перехода к стандартам ТВЧ нового поколения, относящихся к категории телевидения сверхвысокой чёткости UHDTV (Ultra High Definition TV) [3]. В 2012 году Международный Союз Телекоммуникаций одобрил принятие предложенных японской телевизионной компанией HNK стандартов телевидения сверхвысокой четкости. Эти стандарты получили обозначение 4K и 8K UHDTV, с разрешением 2160 x 3840 пикселей и 4320 x 7680 пикселей соответственно. В отличие от традиционного для телевидения обозначения разрешения, которое оттапливалось от количества строк, то есть количества элементов изображения по вертикали, для цифровой киноиндустрии принято отсчитывать разрешающую способность по длинной (горизонтальной) стороне кадра, табл.1. Соответственно цифры 4K и 8K (где K – это тысяча пикселей) означают количество столбцов развертки изображения. Такой принцип выбран из-за того, что в цифровой киноиндустрии, в отличие от телевидения, используется множество различных стандартов соотношения сторон экрана [7].

Таблица 1

Основные характеристики различных стандартов ТВЧ

Стандарт	Разрешение кадра	Число мегапикселей в кадре	Соотношение сторон экрана
4K UHD	3840 x 2160	8.3	16:9
4K (Ultra wide television)	5120 x 2160	11	21:9
4K (WHXGA)	5120 x 3200	16.3	16:10
8K UHD	7680 x 4320	33.1	16:9
	10080 x 4320	43.5	21:9
	8192 x 5120	41.9	16:10

Переход на новые форматы UHDTV накладывает высокие требования к вычислительной мощности устройств. Так обработка в реальном времени нескольких видео потоков UHD формата может оказаться за пределами возможностей традиционных центральных процессоров (CPU), что потребует встраивания в центральный процессор отдельного блока DSP-ядер. Для ускорения операций обработки в этом этого случае целесообразно использование ПЛИС или графического ускорителя (GPU). Кроме того, для некоторых объёмных или плохо оптимизированным приложений работающих с UHDTV, может быть необходима пропускная способность, превышающая возможности оперативной памяти DRAM и даже шины PCI Express [3].

Так же, серьезную проблему представляет трансляция и передача UHDTV видео. Не сжатый 4K UHD видеопоток имеет битрейт порядка 12 Гбит/с, что почти в 8 раз выше битрейта стандартного HDTV. Такой видеопоток требует очень высокой пропускной способности, и даже самые современные системы телевидения и беспроводной связи не могут передавать потоки UHDTV без совершенствования технологий сжатия. Используемые современные стандарты видео кодирования не обладают достаточной эффективностью и гибкостью для решения этой проблемы [4].

Перспективным решением является внедрение нового стандарта кодирования – H.265 HEVC (High Efficiency Video Coding). Он создан на основе широко распространенного в настоящее время стандарта H.264/MPEG-4 AVC, но отличается рядом особенностей, позволяющих достигнуть существенного выигрыша в битрейте (до 50% и более по сравнению с H.264) [4]. В апреле 2013 года после одобрения ITU-T стандарта H.265 были разработаны финальные спецификации первой его версии - HEVC 1.0. Это послужило толчком к появлению различных программных продуктов с поддержкой

HEVC, таких как DivX HEVC, DXVA for HEVC, OpenHEVC FFmpeg, а также первых аппаратных решений, реализованных компаниями Broadcom, Ericsson, Fujitsu, Thomson, Video Networks и др.

Являясь стандартом нового поколения, HEVC характеризуется рядом существенных отличий от предшествующего стандарта сжатия видеoinформации H.264 AVC. При работе с видео в формате UHD, для эффективного кодирования векторов движения требуются макроблоки большого размера (64x64). С другой стороны, мелкие детали также важны и, зачастую требуется выполнить предсказание и преобразование на небольшом участке изображения, для чего целесообразнее использование небольших блоков размером 4x4. В предыдущих стандартах кодирования отсутствовала поддержка широкого диапазона размеров блоков, что отрицательно сказывалось на эффективности сжатия. Данная проблема решается в HEVC путем использования древовидной структуры кодирования (дерево квадрантов).

Важными отличиями HEVC от стандартов предыдущих поколений является наличие большего числа режимов внутрикадрового предсказания, улучшенное предсказание движения, а также применение более совершенных фильтров, снижающих количество так называемых артефактов (искажений) [4].

Проект HEVC определяет два профиля – основной (Main) и высокий (High), а также 13 уровней, содержащих набор ограничений для потока данных, связанных с вычислительными возможностями декодера и загрузкой памяти [4]. Уровень устанавливается исходя из максимальных значений частоты дискретизации, размера кадра, скорости потока, а также минимальной степени сжатия и возможностей кадрового буфера декодера-кодера.

Показательно то, что по результатам оценки качества изображения по критерию отношения сигнал – шум PSNR, сжатие видео с использованием H.265 (HEVC) при среднем качестве кодирования (Main Profile) на 35% превышает эффективность сжатия по наивысшему качеству (High Profile) в стандарте H.264, который специально предназначен для видео под формат Blu-ray. При использовании субъективной оценки качества, являющейся наиболее точным показателем эффективности различных стандартов сжатия, в полной мере отражающем массовое зрительское восприятие качества видеоконтента, выигрыш в снижении битрейта при использовании HEVC в зависимости от характера видеоматериала составляет 50-75% [4, 5].

В нашей стране освоен выпуск телевизоров 4K с размером экрана от 55 до 85 дюймов и разработан действующий образец (компания ЗАО «Элекард Девайсез») кодера-декодера H.265 (HEVC) [6], что создаёт возможности перехода национального вещания в формате HDTV к телевидению ультравысокой чёткости UHD TV в 2014 году.

Литература

1. «Акселератор вещания» ООО "Телекритика": [сайт]. URL: <http://www.broadcast.telekritika.ua> (дата обращения: 16.11.2013).
2. ГОСТ 53533-2009. Цифровое телевидение высокой четкости. Общие требования.// Стандартиформ. М., 2010.
3. В игру вступают технологии 4K. Ежегодный аналитический обзор // Технологии и средства связи. 2013. №3.
4. *Jens-Rainer Ohm, Gary J. Sullivan, Heiko Schwarz*. Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards – Including High Efficiency Video Coding (HEVC) // Pre-publication draft, to appear in IEEE trans. On circuits and systems for video technology, Dec. 2012.
5. *De Simone, F., Goldmann, L., Lee, J.-S., and Ebrahimi, T.* Towards high efficiency video coding: Subjective evaluation of potential coding technologies," *Journal of Visual Communication and Image Representation* 22(8), 734 {748 (2011).
6. *Вилкова Н.Н.* 75 лет электронному телевидению в России // *Электросвязь*. – 2013. – №12. – С.11-14.
7. *Крюгер, А., Шапоров, В.* Ubiquity tv: теперь телевизор можно смотреть по-другому // *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*. 2011. Т. 5. № 1. С. 44-46.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДЕОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

*Рябков С.А.,
МТУСИ, студент группы АТ0901,
Селиванов В.А.,
д.т.н., доцент, МТУСИ*

В настоящее время большое значение в исследовании Земли имеют системы дистанционного зондирования (СДЗ). Дистанционное зондирование охватывает теоретические исследования, лабораторные работы, полевые наблюдения и сбор данных с борта самолетов и искусственных спутников Земли. Данные методы важны также для получения информации о Солнечной системе, и когда-нибудь их начнут использовать для изучения других планетных систем Галактики. Некоторые наиболее развитые страны регулярно запускают искусственные спутники для сканирования поверхности Земли и межпланетные космические станции для исследований дальнего космоса [1].

ДЗ осуществляется с применением морских судов, самолетов, космических летательных аппаратов и наземных телескопов. Науки, ориентированные на полевые работы, к числу которых относятся такие, как геология, лесоводство и география, также обычно используют дистанционное зондирование для сбора данных в целях проведения своих исследований [2].

Сканирование в таких системах происходит, как правило, в разных частотных диапазонах: как на длинах волн видимого света (сотни нанометров), так и на радиоволнах (метровые длины волн).

Можно следующим образом классифицировать методы зондирования (локации):

– активная локация – это локация, при которой объекты окружающей среды зондируются электромагнитным излучением и регистрируются эффекты его взаимодействия с газовыми, аэрозольными примесями, загрязнениями различных поверхностей и пр.

Примерами активных СДЗ являются лидары – устройства, использующие в своём составе лазер, работающий в импульсном режиме, с длиной волны порядка 500 нм.

– Пассивная локация – это локация, при которой регистрируются эффекты взаимодействия электромагнитного излучения естественных источников с объектами или собственное излучение анализируемых объектов на трассе наблюдения [3].

Традиционными объектами исследования пространственных распределений параметров излучения при спутниковых оптических методах дистанционного зондирования Земли являются:

1. Состояние океана и поверхности земли,
2. Состояние растительного и снежного покрова,
3. Глобальное распределение аэрозоля и свойства облаков,
4. Измерение концентрации газовых компонент [4].

Как уже было сказано, на ранних этапах развития спутниковых систем предпочтение отдавалось многоспектральным методам исследования яркостей. Однако потом с целью повышения стабильности дешифрования природных образований спектральные компоненты были дополнены синхронными измерениями в каждом спектральном канале под несколькими углами визирования [5]. Это позволило уменьшить неопределённость дешифрования.

Примером таких систем может являться MISR (Multi-angle Imaging Spectro-Radiometer – многоугловой сканирующий спектрорадиометр) – это первая съёмочная система в космосе, позволяющая определять отражательные характеристики объектов в девяти разных направлениях угла обзора. Большинство съёмочных инструментов, устанавливаемых на спутниках, ведут наблюдения вертикально. Для изучения аэрозолей, облачного покрова, водных поверхностей, растительности, горных пород необходимо знать количество солнечного света, рассеиваемого или отражаемого в естественных условиях по разным направлениям. MISR включает 9 камер, ведущих съёмку по 9 разным направлениям: в надир, а также с отклонением под разными углами вперед и назад по направлению

полета. Камеры позволяют получать изображения всей планеты в четырех спектральных диапазонах (голубом, зеленом, красном и ближнем инфракрасном) со средним и низким пространственным разрешением.

Изменение отражения света при разных углах наблюдения позволяет распознавать различные типы атмосферных аэрозолей, форму облаков, покровы поверхности суши. При привлечении стереоскопических методов анализа изображений возможно наблюдение пространственных моделей местности и структур облачности. Использование наблюдений в разных направлениях позволяет более точно оценивать общее количество солнечной радиации, отраженной различными участками земной поверхности [6].

Улучшение качественных характеристик аппаратуры (повышение чувствительности, увеличение динамического диапазона, динамическая калибровка); отработка комплексных методов коррекции получаемых изображений, минимизирующих искажающее влияние атмосферы на регистрируемое излучение; разработка эффективных математических моделей атмосферы позволяют перейти к внедрению новых систем дистанционного зондирования, позволяющих получать большую информацию об исследуемых объектах [4].

По этой причине большую популярность набирает такое направление исследований, как *видеополариметрия*. Её задачи сводятся к измерению степени поляризации света и угла поворота плоскости поляризации света при прохождении его через оптически активные вещества. Угол поворота в средах зависит от концентрации веществ, находящихся в их составе, поэтому полариметрия широко применяется для измерения концентрации оптически активных веществ. Преимущества поларизационных измерений очевидны. Так, лишь им доступен в полной мере анализ формы частиц. Так же состояние поляризации отражённого излучения применяют для зондирования различных состояний почв и типов растительности [7].

Основным средством поларизационного дистанционного зондирования является оптико-электронная система (ОЭС), снабжённая анализаторами состояния поляризации попадающего в поле зрения ОЭС излучения. Такие ОЭС называются *полариметрами*, которые могут быть активными (поларизационные лидары) и пассивными [4].

Если речь идёт лишь о детектировании пространственного распределения поляризации, то говорят о фотополариметрах. При измерении состояния поляризации во времени – о видеополариметрии.

Информация об объекте зондирования извлекается из анализа яркости обратно рассеянного излучения, спектральных, поларизационных, угловых и временных характеристик отражённого сигнала, поступающего в приёмный тракт.

Регистрируемое оптическое поле излучения при решении первых трёх задач ДЗ (регистрация состояния океана и поверхности земли, состояния растительного и снежного покрова, глобального распределения аэрозоля и свойств облаков) связано с отражением (рассеянием) излучения объектами сложной оптической структуры, где отражённый сигнал формируется процессами многократных рассеяний, что и предопределяет его поляризацию. Решение задач класса 4 (измерение концентрации газовых компонент) непосредственно не связано с поляризующими процессами рассеяний, однако требуемая точность измерения газовых компонент на сегодня составляет менее 1%, что требует учёта влияния поляризации/деполяризации излучения в атмосфере и оптических трактах измерительных систем [4, 8]. Ярким примером такой прецизионной системы является японский спутник GOSAT, запуск которого прошёл 23 января 2009 года. Он допускает погрешность за счёт шумов приёмника не более 0.3% [7].

Как уже было отмечено выше, существуют системы активного ДЗ – поларизационные лидары. Работы по учёту поляризации при анализе данных начались практически с одновременным внедрением лазерной техники в науку и промышленности [4]. На сегодняшний день ряд отечественных и зарубежных лидаров используют не только яркость обратно рассеянного излучения, но и состояние его поляризации.

Назначение указанных полариметрических ОЭС: дистанционное определение с борта корабля или самолёта-лаборатории вертикальных профилей и оптических характеристик верхней толщи морской воды, локации рыбных косяков, контроль экологического состояния атмосферы, лазерное сканирование поверхности Земли с целью воссоздания рельефа местности.

С учётом всего вышесказанного можно однозначно утверждать о преимуществах многоугловой полариметрии в исследованиях Земли. Такие измерения помогают открывать новую информацию, недоступную при классических измерениях, повышать точность измерений, однозначно определять физикохимический состав мелкодисперсных объектов, форму частиц и многое другое.

Литература

1. Mishchenko M.I., Rosenbush V.K., Kiselev N.N., Lupishko D.F., Tishkovets V.P., Kaydash V.G., Belskaya I.N., Efimov Y.S., Shakhovskoy N.M. Polarimetric remote sensing of solar system objects. – Kyiv: Akadempyodyka, 2010.
2. Словари и энциклопедии на Академике. Web: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/6661/%D0%94%D0%98%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%9D%D0%A6%D0%98%D0%9E%D0%9D%D0%9D%D0%9E%D0%95.
3. Энциклопедия Кирильонлайн. Универсальная научная он-лайн энциклопедия. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/transport_i_svyaz/DISTANTSIONNOE_ZONDIROVANIE.html
4. Селиванов В.А., Будаков В.П. Поляризационное дистанционное зондирование / статья: в печати
5. King M. D., Kaufman Y. J., Menzel W. P., Tanre D. (1992). Remote sensing of cloud, aerosol, and water vapor properties from the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. – Vol. 30. – P. 2-27.
6. Набиев Ш.Ш. Современные тенденции развития методов дистанционного обнаружения радиоактивных и высокотоксичных веществ // Вестник Российской Академии Естественных Наук . – 2012. – С. 14-24.
7. Polder. Climate Research and Environment Monitoring. <http://smc.cnes.fr/POLDER>.
8. Афанасьев В.П. Модель сигналов, отраженных от участков земной поверхности, при зондировании их слабонаправленным радиолокационным датчиком // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 3. С. 32-34.

ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ОДНОПРОВОДНОЙ ЛИНИИ

Шатохин И.П.,
МТУСИ, студент группы СС0953,
Фриск В.В.,
доцент МТУСИ

В наши дни передача информации осуществляется повсеместно. С развитием новых технологий компьютерной графики и высококачественных аудио и видеофайлов системы передачи так же подвергаются улучшениям и разработкам. Примером тому может послужить новейшие Wi-Fi устройства и гигабитные линии двухпроводные линии. Однако, их установка возможна далеко не везде. И они имеют ряд существенных недостатков:

- потери энергии в проводах;
- необходимость использования промежуточных усилителей, компенсирующие потери энергии в проводах;
- возникновение аварий вследствие короткого замыкания проводов, в том числе из-за опасных погодных явлений (сильный ветер, наледь на проводах и др.);
- большой расход цветных металлов;
- большие экономические затраты на прокладку.

Чтобы решить проблему этих недостатков, была разработана система однопроводной передачи. Данная система предназначена для передачи аудио сигнала на большое расстояние посредством однопроводной линии. Преимущество данной системы в том, что связь между передатчиком и приёмником осуществляется по одному проводнику, тем самым, позволяя использовать в качестве проводников обычные трубы. Схема самой экспериментальной установки представлена на рис. 1.

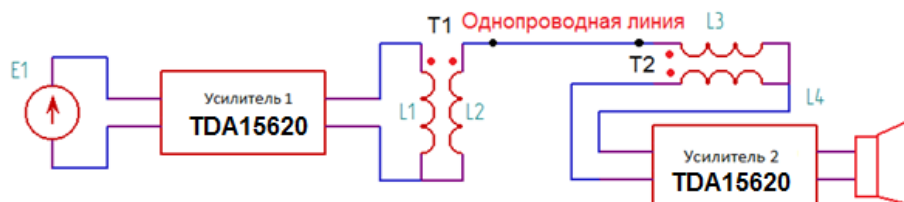


Рис. 1

Как было установлено, звук по системе проходит практически без помех. По этой причине, в настоящее время проводятся эксперименты по возможной передаче сразу нескольких аудио сигналов. В случае успеха, данная система может получить широкое распространение, так как не требует больших затрат на создание, а её применение может выйти за рамки передачи только аудио сигналов. Поэтому, исследования свойств системы продолжаются.

Литература

1. Фриск В.В. Исследование однополюсника в режиме высокого напряжения // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2011, №6. – С. 34-35.
2. Фриск В.В. Линейная модель однополюсного накопителя // Сборник докладов Международного научно-технического семинара «СИНХРОИНФО 2011», Украина, Одесса, 2011. – М.: Брис-М, 2011. – С. 99-101.
3. Фриск В.В. Исследование магнитного поля у однопроводной линии передач// Труды конференции «Телекоммуникационные и вычислительные системы», 28 ноября 2012 г. Москва. – М.: Информпресс-94, 2012. – С. 148-149.
4. Шатохин И.П., Юсков И.О. Исследование трансформатора Тесла // Сборник материалов Молодежного научного форума МТУСИ «Телекоммуникации и информационные технологии – реалии, возможности, перспективы». Москва. – М.: Брис-М, 2012. – С. 36-38.

КЛАССИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ЦИФРОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

*Липаткин В.И.,
МТУСИ, студент группы БРТ1201,
Афанасьев В.П.,
д.т.н., профессор МТУСИ*

Сообщение посвящено исследованию возможностей приложения классического метода к задаче анализа линейной электрической цепи при цифровом воздействии на неё.

Классический метод анализа основан на составлении и решении дифференциального уравнения цепи. Для стационарной линейной цепи это линейное неоднородное уравнение с постоянными коэффициентами [1, 3].

$$b_n \frac{d^n y}{dt^n} + b_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + b_1 \frac{dy}{dt} + b_0 y = f[x(t)]$$

Его решение определяет реакцию цепи на заданное воздействие при заданных начальных условиях. Это решение представляет собой сумму двух составляющих – свободной и принуждённой.

$$y(t) = y_{cs}(t) + y_{np}(t)$$

Свободную составляющую реакции цепи определяет общее решение однородного дифференциального уравнения. Оно зависит от корней его характеристического уравнения и представляет собой суммы соответствующих слагаемых, в состав которых входят постоянные интегрирования.

Принуждённая составляющая реакции цепи – это частное решение неоднородного дифференциального уравнения при нулевых начальных условиях. Для её определения в теории дифференциальных уравнений разработан ряд методов. Наиболее распространёнными являются метод неопределённых коэффициентов и метод вариации произвольных постоянных [2]. В электротехнических задачах обычно используют метод неопределённых коэффициентов. Он основан на подборе решения линейного неоднородного дифференциального уравнения по его правой части. Это возможно, если правая часть уравнения задана в виде полиномов с постоянными коэффициентами $Q_m(x) = a_m x^m + a_{m-1} x^{m-1} + \dots + a_1 x + a_0$, экспонент e^{ax} , тригонометрических функций $\cos(\varphi x)$ и $\sin(\varphi x)$ или их произведений. Для дальнейшего существенно отметить, что все перечисленные функции дифференцируемые.

По мере роста сложности анализируемой цепи и воздействия, объём вычислений при использовании метода неопределённых коэффициентов быстро растёт. Также в настоящее время широко используются цифровые сигналы, которые относятся к классу недифференцируемых воздействий на электрические цепи. Поэтому метод неопределённых коэффициентов в теории электрических цепей используется, как правило, лишь при анализе переходных процессов. При этом принуждённую составляющую реакции цепи чаще всего определяют электротехническими методами, путём анализа электрической цепи в установившемся режиме работы. Исследуются возможности использования классического метода анализа электрических цепей при цифровом воздействии в непрерывном режиме работы, когда невозможно выделить установившийся режим работы цепи.

Поскольку свободная составляющая реакции цепи не зависит от вида воздействия, то в рассматриваемых условиях определение её не встречает трудностей. Как обычно, общий вид её определяется путём решения однородного дифференциального уравнения цепи. Значительные проблемы возникают при определении принуждённой составляющей реакции цепи. Основными причинами их являются:

- недифференцируемость воздействия, что не позволяет воспользоваться методом подбора коэффициентов;
- невозможность выделить установившийся режим работы цепи, что не позволяет использовать электротехнические методы определения принуждённой составляющей реакции цепи.

Преодолеть эти трудности можно следующим образом.

Учитывая то, что рассматриваемое уравнение линейное, его правую часть целесообразно представить в виде суперпозиции функций,

$$f(x) = \sum_k f_k(x).$$

которые позволяют легко вычислить принуждённую составляющую реакции цепи на парциальное воздействие $f_k(x)$ электротехническими методами. Этому требованию, в частности, удовлетворяют функции единичного скачка - $\alpha_k 1(t - k\tau)$ и гармонические функции - $\alpha_k A_k \cos(\omega_k t + \varphi_k)$. В первом случае принуждённая составляющая определяется методами анализа резистивных цепей, во втором – символическим методом. При цифровом воздействии более удобным является представление в виде суперпозиции функций единичного скачка $f(x(t)) = \sum_k \alpha_k 1(t - k\tau)$. Определив частные решения уравнения цепи для каждой из этих составляющих, воспользуемся следующей теоремой о суперпозиции частного решения неоднородного линейного дифференциального уравнения: если y_1 есть частное решение уравнения $y^n + a_1 y^{n-1} + \dots + a_n y = f_1(x)$ и y_2 есть частное решение уравнения $y^n + a_1 y^{n-1} + \dots + a_n y = f_2(x)$, то частное решение уравнения $a_1 y^{n-1} + \dots + a_n y = f_1(x) + f_2(x)$ находится как сумма $y_1 + y_2$.

Просуммировав частные решения для каждой из составляющих цифрового воздействия, получаем искомый ответ.

Основные результаты работы заключаются в следующем:

- классический метод анализа линейных электрических цепей легко обобщается на случай цифровых воздействий;
- в основе анализа лежат: принцип суперпозиции, соответствующие представления воздействия и сочетание математических и электротехнических методов определения составляющих реакции цепи;
- при цифровом воздействии целесообразно использовать его разложение по системе функций единичного скачка.

Литература

1. Попов В.П., Основы теории цепей. – М.: Высш. шк., 1985. – 496 с.
2. Понтрягин Л.С., Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1974. – 331 с.
3. Афанасьев В.П., Королькова Т.В., Косичкина Т.П. Асимптотически-оптимальные алгоритмы классификации сигналов в условиях априорной определенности о распределении помехи // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 1. С. 60-62.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУППОВОГО ОБЛУЧАТЕЛЯ ГИБРИДНОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

*Коленко Д.О.,
МТУСИ, студентка группы МИТ1201,
Смирнов Е.В.,
доцент МТУСИ*

Одним из основных элементов гибридной зеркальной антенны (ГЗА) в значительной степени, определяющем ее параметры, является групповой облучатель (ГО). В качестве ГО чаще всего используют малоэлементную антенную решетку рупоров или открытых концов волноводов. С целью получения максимально возможного уровня пересечения парциальных диаграмм направленности ГЗА элементы ГО необходимо размещать вплотную друг к другу. Это приводит к тому, что невозможно использовать традиционную схему питания волновода через его боковую стенку. Кроме того усиливается связь между элементами решетки. В работе в качестве возбудителя элемента ГО рассмотрен несоосный торцевой коаксиально-волноводный переход (ТКВП), внешний вид которого показан на рис. 1.

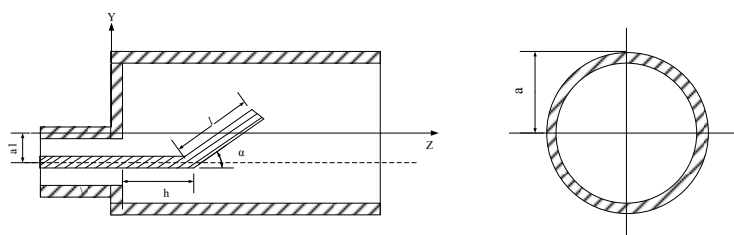


Рис. 1. Несоосный ТКВП

В отличие от исследованного ранее соосного ТКВП [1] в нем внутренняя жила коаксиального кабеля смещена от оси волновода и введена наклонная часть внутренней жилы. Проведенные в [1] методом эквивалентных схем исследования показали, что соосный ТКВП обеспечивает полосу пропускания не более 1%, что для многих современных систем связи является недостаточным. В настоящей работе анализ соосных и несоосных ТКВП проводился методом конечных элементов. Проведенный подробный численный анализ соосного ТКВП показал, что максимальная полоса пропускания переходов такого типа не превосходит 1.4%, что хорошо согласуется с данными [1].

В ходе исследования несоосного ТКВП выяснилось, что существенное влияние на ширину полосы пропускания оказывают величина смещения центральной жилы коаксиального кабеля a_1 , длина наклонной части l и угол ее наклона α . Для выяснения причин такого влияния в работе кроме величины коэффициента стоячей волны, исследовались активные и реактивные составляющие входного сопротивления несоосного ТКВП. Поскольку полоса пропускания в значительной степени определяется разностью сопротивлений фидера и входного сопротивления перехода, то было проведено исследование поведения этой величины в зависимости от частоты и параметров перехода. Оно показало, что при увеличении смещения центральной жилы фидера от оси волновода разница сопротивлений фидера и входного сопротивления перехода уменьшалась и поэтому полоса пропускания расширялась по сравнению с соосным ТКВП. На рисунке 2 приведен результат моделирования несоосного ТКВП. Как видно из рисунка полоса пропускания по уровню 1.2 составила 8%, что значительно выше, чем у соосного ТКВП.

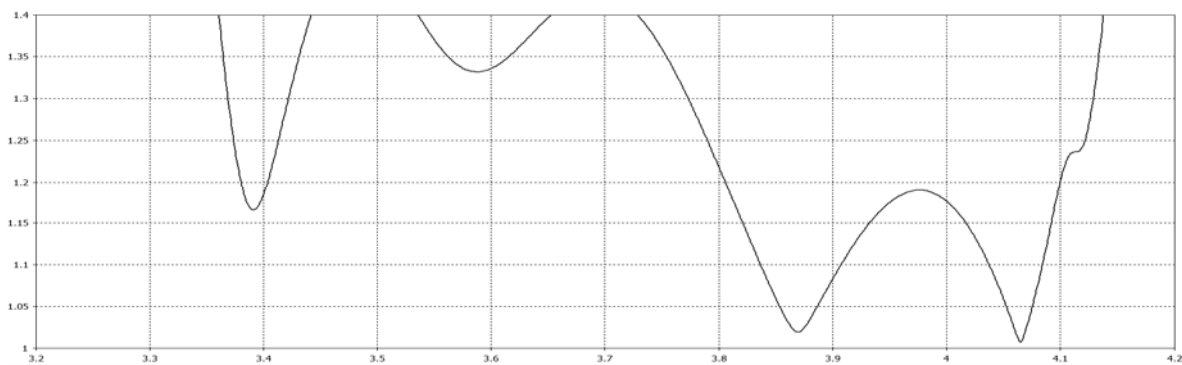


Рис. 2. Частотная характеристика несоосного ТКВП

С целью проверки эффективности и надежности метода конечных элементов исследование проводилось двумя разными программными реализациями этого метода. На рис. 3 приведено сравнение экспериментальных результатов и результатов численных расчетов, полученных с помощью двух программ для моделирования СВЧ устройств методом конечных элементов. Сравнение с экспериментом показывает, что моделирование методом конечных элементов дает близкие по ширине полосы пропускания результаты. В тоже время имеется погрешность в определении центральной частоты согласования. Это может быть вызвано факторами, которые в данное время при моделировании учесть практически невозможно, например, наличием реального разъема (подобные расхождения при определении центральной частоты можно проследить и в [2]).

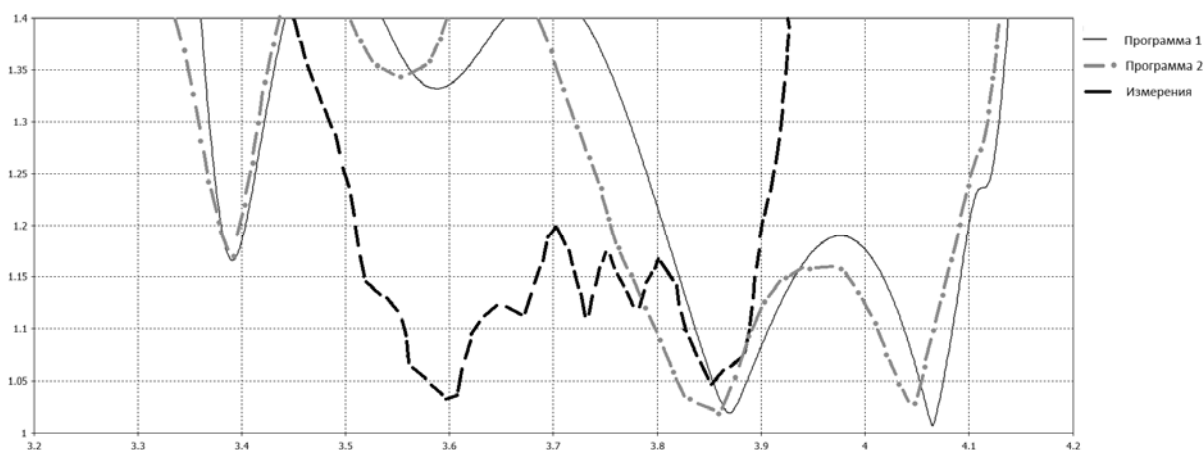


Рис. 3. Сравнение теоретических и экспериментальных результатов

Проведенные исследования показали, что по сравнению с известным соосным ТКВП несоосный переход обладает значительно лучшими частотными характеристиками. Причем получаемый при этом выигрыш во многом определяется оптимальными геометрическими параметрами элементов ТКВП. На основе проведенных теоретических исследований в докладе приводятся рекомендации по выбору этих параметров, с точки зрения получения максимально возможной полосы пропускания ТКВП.

Литература

1. Das, B. N., Sanyal, G. S. Coaxial-to-waveguide transition /End-launcher type//Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, Volume 123, Issue 10, October 1976, p. 984-986.
2. Александр Васильченко, Ив Схольц, Вальтер Де Раад, Ги Ванденбош. Качественная оценка вычислительных методов электродинамики // Технологии в электронной промышленности, №3, 2008. С. 52-56.

ФИЗИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВЧ УСТРОЙСТВ НА ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ С АНОМАЛЬНОЙ ДИСПЕРСИЕЙ

Ястребцова О.И.,
МТУСИ, студентка группы БРР 1101,
Каравашкина В.Н.,
к.т.н., доцент, МТУСИ

При создании современной радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры и освоении все более высокочастотных диапазонов, все шире используются элементы с распределенными параметрами. Увеличение рабочих частот диктуется необходимостью повышения информационной емкости каналов связи, уменьшения веса и габаритов приборов. При этом возрастают требования к фазовым и дисперсионным характеристикам соединений [1].

Уменьшение габаритов элементов с распределенными параметрами (ответвители, фильтры, резонаторы и др.) может быть достигнуто без увеличения рабочей частоты, путем повышения диэлектрической проницаемости подложки, на которой они размещены. Однако более существенный результат получается при выполнении проводников в виде замедляющих систем с аномальной дисперсией [2, 3].

Дисперсия – это зависимость фазовой скорости электромагнитной волны от её частоты. Термин «дисперсия» был введен в физику ещё И.Ньютоном в 1672 году при описании разложения пучка белого света, преломляющегося в набор цветных полос на границе раздела двух сред. Постепенно под дисперсией стали понимать такие физические эффекты как расплывание исходной формы импульсов из-за появления различия фазовой и групповой скоростей для различных частотных составляющих и неравномерное движение волновых фронтов в элементах СВЧ.

В общем случае, в замедляющих системах рассматривают четыре вида дисперсии сигналов:

- Нормальная дисперсия, при которой фазовая скорость v_ϕ уменьшается с ростом частоты колебаний;
- Аномальная дисперсия, характеризующаяся увеличением величины фазовой скорости при повышении частоты;
- Положительная дисперсия, при которой направления фазовой v_ϕ и групповой v_τ скоростей совпадают;
- Отрицательная дисперсия, при которой фазовая скорость и групповая скорость направлены в противоположные стороны.

Эквивалентной схемой замедляющей системы можно считать периодическую последовательность связанных между собой резонаторов из сосредоточенных индуктивностей и емкостей. Рассмотрев цепочку индуктивно связанных резонаторов, можно получить уравнение дисперсии. Для этого необходимо составить уравнение Кирхгофа для этой цепочки:

$$\frac{1}{j\omega C_0} I + j\omega [L_0 + L_{ce} (e^{i\varphi} + e^{-i\varphi})] I = 0$$

Его решение имеет вид:

$$\frac{\lambda}{\lambda_p} = \sqrt{1 + 2k \cos \varphi}$$

где $\lambda_p = 2\pi c \sqrt{L_0 C_0}$, $k = \frac{L_{ce}}{L_0}$ (коэффициент связи индуктивно связанных резонаторов).

Дисперсия цепочки отрицательная при $k < 0$ и положительная при $k > 0$. Если коэффициент связи отрицателен и достаточно велик по абсолютной величине, то в цепочке возможна аномальная положительная дисперсия при $\varphi > \pi/2$.

При использовании замедляющих систем с аномальной дисперсией с ростом частоты колебаний фазовая скорость увеличивается при сохранении электрической длины структуры, а наличие замедления позволяет сократить геометрическую длину устройства при сохранении электродинамических характеристик. Сложный характер распределения поля между проводниками замедляющей системы позволяет, в зависимости от конфигурации, управлять дисперсионной характеристикой, что представляет интерес при создании антенно-фидерных устройств, направленных ответвителей, поглощающих нагрузок, фазовращателей с управлением магнитным полем, резонаторов, линий задержки, согласующих устройств и ряда других пассивных элементов СВЧ трактов с частотно зависимыми характеристиками.

Наиболее известным примером конструкции замедляющих систем с аномальной положительной дисперсией может служить спираль с продольно-проводящим экраном, помещенным в изотропный металлический экран. Выбирая соотношения диаметров спирали и проводящего экрана, можно менять характер дисперсии. Такая структура широко используется для коррекции дисперсионной характеристики широкополосных ламп бегущей волны.

Продольно-проводящий экран часто выполняется в виде продольных полосок, размещенных снаружи спирали, причём ширина полосок на дисперсию влияет незначительно. Продольно-проводящий экран, также как и обычный изотропный, уменьшает поле внутри спирали, но меньше, в то время как его влияние на дисперсионную характеристику оказывается таким же.

Другой, не менее известной конструкцией замедляющих систем с аномальной дисперсией, является спираль в металлическом экране с продольными ребрами. В этом случае отсутствуют изолированные проводники, и при достаточно малом диаметре экрана распространение быстрых волн невозможно. Применительно к лампам бегущей волны это весьма важный фактор, поскольку наличие дополнительных проводников делает возможным распространение быстрых волн и, следовательно, увеличивает опасность паразитной генерации прибора.

Особо следует отметить возможность получения аномальной дисперсии с помощью связанных замедляющих систем, которые обеспечивают не только дополнительное замедление, но и разделение электрической и магнитной энергии волны в поперечном сечении. К связанным замедляющим системам относятся структуры, импедансные проводники которых расположены напротив друг друга и имеют идентичную конфигурацию с поворотом на 180° . Примером могут служить коаксиально расположенные спирали с противоположным направлением витков.

Важность затронутой темы подтверждается разработками различных методов расчетов замедляющих систем. Каждый из них к настоящему времени обеспечивает, как правило, достаточно высокую достоверность результатов при той или иной конкретной схеме замедления. Повышение точности численных оценок характеристик замедляющих систем обеспечивается сейчас использованием одновременно нескольких методов, поэтому по-прежнему существует потребность в создании обобщенной модели замедляющих устройств с использованием оптимальной механизации их расчета.

Литература

1. *Елизаров, А.А., Пчельников Ю.Н.* Радиоволновые элементы технологических приборов и устройств с использованием электродинамических замедляющих систем.— М.: Радио и связь, 2002. — 200 с. — ISBN: 5256015974
2. *Елизаров А.А., Каравашкина В.Н.* СВЧ устройства на замедляющих системах с аномальной дисперсией / Основы теории и применение.— Германия, Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. — 127 с. — ISBN: 978-3-659-49526-7
3. *Елизаров А.А., Каравашкина В.Н.* Конструктивно-технологические особенности устройств на замедляющих системах с аномальной дисперсией // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 9. С. 77-81.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ МДП-ТРАНЗИСТОРОВ

Безруков И.М.,
МТУСИ, студент группы БИК1205,
Власов В.П.,
к.т.н., доцент, МТУСИ

В процессе эволюции планарных транзисторов улучшение их характеристик достигалось в основном за счёт миниатюризации: при уменьшении длины затвора транзистора в N раз, в N раз уменьшаются толщина слоя диэлектрика, ширина затвора и его рабочее напряжение. Благодаря этому скорость переключения транзистора возрастает в N раз, а количество транзисторов на кристалле – в N^2 раз, обеспечивая снижение рассеиваемой мощности в раз.

Уменьшению размеров транзистора препятствуют выделение тепла и утечка тока в процессе работы: чем транзистор миниатюрнее, тем они больше.

Токи утечки протекают через слой диэлектрика между истоком и стоком в выключенном состоянии транзистора. Возникновение тока утечки через слой диэлектрика обусловлено уменьшением его толщины по мере уменьшения размеров транзисторов, т. к. при оптимальном соотношении этих параметров толщина слоя диэлектрика меньше длины канала в 45 раз. Таким образом, при топологическом размере порядка десятков нанометров, толщина диэлектрического слоя составляет всего несколько межатомных расстояний, что приводит к появлению квантовых эффектов (тунелирования) и возникновению паразитных токов утечки [1].

Снижение толщины диэлектрического слоя позволяет увеличить емкость затвора и сохранить неизменным значение тока между истоком и стоком, уменьшив рабочее напряжение, т. е. снизить энергопотребление.

В качестве диэлектрического слоя уже более 30 лет используется диоксид кремния, поэтому минимальная толщина слоя, при котором он сохраняет диэлектрические свойства, уже практически достигнута и составляет три-четыре межатомных расстояния. Альтернативой уменьшению толщины диэлектрического слоя может служить увеличение его диэлектрической проницаемости, т. е. замена диоксида кремния, с диэлектрической проницаемостью 3.9, на материалы, обладающие значительно более высокой диэлектрической проницаемостью.

Использование таких материалов позволяет применять более толстые слои диэлектрика (т. е. снизить токи утечки) при сохранении требуемого значения емкости подзатворной области. Данные материалы получили название *high-K*-диэлектрики. Их применение позволяет повысить толщину слоя диэлектрика по сравнению с толщиной диоксида кремния во столько раз, во сколько раз диэлектрическая проницаемость вещества больше диэлектрической проницаемости диоксида кремния [2].

Для замены диоксида кремния, в качестве *high-K*-материалов, рассматривались различные варианты, но наибольшее распространение получил диоксид циркония (ZrO_2). Он обладает диэлектрической проницаемостью равной 25, что в 6.4 раза больше, чем диэлектрическая проницаемость диоксида кремния. Следовательно, для обеспечения той же самой подзатворной емкости при применении диоксида циркония можно использовать в шесть с лишним раз более толстый слой диэлектрика и снизить ток утечки примерно в 10 тыс. раз.

Замена диоксида кремния на *high-K*-диэлектрики с целью снижения токов утечки сопряжена с рядом трудностей:

- необходимостью менять технологический процесс производства микросхем;
- плохой совместимостью *high-K*-диэлектриков с поликремниевыми затворами.

Использование структуры «*high-K*/поликремний» приводит к возникновению высокого порогового напряжения в планарных транзисторах и значительному снижению активности движения электронов через канал из-за появления, так называемого, поверхностно-оптического фонового режима (*SO*).

Таким образом, для внедрения в производство транзисторов на *high-K*-диэлектриках, требовалось найти материал, способный заменить поликремний и хорошо сочетающийся с *high-K*-диэлектриками. И такое сочетание, позволившее значительно улучшить характеристики транзисто-

ров, было разработано (по имеющимся данным, компанией *Intel*) и получило название «*high-K/metal gate* структура», т. е. структура на *high-K*-диэлектриках с металлическим затвором. Материал диэлектрика гласности не предан, про затвор известно, что это некий металлический сплав. Создание *high-K/metal gate* структуры позволяет уменьшать техпроцесс производства транзисторов вплоть до значений 10 нм.

Массовое внедрение структуры *high-K/metal gate* ведущие компании мира начали в 2007 году с освоением техпроцесса 45 нм, однако её распространение ещё не стало всеобъемлющим, а кремний в качестве диэлектрика сохраняет свои позиции во многих сегментах электроники.

Литературы

1. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 488 с.
2. High-k and Metal Gate Transistor Research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.intel.com/pressroom/kits/advancedtech/doodle/ref_HiK-MG/high-k.htm, свободный (10.04.14).

ПРОКЛАДКА И МОНТАЖ ПОДВОДНОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

*Банишева В.А., Наливайко И.В.,
МТУСИ, студентки группы ОС0901,
Зубилевич А.Л.,
к.т.н., доцент, МТУСИ*

Цель работы: рассмотреть особенности строительства подводной волоконно-оптической линии связи на остров Сахалин. И проанализировать, как приводится технология прокладки и монтажа. Подводные волоконно-оптические системы передачи являются развивающимся и перспективным направлением в отрасли связи. В настоящее время подводные ВОЛС используются для передачи данных на дальнее расстояние, они являются наиболее эффективными и надежными, поскольку беспроводная связь на такие большие расстояния не может быть проведена.

Достоинствами подводных волоконно-оптических линий связи является предоставление высокоскоростной связи в удаленные части земного шара, с доступной стоимостью услуг.

Алгоритм планирования подводных ВОЛС включает в себя: длительное и тщательное планирование, подборка волоконно-оптического подводного кабеля, а также выбор используемого оборудования.

Главное, при прокладке подводных волоконно-оптических кабелей то, что она осуществляется кабельным судном, которое оснащено всем необходимым оборудованием для эффективной, качественной и надежной операции при строительстве подводных ВОЛС.

Прокладку подводного кабеля можно разделить на два основных этапа:

- 1) Прокладка прибрежных участков магистрали.
- 2) Основная часть прокладки (морская).

При прокладке прибрежных участков требуется использовать специальные катера и буксирные баржи, если кабельное судно не может подойти ближе, чем на 2 км. Во время движения катера к берегу кабель с кабельного судна выпускается кабельной машиной и к нему крепятся поплавки через 15-16 м. Протягивание кабеля на берег осуществляется тягачом. На берегу кабель закрепляют в котловане с укладкой запаса.

При прокладке основной используется плуг для рытья траншеи. При укладке кабеля выполняется заглублением в грунт на глубину 1-3 м. После осуществления данных работ траншея зарывается.

Особенностью монтажа подводного подводных волоконно-оптических кабелей является:

- 1) Сложнее разделка подводного оптического кабеля сложнее, так у подводных оптических кабелей защитных оболочек больше, чем у обычного ОК.
- 2) Необходимо полностью заливать полиэтиленом прочный корпус муфты, чтобы обеспечить надежной герметизации, что гарантирует более длительный срок службы в морской воде.
- 3) Длительный монтаж (монтаж одной муфты производится в течение дня).
- 4) Высокая стоимость монтажа и муфт.
- 5) Тщательная проверка на качество готовой муфты под рентгеновскими лучами, чтобы убедиться, что нет пузырьков воздуха, которые разрушают со временем конструкцию муфт.

При повреждении подводного кабеля, необходимо извлечь кабель со дна специальным захватом – грапнелем, который подбирается в зависимости от дна водоема. Кабельное судно должно оставаться на том же месте, где производится поднятие кабеля, осуществляя маневры. После чего фиксируются точные координаты, где был вытасчен кабель, с помощью буя с грибовидным якорем. На кабельном судне осуществляется устранение повреждения.

Литература

1. Беда С.И., Катанович А.А, Подводные кабельные системы связи. – СПб.: Судостроение, 2009. – 240 с.
2. Портнов Э.Л. Оптические кабели связи, их монтаж и измерение. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 448 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ПОДЗЕМНЫХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ В ТЯЖЕЛЫХ ГРУНТАХ

*Грабовый В.Ю., Шишков И.В.,
МТУСИ, студенты группы БЭС1101,
Соколов С.А.,
к.т.н., профессор МТУСИ*

В современном мире технология бестраншейного бурения, для прокладки телекоммуникаций, наиболее эффективна, но она не всегда заменяет классические способы бурения. Экскаваторы, используемые для прокладки кабелей, одновременно могут разрезать грунтовые породы также производить его выемку из траншеи. Преимущество в работе траншейных экскаваторов заключается в быстрой, чистой и стабильной прокладке траншеи, высоком качестве, снижении трудовых затрат, возможности повторного использования вынутого грунта для засыпки траншеи и общей экономической эффективности. Для работ в разных грунтах разработаны пять типов органов: дисковые; цепные; роторные; плужные и для нужд инженерных войск. Используя экскаваторы такого типа, появляется возможность работать в тяжелых условиях и, практически, по всем видам грунтов: по мерзлым грунтам, илу, глине, известняку, большинству скальных пород, бетону.

Рассматривается три метода прокладки кабеля в тяжелых грунтах.

Метод многократной пропорки: этот метод целесообразен в грунтах с толстой каменистой слоя не более 0,5 м. Используются специальные рыхлители грунта (ПГ-1) или кабелеукладчики (гусеничные или колесные). Они должны быть оснащенные пропорочным ножом (НП-2). Имеющиеся на пути прокладки кабеля камни и валуны, убираются корчевателями.

Взрывной способ: данный метод целесообразен при огромных объемах работ. Данный метод ограничен опасностью проводимых работ. Метод крайне эффективен в малонаселенных районах.

Метод шпуровых зарядов: Данный метод целесообразен для прокладки кабелей. С использованием отбойных молотков(специальные буровые установки) выбуриваются отверстия(шпуры). Дистанция между шпурами, как и глубина закладки взрывчатого вещества(как и его количество)рассчитываются в зависимости от грунта и глубины траншеи:

$$H = \frac{r}{h}$$

Где: Н – эффективность взрыва; r – радиус воронки; h – расстояние от заложенного заряда поверхности земли

Также объем взорванной породы на один метр:

$$W_{вз} = rh$$

В шпуры производится закладка заряда и с помощью детонаторов взрываются в требуемом порядке. Благодаря этим действиям производится рыхление пород.

Далее разрыхленный грунт пропарывается по всей длине для дальнейшей прокладки кабеля. При использовании этого метода происходит разброс грунта, что иногда мешает засыпке траншеи. Опасной зоной разброски грунта считается радиус до 100 м.

Литература

1. Барон Д.А., Гроднев И.И. Справочник: строительство кабельных сооружений связи
2. Общая инструкция по строительству линейных сооружений ГТС.
3. Справочник "Радио и связь": И. Гроднев, А. Г. Мурадян, Р. М. Шарафутдинов и др. М., 1993.

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ КОДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЦСП

Гусева А.С., Керимханова Э.В.,
МТУСИ, студентки группы БСС1101,
Калабекьянц Н.Э.,
доцент МТУСИ

Понятие “цифровая передача” является довольно широким и включает множество вопросов, таких как выбор параметров импульсов в конкретной среде передачи, преобразование цифровой последовательности к коду передачи и т.п.

Во всем мире сейчас активно развивается цифровая связь – это основная тенденция развития телекоммуникаций. Качество цифровой связи имеет ряд преимуществ перед обычной связью. На основе цифровых систем передачи строят протяженные транспортные сети почти любого назначения. Благодаря научному прогрессу современные цифровые системы передачи данных позволяют одновременно передавать аудио, видео и цифровой сигнал.

Цель работы – ознакомиться с различными характеристиками кодов, используемых в цифровых системах передачи, методами их преобразования и параметрами по которым они сравниваются.

Видеоимпульсные сигналы $S_k(t)$ могут быть представлены девятью различными элементами. Длительность импульсов равна T или $T/2$, амплитуда равна $A/2$, форма прямоугольная.

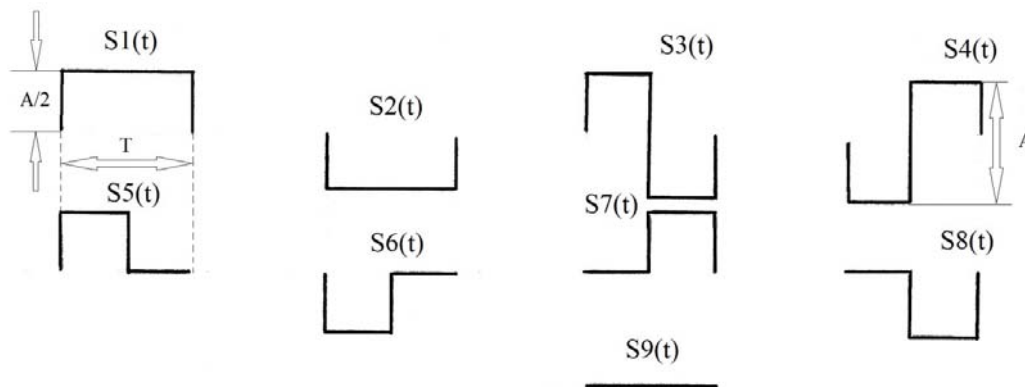


Рис. 1

Сравнивают цифровые сигналы по потенциальной помехоустойчивости при идеальных условиях: $P_{\text{э}} = \int_0^T [S_i(t) - S_j(t)]^2 dt$, где $P_{\text{э}}$ – эквивалентная мощность элементов сигнала $S_i(t), S_j(t)$.

Предельная помехоустойчивость достигается при $S_i(t) = -S_j(t)$. Это условие выполняется при использовании моноимпульсного сигнала ($S_1(t)$ и $S_2(t)$) или биимпульсного сигнала ($S_3(t)$ и $S_4(t)$).

Важными параметрами для оценки видов видеоимпульсных сигналов являются:

- Параметры, оценивающие среднее значение тактовой частоты в ЦС при равной вероятности передачи двоичных символов (P_T)
- Параметры, оценивающие устойчивость признаков тактовой частоты при различных предельновозможных вероятностях передачи двоичных символов (K_T)

$$K_T = \frac{P_{T\text{мин}}}{P_{T\text{макс}}}$$

Наилучшими параметрами эквивалентной мощности, среднего значения тактовой частоты и устойчивости признаков тактовой обладаёт сигнал $S_3(t)$ и $S_4(t)$.

Коды разделяют на два вида:

- неалфавитные ($HDB3$)
- алфавитные ($mBnB, mBnT, mBnQ$, где B (*Binary*) – двоичное, T (*Ternary*) – троичное, Q (*Quaternary*) – четверичное основание кода).

Неалфавитные коды формируются в результате изменения статистических свойств исходной двоичной информации при некоторых определенных условиях (например, условием может быть заданное количество подряд следующих «0»).

Алфавитные коды получаются в результате изменения статистических свойств исходной двоичной последовательности путем деления ее на группы с постоянным числом тактовых интервалов и дальнейшим преобразованием этих групп по определенному алфавиту в группы символов кода с другим основанием счисления (>2) и с новым количеством тактовых интервалов. Например, коды типа nV_kM являются алфавитными, где M – новое основание счисления, n – количество символов в кодируемой двоичной группе и k – количество символов в группе кода.

Алфавитные коды сравниваются по таким параметрам, как:

- 2^n – количество групп двоичных символов;
- M^k – количество групп символов кода;
- $Km = \frac{n}{k}$ – коэффициент измерения тактовой частоты;
- $r = \left(\frac{k}{n} \log_2 M - 1 \right) \times 100\%$ – избыточность кода.

В качестве примера алфавитного кода рассмотрим код типа 4В3Т. Каждая группа из 4-х двоичных символов преобразуется в соответствующую группу из трех троичных символов.

Алгоритм преобразования к коду передачи вида 4В3Т:

- Поочередно, для поддержания баланса постоянной составляющей, выбираются кодовые комбинации из 2-го и 4-го столбцов;
- Если выполняется условие, что положительных импульсов было передано больше, чем отрицательных, то выбирается 2-й столбец;
- Если выполняется обратное условие, то выбирается 4-й столбец.

Таблица преобразования к коду 4В3Т

«+» – положительный импульс; «-» – отрицательный импульс; «0» – отсутствие импульса.

Двоичная кодовая комбинация	Троичная кодовая комбинация		
	-	0	+
0000	---		+++
0001	--0		++0
0010	-0-		+0+
0011	0--		0++
0100	--+		++-
0101	-+-		+ - +
0110	+--		-++
0111	-00		+00
1000	0-0		0+0
1001	00-		00+
1010		0+-	
1011		0-+	
1100		+0-	
1101		-0+	
1110		+ - 0	
1111		-+0	

В кодах типа nV_kM достаточно просто осуществлять контроль верности передачи информации, так как любая одиночная ошибка или вызывает новое нарушение чередования полярностей, или пропадания ранее введенного нарушения закона чередования.

Далее рассмотрим неалфавитный код В3ЗS. В данном коде каждая последовательность из трёх нулей в цифровом сигнале заменяется на одну из двух комбинацию:

- На комбинацию 00V, состоящую из двух тактовых интервала без импульсов, за которыми следует импульс, нарушающий биполярность (V);

- На комбинацию BOV, содержащую одиночный импульс правильной последовательности биполярного кода (B), за которым следует пауза (0), а в конце импульс с нарушением биполярности (V).

Место замены в коде легко обнаружить, потому что при замене специальной комбинацией нарушение биполярности происходит в последней позиции.

Таблица преобразования к коду B3ZS

Полярность предыдущего импульса	Вид комбинации для числа импульсов	
	Нечётного (00V)	Чётного(B0V)
-	00-	+0+
+	00+	-0-

Рассмотрим пример определения линейного сигнала в коде B3ZS для последовательности цифрового сигнала 101000110000010001

Комбинация	101	000	11	000	001	000	1
Передавалось нечётное число импульсов	+0-	<i>00-</i>	+-	+0+	00+	<i>00+</i>	-
Передавалось чётное число импульсов	+0-	+0+	-+	<i>-0-</i>	00-	<i>00-</i>	+

Нарушения биполярности в таблице выделены курсивом.

Так как перед каждым умышленным нарушением биполярности передается "0", а между всеми умышленными нарушениями содержится нечетное число биполярных импульсов. Чётное число биполярных импульсов может появиться только в результате ошибок в канале, что создает значительную систематическую избыточность для контроля характеристик.

Теперь рассмотрим парно-селективного троичный код PST. Чтобы перейти к коду PST необходимо разделить двоичный цифровой сигнал на пары битов с целью получения последовательности кодовых комбинаций из двух битов, а затем получившиеся кодовые комбинации преобразовать каждую в два троичных символа для передачи.

Алгоритм преобразования к коду PST прост. Из одного столбца выбираются кодовые комбинации до тех пор, пока на вход преобразователя кода не поступит одиночный импульс. В момент поступления одиночного импульса моды в преобразователе кодов переключаются, и выбор кодовых комбинаций осуществляются из другого столбца до тех пор, пока снова не будет передан другой одиночный импульс (противоположной полярности).

Таблица преобразования к коду PST

Двоичный входной сигнал	Мода +	Мода -
00	-+	-+
01	0+	0-
10	+0	-0
11	+-	+-

Рассмотрим пример преобразования в код PST двоичный цифровой сигнал 11.00.11.10.10.11.00

	11 00 11 10 10 11 00
Случай 1(мода +)	+- -+ +- -0 +0 ++ -+
Случай 2(мода -)	+- -+ +- +0 -0 +- -+

Недостатком данного алгоритма является разделение сигнала на пары, следовательно, обратный преобразователь кода PST должен выделять границы пар. Однако распознавание границ осуществляется легко, потому что при неверном разбиении на пары, в итоге образуются недопустимые кодовые комбинации (00, ++, --).

Вывод

Алфавитные коды увеличивают пропускную способность цифровых систем передачи путем снижения значения тактовой частоты, а также они повышают стабильность признаков тактовой частоты.

В неалфавитных кодах нарушается условие чередования полярности импульсов. Минимальная верхняя частота спектра равна $(0.6-0.7)f_T$, а предельная помехоустойчивость совпадает с ЧПИ.

Литература

1. Беллами Дж.К. Цифровая телефония. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с.
2. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Цифровые системы передачи. – М.: Горячая линия, Телеком, 2007. – 350 с.

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛЬНЫХ СООБЩЕНИЙ В СЕТЯХ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ

Галаева А.С.,
МТУСИ, студентка группы М61201,
Пиеничников А.П.,
к.т.н., профессор МТУСИ

Мультисервисные сети – основы сетей будущего. Под мультисервисными сетями понимается единая инфраструктура передачи данных для предоставления мультимедийных услуг. Эта сеть способна передавать голос, аудио и видео сообщения, данные [1].

Таким образом, объектом исследования является фрагмент мультисервисной сети для передачи сигнальных сообщений [4, 5].

Целью работы является оценка транспортного ресурса для передачи сигнальных сообщений при предоставлении мультимедийных услуг. Учитывая ограниченный объем данной работы, рассмотрены сигнальные сообщения при передаче только голоса. Рассматривается сигнализация в сети с коммутацией пакетов. Представлена упрощенная оценка транспортного ресурса для передачи сигнальных сообщений. Поставлена задача детально исследовать объем сигнальных сообщений и их количество при предоставлении услуги передачи речи. На рисунке 1 приведена структурная схема сети.

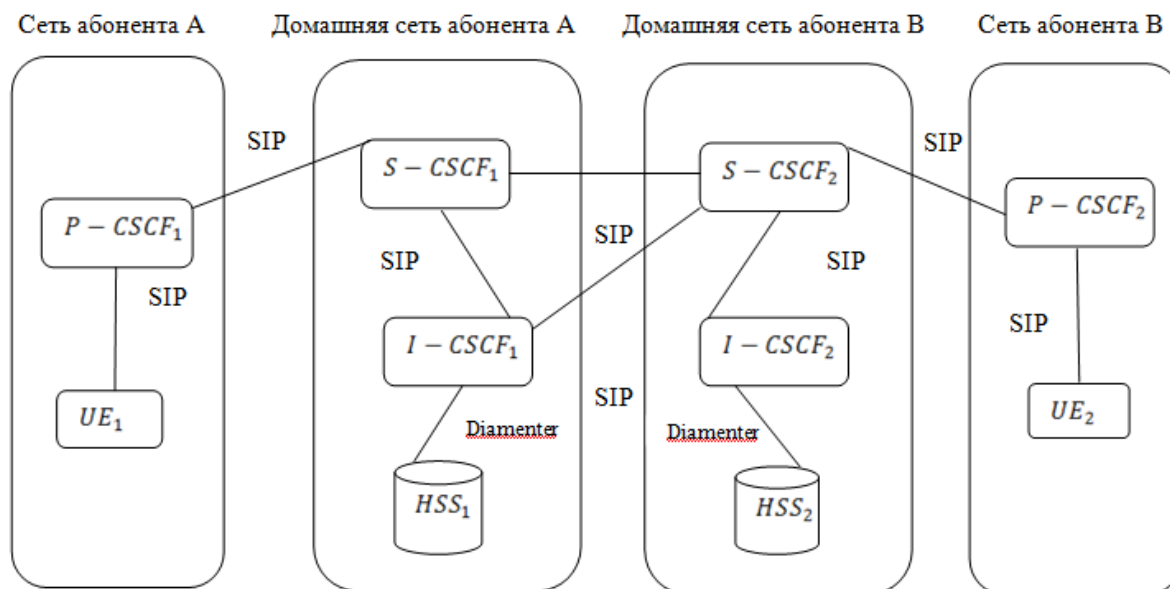


Рис. 1. Функциональные объекты в IMS

Расчет длины сообщений протокола SIP основан на статистических данных, а также учитываются длины заголовков протоколов нижних уровней, которые добавляются к сообщениям SIP при передаче по IP-сети. Отметим, что длины сообщений рассчитывались без учета их сжатия. Данные о длинах сигнальных сообщений представлены в табл. 1 [3].

Рассмотрим 2 варианта. В первом случае подсчитаем объем всех сигнальных сообщений между Interrogating CSCF (посредником для взаимодействия с внешними сетями) абонента А и Serving CSCF (центральным узлом сети IMS) абонента В. Во втором случае между Serving CSCF (центральным узлом сети IMS) абонента А и Serving CSCF (центральным узлом сети IMS) абонента В.

$$1. \quad I_{\text{I-CSCF1-S-CSCF2}} = I_{\text{INVITE}} + I_{\text{TRYING}} + I_{\text{SP}} + I_{\text{OK}} + I_{\text{RINGING}} + I_{\text{OK}} + I_{\text{ACK}} + I_{\text{BYE}} + I_{\text{OK}}.$$

$$I_{\text{I-CSCF1-S-CSCF2}} = 7264 \text{ байта.}$$

$$2. \quad I_{S-CSCF1-S-CSCF2} = I_{INVITE} + I_{TRYING} + I_{LIR} + I_{LIA} + I_{INVITE} + I_{TRYING} + I_{SP} + I_{PRACK} + I_{OK} + I_{UPDATE} + I_{OK} + I_{RINGING} + I_{OK} + I_{ACK} + I_{BYE} + I_{OK}.$$

$$I_{S-CSCF1-S-CSCF2} = 12040 \text{ байта.}$$

Как видно из схемы рис. 1, таблицы 1 и расчётов, объём всех сигнальных сообщений при установлении одного речевого сообщения изменяется в пределах от 7 до 12 кбайт.

Если брать рекомендации [2], то объём всех сигнальных сообщений при установлении одного речевого сообщения получается $I = 50 \times 10 = 500$ байт, т.е. почти в 15 раз меньше. В [2] за среднюю длину одного сигнального сообщения принята величина, равная 50 байтам, а за среднее количество сообщений в процессе обслуживания одного вызова принята величина, равная 10.

Таблица 1

Длины сигнальных сообщений в байтах

Сообщение SIP	Длина (байт)	Сообщение Diameter	Длина (байт)
INVITE	976	LIR	548
100 Trying	496		
183 Session Progress	956		
PRACK	496		
200 OK	1036		
UPDATE	496	LIA	728
180 Ringing	496		
ACK	676		
BYE	556		
REGISTER	856		

Рассчитаем транспортный ресурс для передачи сигнальных сообщений протокола SIP при условии, что число вызовов в ЧНН равно $C_{\text{чнн}}$:

$$V_{\text{sip}} = k_{\text{sip}} C_{\text{чнн}} I / 450, \text{ бит /с,}$$

где V_{sip} – транспортный ресурс, в бит/с, который необходим для передачи сигнальных сообщений протокола SIP; k_{sip} – коэффициент использования транспортного ресурса при передаче сигнальных сообщений. По аналогии с ОКС 7 значение k_{sip} принимается равным $k_{\text{sip}} = 5$, что соответствует нагрузке 0,2 Эрл; $1/450$ – результат приведения размерности «байт в час» к «бит в секунду» ($8/3600=1/450$).

Примем $C_{\text{чнн}} = 1000$, тогда:

$$V_{\text{sip1}} = 5 \cdot 1000 \cdot 7264 \cdot 1/450 = 103244 \approx 103 \text{ кбит/с,}$$

$$V_{\text{sip2}} = 5 \cdot 1000 \cdot 12040 \cdot 1/450 = 133778 \approx 134 \text{ кбит/с.}$$

По результатам исследования видно, что объём всех сигнальных сообщений при установлении одного речевого сообщения получается приблизительно от 7 до 12 кбайт, в отличие от $I=500$ байт, указанных в рекомендации [2]. Вероятно в [2] произошла опечатка с количеством байт в одном сигнальном сообщении, которое должно быть на порядок больше.

Литература

1. Деарт В.Ю. Мультисервисные сети связи. Транспортные сети и сети доступа. – М.: Инсвязьиздат, 2008. – 168 с.
2. Семёнов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения. – СПб.: Наука и Техника, 2005. – 240 с.
3. Самуйлов К.Е., Сотин Э.С., Чукарин А.В. Оценка характеристики сигнального трафика в сети связи на базе подсистемы IMS // Т-Сотм: Телекоммуникации и транспорт, 2010. – № 7. – С. 8-13.
4. Чупахина Л.Р., Киреева Н.В. Исследование самоподобного трафика в мультисервисной сети // Т-Сотм: Телекоммуникации и транспорт. 2013. Т. 7. № 8. С. 88-89.
5. Данилов А.Н., Кайюмов С.Т. Анализ методов оценки параметров трафика мультисервисной сети доступа // Т-Сотм: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 3. С. 38-39.

ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЯ НА СОТСБИ

Кусов Е.С., Кузьменков А.М.,
МТУСИ, студенты группы КТ1001,
Михайлова Ц.Ц.,
д.т.н., МТУСИ

Бурное развитие самых разнообразных, взаимодействующих между собой технологий и протоколов в современном мире телекоммуникаций делает весьма актуальной задачу подготовки и переподготовки квалифицированных кадров, владеющих всеми этими новыми и существующими информационными технологиями. Столь трудновыполнимая задача несколько упрощается благодаря появившимся в последнее время новейшим мультимедийным интерактивным методам и средствам обучения, одним из которых является комплекс СОТСБИ-У [1].

Цель работы – создание видеоконференции на платформе СОТСБИ, с последующим использованием в качестве лабораторной работы для студентов.

Рабочее место учащегося для выполнения практической и исследовательской работ представляет собой совокупность аппаратных и программных средств. Аппаратные средства представлены персональным компьютером и набором периферийных устройств, в том числе для приема и передачи мультимедийной информации (гарнитура и, опционально, видеочасть). Программные средства: *MONSTER IMS Client* (программный телефон *IMS – MONSTER*); *OpenIMS HSS* (Web-интерфейс *IMS HSS*) [2, 3].

Для корректной работы софтфона необходимо настроить профиль пользователя. Профиль представляет собой комбинацию настроек, которые должны быть установлены на софтфоне. При настройке профиля необходимо указать номер пользователя или имя и IP-адрес сервера (для осуществления вызовов через SIP-сервер) или IP-адрес пользовательского терминала (для осуществления вызовов «точка-точка»), остальные настройки являются опциональными. Как правило, профиль определяется учетной записью пользователя. Для разных учетных записей создаются соответствующие им профили. В приложении на одном рабочем месте может быть создано несколько учетных записей пользователей, для каждой из которых должен быть задан свой профиль. Если на софтфоне активирована какая-либо учетная запись, то автоматически устанавливаются настройки профиля, соответствующего этой учетной записи. При запуске приложения на софтфоне активируется последний используемый профиль. Софтфоны, используемые на СОТСБИ-У могут работать в двух режимах: с регистрацией на SIP-сервере и в режиме «точка-точка». При работе софтфона через SIP-сервер, сервер занимается обслуживанием входящих и исходящих вызовов с этого софтфона. При этом все сообщения протокола SIP, сгенерированные в процессе обслуживания вызова, обрабатываются SIP-сервером. Данные о SIP-сервере должны быть указаны в настройках софтфона. При организации вызова для ввода данных об удаленном абоненте можно набрать только имя пользователя или URI пользователя в формате: имя_пользователя@адрес_sip-сервера. (Именем пользователя может быть как имя присвоенное пользователю (его ник, например, bob), так и номер абонента (например, 111)).

В режиме «точка-точка» связь с удаленным софтфоном осуществляется напрямую. В этом случае все сообщения протокола транслируются непосредственно между софтфонами. Для организации вызова в режиме «точка-точка» необходимо знать текущие IP-адреса софтфонов. Формат данных вызываемого абонента в этом случае будет IP-адрес вызываемого абонента или имя@IP-адрес, где IP-адрес – IP-адрес вызываемого абонента.

Алгоритм выполнения лабораторной работы состоит из следующих пунктов:

- 1) Регистрация пользователей в общей абонентской базе *HSS*
- 2) Запуск программного *IMS* - клиента *MONSTER*
- 3) Настройка профилей пользователей
- 4) Установление соединения между пользователями
- 5) Перевод разговора в режим конференции

Также в ходе выполнения данной работы имеется возможность просматривать SIP трафик при различных сценариях взаимодействия пользователей. Для этого используется программа *Wireshark*.

Wireshark – это анализатор сетевых протоколов, задача которого состоит в мониторинге сетевого трафика в реальном времени, детальном отображении принятых и отправленных пакетов дан-

ных, а также сохранении собранных данных для последующего анализа. В Wireshark реализована мощная система поиска и фильтрации пакетов по множеству критериев.

Основные этапы работы в программе *Wireshark*:

- Процесс мониторинга пакетов начнется после того, как с помощью меню **Capture** будет выбран сетевой интерфейс и будет нажата кнопка **Start**;
- Панель **Filter** (Фильтр) используется для задания критерия фильтрации пакетов, например по типу протокола;
- Чтобы сохранить отслеженные пакеты, необходимо в главном меню выбрать **File/Save as**;
- Раздел Главного меню **Statistics->Flow Graph** позволяет вывести на экран диаграмму обмена сообщениями различных протоколов.

Литература

1. Руководство пользователя СОТСБИ-У.
2. Гольдштейн Б.С., Зарубин А.А., Саморезов В.В. Протокол SIP. Справочник. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2005. – 456 с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с

ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ РАЗДЕЛЯЕМЫХ БИБЛИОТЕК НА ЯЗЫКЕ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ VISUAL PROLOG И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ДРУГИХ ЯЗЫКАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Барков В.В.,
МТУСИ, студент группы М231301,
Яшина М.В.,
д.т.н., профессор МТУСИ

Технологии программирования в настоящее время развиваются в сторону стандартизации и упрощения структур взаимного обмена. Если в прошлом смена языка программирования требовала от разработчика программного обеспечения полностью переписать программу, что в свою очередь приводило к увеличению количества ошибок и дополнительным экономическим затратам, то сейчас появилась возможность интеграции унаследованного кода в новые проекты, разрабатываемые на другом языке программирования.

Наиболее сложной частью проекта является логическая структура алгоритма. С появлением декларативных языков программирования разработка программного обеспечения упростилась. Современное декларативное программирование, благодаря развитию вычислительной техники, все более активно используется в области разработки прикладного программного обеспечения. Декларативные языки программирования, логические и функциональные, наиболее близки к человеческому мышлению. Программы на декларативных языках, как правило, существенно короче, чем программы на императивных языках. В логических языках программирования задача описывается на языке отношений.

В данной статье предлагается методология разработки динамической разделяемой библиотеки на языке *Visual Prolog* и её интеграция в *.NET* приложение [1, 2].

Эта методика применена к задаче поиска оптимального маршрута на карте, представленной растровым изображением. Сложность состоит в том, что алгоритм объединяет несколько направлений из разных областей знаний: выделение на растровом изображении дорог, построение графа по изображению, поиск кратчайших путей на графе.

При построении графа удобно воспользоваться традиционными языками программирования (например, *Visual C#*).

При решении задачи поиска кратчайших путей на графе применяется алгоритм поиска в глубину. Этот же алгоритм используется механизмом вывода *Visual Prolog* при поиске решений. Поэтому данная задача может быть легко решена средствами *Visual Prolog*.

Для того чтобы предикаты могли быть использованы в других языках программирования необходимо выполнить 2 условия:

- 1) Предикаты должны быть объявлены с ключевыми словами *procedure* и *language*. После ключевого слова *language* должна быть указана конвенция вызова (*stdcall* или *c*)
- 2) Имена предикатов должны быть указаны в разделе *EXPORTS* файла определения модуля

Пример объявления предикатов представлен в листинге 1.

Листинг 1 – Пример определения предикатов

```
GLOBAL PREDICATES
procedure addEdge(integer Label, integer V1, integer V2, real Distance) - (i,i,i) language stdcall.
procedure removeEdge(integer Label, integer V1, integer V2, real Distance) - (i,i,i) language stdcall.
procedure clear() language stdcall.
procedure findShortestRoute(integer V1, integer V2, list Vertexes, list Edges, real Distance) - (i,i,o,o,o)
language stdcall.
```

При создании файла определения модуля необходимо учесть, что компилятор изменяет имена предикатов. Имена предикатов с конвенцией вызова *stdcall* формируются по правилу: *_имя_предиката@суммарный_размер_передаваемых_параметров*. Имена предикатов с конвенцией вызова *c* формируются по правилу *_имя_предиката*. Пример указания предикатов в файле определения модуля представлен в листинге 2.

Листинг 2 – Указание предикатов в файле определения модуля

```
EXPORTS
addEdge = _addEdge@20
removeEdge = _removeEdge@20
clear = _clear@0
shortestRoute = _findShortestRoute@20
```

Для подключения платформенно-зависимых функций в среде *.NET* объявляются методы с ключевыми словами *static*, *extern*, которые помечаются атрибутом *DllImportAttribute*. В качестве параметров передается путь к разделяемой библиотеке, имя точки входа (как в файле определения модуля) и конвенция вызова. По умолчанию имя метода совпадает с именем точки входа, конвенция вызова – *stdcall*. Пример подключения предикатов *Visual Prolog* в среде *.NET* представлен в листинге 3.

Листинг 3 – Подключение предикатов *Visual Prolog* в *.NET*

```
[DllImport("native/RouteFinder.dll", EntryPoint = "addEdge")]
private static extern void AddEdgeNative(Int32 label, Int32 v1, Int32 v2, Double distance);
[DllImport("native/RouteFinder.dll", EntryPoint = "removeEdge")]
private static extern void RemoveEdgeNative(Int32 label, Int32 v1, Int32 v2, Double distance);
[DllImport("native/RouteFinder.dll", EntryPoint = "clear")]
private static extern void ClearNative();
[DllImport("native/RouteFinder.dll", EntryPoint = "shortestRoute")]
private static extern void FindShortestRouteNative(Int32 v1, Int32 v2, out IntPtr vertexes, out IntPtr edges, out Double distance);
```

Соответствие типов *Visual Prolog* и *.NET* приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие типов данных *Visual Prolog* и *.NET*

<i>Visual Prolog</i>	<i>.NET</i>
<i>integer</i>	<i>System.Int32</i>
<i>real</i>	<i>System.Double</i>
<i>char</i>	<i>System.Char</i>
<i>integer*</i>	[StructLayout(LayoutKind.Sequential, Pack = 4)] private class Node { [MarshalAs(UnmanagedType.U1)] public Byte Func; [MarshalAs(UnmanagedType.I4)] public Int32 Label; public IntPtr Next; }

При взаимодействии кода на языке *Visual Prolog* и *.NET* возникает проблема: после вызова кода на *Visual Prolog* дальнейшая работа с числами *double* в *.NET* приводит к исключению *System.ArithmeticException*. Для её решения требуется подключить функцию *_controlfp* из библиотеки *msvcr120.dll* и вызывать её после каждого вызова предикатов *Visual Prolog*: *_controlfp(_CW_DEFAULT, 0xfffff)*. Пример подключения приведён в листинге 4.

Листинг 4 – Пример подключения функции *_controlfp*

```
[DllImport("msvcr120.dll", CallingConvention = CallingConvention.Cdecl)]
public static extern int _controlfp(int n, int mask);
const int _RC_NEAR = 0x00000000; const int _PC_53 = 0x00010000;
const int _EM_INVALID = 0x00000010; const int _EM_ZERODIVIDE = 0x00000008;
const int _EM_OVERFLOW = 0x00000004; const int _EM_UNDERFLOW = 0x00000002;
const int _EM_INEXACT = 0x00000001; const int _EM_DENORMAL = 0x00080000;
const int _CW_DEFAULT = (_RC_NEAR + _PC_53 + _EM_INVALID + _EM_ZERODIVIDE +
_EM_OVERFLOW + _EM_UNDERFLOW + _EM_INEXACT + _EM_DENORMAL);
```

В результате было разработано приложение, анализирующее схему дорог, строящее граф и дающее возможность найти кратчайший путь между двумя точками, указанными пользователем. Пример работы программы представлен на рис. 1.

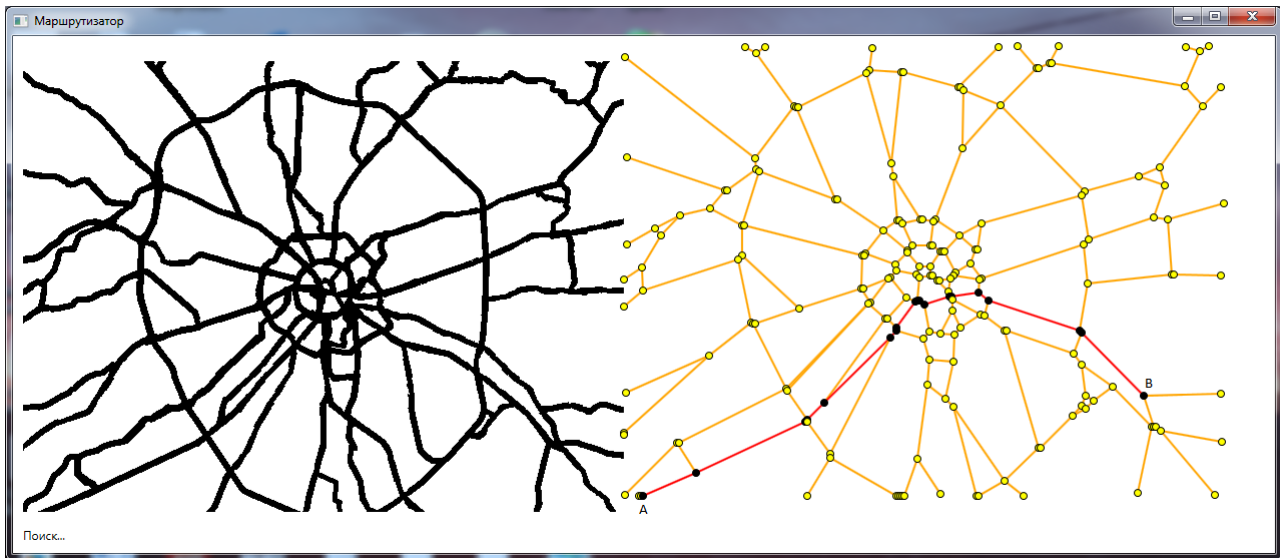


Рис. 1. Результат работы программы: оптимальный маршрут из точки А в В

Литература

1. Анатолий Адаменко, Андрей Кучуков Логическое программирование и Visual Prolog (с CD). – СПб.: «БХВ-Петербург», 2003. – С. 990.
2. Буслаев А.П., Лебедев А.А., Яшина М.В. Моделирование потоков на графах. Теоретические и вычислительные аспекты. Ч.1: NODE-модель трафика / МАДИ. – М., 2011. – 105 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ ФИГУР

*Украинский С.В.,
МТУСИ, студент группы М231301,
Яшина М.В.,
д.т.н., профессор МТУСИ*

В технологиях распознавания образов на изображении большинство методов опирается на сравнение распознаваемого объекта с шаблонами уже известных объектов. При большом количестве шаблонов на последовательное сравнение с каждым из них затрачивается значительное время. Для оптимизации процесса разработан систематизированный подход с использованием методов конечных автоматов, настраиваемых на ключевые признаки объектов.

Цель исследования – разработка алгоритма, основанного на применении методов конечных автоматов, для обработки изображения некоторого двумерного объекта на однородном фоне, представленного в бинарном виде, с целью определения типа представленной фигуры. Предполагается, что граница объекта является полигональной, что позволяет выполнить ее характеристику, учитывая количество содержащихся в ней углов и конечных точек.

Изображение представленное в бинарном виде, отображается в виде пикселей, имеющих один из двух возможных вариантов цвета. Обычно такими вариантами выступают черный и белый цвета.

Таким образом, требуется решить задачу классификации. Задача классификации – задача, в которой имеется множество объектов, требующих разделения некоторым образом на классы. В данном исследовании задача классификации фигур решается с помощью применения конечных автоматов.

Технология программирования классификатора традиционно использует методы теории конечных автоматов. В данном случае оптимальным вариантом является использование абстрактного автомата без выходного потока с конечным числом состояний. Результат работы такого автомата определяется по его конечному состоянию. Конечный автомат позволяет проанализировать получаемый поток значений пикселей и определить, является ли рассматриваемый участок углом, ребром, сочленением, либо конечной точкой.

Поток – упорядоченный набор данных для чтения и записи. В текущей задаче используется набор данных, состоящий из цветовых значений последовательности пикселей. Цветовые значения пикселей могут равняться либо единице, что соответствует белому цвету пикселя, либо нулю, соответствующего черному цвету пикселя.

Классификация фигур происходит на основании количества углов и конечных точек. При наличии 3-х углов, тип фигуры будет приравнен к треугольникам, при наличии четырех углов – к четырехугольникам. При наличии двух конечных точек – разомкнутая кривая. Т.о. требуется посчитать количество углов и конечных точек для заданного двумерного объекта.

Определение углов и конечных точек предполагается осуществлять на границе контура представленного двумерного объекта. Контур – замкнутая линия, представляющая собой внешнее очертание некоторой геометрической фигуры, предмета. Последовательный анализ каждого пикселя контура, а так же соседних с ним пикселей, способствует решению задачи классификации.

Углы определяются как некоторая последовательность пикселей на определенном участке, размером 5 на 5 пикселей, относительно центрального пикселя. Определенная комбинация пикселей создает видимость угла фигуры. Ввиду большого количества вариантов таких комбинаций, условные циклы сложнее описать и их восприятие хуже, чем алгоритм, реализованный в виде конечных автоматов.

Конечные точки кривой определяются на последовательности пикселей, размерами 3 на 3 пикселя, относительно центрального пикселя, и представляются наличием двух черных пикселей на рассматриваемом участке.

Алгоритм подразделяется на следующие этапы:

- 1) Выделение контура фигуры от остальной области изображения.
- 2) Выбор еще не рассмотренного пикселя, принадлежащего контуру. Формирование входного потока значений для конечного автомата.
- 3) Реализация работы конечного автомата, выдающего результат принадлежности рассматриваемого пикселя к определенному типу (угол, ребро, сочленение, оконечная точка), основываясь на потоке входных значений.
- 4) Получив результат работы конечного автомата увеличить счетчик углов либо оконечных точек, при получении соответствующего результата.
- 5) Перейти к просмотру следующего пикселя (пункт 2), если таковой имеется, в противном случае – приступить к определению класса фигуры, на основании количества углов и оконечных точек содержащихся в представленном двумерном объекте.

Для решения поставленной задачи используется программный комплекс MatLab, а именно расширение графической среды имитационного модулирования Simulink – Stateflow, позволяющее разработать и описать конечный автомат.

Литература

1. Буслаев А.П., Кузьмин Д.М., Яшина М.В. Компьютерные методы обработки информации и распознавание образов в задачах транспорта и связи. Часть 1: Пакет MatLab. Учебное пособие. МТУСИ, 2008. 86 с.
2. Буслаев А.П., Кузьмин Д.М., Яшина М.В. Компьютерные методы обработки информации и распознавание образов. Часть 2: Алгоритмы обработки цифровых изображений в применении к задачам распознавания образов. Учебное пособие. МТУСИ, 2008. 57 с.
3. Буслаев А.П., Кузьмин Д.М., Яшина М.В. Компьютерные методы обработки информации и распознавание образов. Часть 3: Интеллектуальные системы в транспорте и связи. МТУСИ, 2008. 42 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

*Верещагина М.И.,
МТУСИ, студентка группы ПО0902,
Иванова О.В.,
ст. преподаватель, МТУСИ*

В основе разработки системы, лежит выбор стратегий настройки конкретных функций, которые позволяют отслеживать процессы взаимодействия с потребителями, контролировать оперативность работы на каждой стадии, анализировать данные для измерения эффективности работы операторов, формирование отчетности для смежных подразделений. Автоматизированная система оперативного управления рассчитана на работу с большими массивами данных и имеет встроенный механизм управления процессами подразделений с функцией мониторинга активности операторов системы и пользователей банковских услуг [1].

Операторы подразделений по работе с просроченной задолженностью в банках обрабатывают тысячи телефонных запросов в день. Благодаря внедрению автоматизированных систем сотрудники, анализирующие деятельность данных подразделений, получают усовершенствованный инструмент формирования отчетности для анализа и мониторинга работы операторов, более гибкую схему настройки стратегий обслуживания клиентов и другие дополнительные возможности как средства для поддержки принятия решений.

При разработке или выборе автоматизированных систем (АС) оперативного управления следует уделить внимание следующим особенностям. В случае, если банк имеет разветвленную филиальную сеть и структурные подразделения, которые занимаются сбором долгов, есть не только в головном офисе, тогда в систему следует заложить возможность формирования иерархической структуры подразделений банка или финансовой организации. Большинство представленных на отечественном рынке АС предусматривают ролевую систему доступа к функциям, которая может быть реализована в виде отдельных автоматизированных рабочих мест (АРМ) для сотрудников различных отделов.

Также следует уделить внимание наращиванию в будущем числа рабочих мест и удобству расширения функционала. Наиболее подходящий вариант – модульное масштабирование, в этом случае отдельные блоки системы реализованы в виде самостоятельных программных модулей, которые могут устанавливаться помимо базовой конфигурации. Тем не менее, достаточно много зависит и от персональных особенностей системы, гибкости ее настройки и интерфейса.

В настоящее время банки и финансовые организации являются наиболее активными пользователями информационных систем, и АС сбора задолженности составляет небольшую часть банковского ИТ-инструментария. Чтобы система взыскания задолженности работала достаточно оперативно, в ней должен быть решен вопрос интеграции с АБС сторонних производителей, а также импорта/экспорта данных.

Комплексное решение на базе единой платформы – это самый оптимальный вариант с точки зрения эффективности и гибкости, но в то же время самый затратный, с точки зрения человеческих, временных и денежных ресурсов. Такой комплекс, как правило, содержит слишком много функций и модулей, часть из которых на практике не используется, кроме этого система долго настраивается с учетом бизнес-процессов каждого конкретного банка. Помимо этого, обучение сотрудников работе с такой системой занимает довольно много времени, но в результате способствует решению практически всех проблем банка, и не только касающихся возврата задолженностей.

Большинство разработчиков предлагает отдельные системы для автоматизации какого-либо процесса. Проблем с интеграцией таких систем обычно не возникает, если в банке внедрены родственные программные продукты, то вопросы совместимости решаются совокупными усилиями ИТ-подразделения заказчика и техподдержки производителя. Но если ИС банка представляет собой множество разрозненных программных комплексов, то наладить обмен данными между программными модулями намного сложнее.

На российском рынке сегодня представлено более 20 систем, которые предназначены для автоматизации отдела анализа и планирования банков. Системы разработаны отечественными и западными ИТ-компаниями, также существуют собственные разработки банков и коллекторских агентств.

Несмотря на развитие технологий, обработка вызовов операторами остается очень важной частью работы подразделений, использующих взаимодействие с клиентами посредством телефонной связи. Несмотря на прогнозы развития интернета или возможности голосовых меню не привели к тому, что профессия оператора стала менее востребованной. В большинстве случаев клиенты до сих пор предпочитают получать информацию от специалиста. Одной из важнейших задач руководителей операторов является расчет производственных мощностей, то есть планирование оптимального количества операторов на каждый день для приема звонков. При работе с входящими звонками, решение этой задачи касается не только оптимизации расходов, но и качества обслуживания клиентов. Тем не менее, именно он обычно упускается из вида.

Увидеть и оценить картину происходящего может помочь следующая комбинация показателей: количество обработанных вызовов, количество пропущенных вызовов, уровень сервиса, среднее время разговора оператора, максимальное время ожидания нового звонка.

Уровень обслуживания – это процент звонков, на который оператор начал ответ в течение определенного количества секунд. Стандартом считается 80/20, что означает – 80% вызовов получают ответ в течение 20 секунд.

Простои имеют место быть в любом КЦ. В крупных КЦ операторы, в силу их численного превосходства, чаще освобождаются и соответственно переходят в режим ожидания звонка к принятию очередного вызова, что приводит к меньшему времени простоя. Соответственно, чем больше КЦ, тем меньше должно быть время простоя, при котором обеспечивается заданный уровень обслуживания. Чаще всего, при расчете производственных мощностей используют калькулятор Эрланга, основанный на модели расчета нагрузки Erlang C [2]. Модель расчета нагрузки Erlang C была создана датским ученым А.К.Эрлангом. В основе этой модели лежит формула расчета нагрузки для телекоммуникационной системы, включающей поступление случайных сигналов и постановку их в очереди ожидания. Для моделирования случайного процесса поступления звонков используется распределение Пуассона.

Калькулятор Эрланга имеет ценность, если на входе имеется определенное количество клиентов, проявляющих регулярную и измеряемую активность (Contact Rate) в виде звонков на один единственный номер и стабильной средней длительностью разговора, то выполнение SL (Service Level) и LCR (Lost Call Rate – процент клиентов, которые не дождались ответа оператора) фактически перетекает в задачу руководства контакт центра набрать и посадить за рабочие места определенное число операторов. Но если речь идет о КЦ, в котором задействованы многофункциональные операторы, и количество клиентов трудно прогнозируемо (например, рассылка оповещений по ежемесячно меняющимся датам), то рассчитать количество операторов и, соответственно, выполнить поставленные цели становится значительно труднее, поэтому в данной АСОУ разработана функция для расчета производственных мощностей операторов.

При расчете количества операторов на следующий месяц учитываются данные текущего месяца и процент, заложенный отделом рисков с учетом количества выданных кредитных продуктов в текущем месяце.

Данными текущего месяца следует считать:

- средняя длительность разговора с клиентом;
- среднее время заполнения анкеты;
- среднее нахождение в режиме ожидания;
- количества часов обработки в день.

Все параметры считаются отдельно для входящих и исходящих звонков. Для исходящих звонков данные рассчитываются по каждой стадии также отдельно.

Таким образом, с помощью данного модуля можно рассчитать необходимое количество агентов на каждый день в зависимости от ожидаемого количества звонков, заложенных рисков, чистого рабочего времени агента за смену, особенностей прогрузки других систем банка.

Литература

1. *Иванова О.В.* Правовое регулирование электронных коммуникаций // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. Т. 5. № 12. С. 54-55.
2. *Башарин Г.П., Клапоуцак С.Н., Русина Н.В.* Мультисервисная модель эрланга с потоковым трафиком и пороговой стратегией доступа для эластичного трафика // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 7. С. 19-22.