

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

УДК 621.391.26

Жук
Олег Иванович

Система защиты информации радиосети внутри здания

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологий
по специальности 45.81.01 «Инфокоммуникационные системы и сети»

Научный руководитель
Саломатин С. Б.
кандидат технических наук, доцент

Минск 2016

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

3GPP	– 3rd Generation Partnership Project – партнерство по проекту в области технологий 3-го поколения;
БС	– Базовая станция;
РАФС	– Распределённая антенно-фидерная система;
РРЛ	– Радиорелейная линия;
BCCH	– Broadcast Control Channel – широковещательный канал;
BCN	– Broadcast Channel – широковещательный канал на транспортном уровне;
BER	– Bit Error Rate – вероятность ошибок по битам сообщения;
BS	– Base Station – базовая станция;
BSS	– Base Station Subsystem – подсистема базовой станции;
BSC	– Base Station Controller – контроллер базовой станции;
CCCH	– Common Control Channel – общий канал управления на множестве логических каналов;
CCH	– Control Channel – канал управления;
CDMA	– Code Division Multiple Access – множественный доступ с кодовым разделением каналов;
DECT	– Digital Enhanced Cordless Telephone – цифровая усовершенствованная система беспроводного телефона;
EDGE	– Enhanced Data rates for GSM Evolution – повышенные скорости передачи данных для поколения GSM;
ETSI	– European Telecommunications Standards Institute – Европейский институт стандартов связи/электросвязи;
FDD	– Frequency Division Duplex – режим частотного разделения дуплексных каналов;
FDMA	– Frequency Division Multiple Access – множественный доступ с частотным разделением каналов;
GGSN	– Gateway GPRS Support Node – узел межсетевого перехода GPRS;
GMSC	– Gateway MSC – шлюзовый коммутационный центр подвижной связи;
GPRS	– General Packet Radio System – пакетная коммутация в сетях подвижной радиосвязи;
GPS	– Global Positioning System – глобальная система местоопределения;
GSM	– Global System for Mobile communications – глобальная система мобильной связи;
HLR	– Home Location Register – домашний регистр пользователя;
IMSI	– International Mobile Subscriber Identity – международный идентификационный номер подвижного абонента;

ВВЕДЕНИЕ

Система сотовой связи - это сложная и гибкая техническая система, допускающая большое разнообразие, как по вариантам конфигураций, так и по набору выполняемых функций. Примером сложности и гибкости системы является то, что она может обеспечивать передачу, как речи, так и других видов информации, в частности текстовых сообщений и цифровых данных. В части передачи речи, в свою очередь, может быть реализована обычная двусторонняя телефонная связь, многосторонняя телефонная связь (так называемая конференцсвязь - с участием в разговоре более двух абонентов одновременно), голосовая почта. При организации обычного двустороннего телефонного разговора, начинающегося с вызова, возможны режимы автодозвона, ожидания вызова, переадресации вызова.

Выбранная тема магистерской диссертации является актуальной. В настоящее время у мобильных операторов наблюдается тенденция плавного перехода голосового и пакетного трафика с открытого пространства внутрь зданий, в метро, в различные помещения. Защите информации в подобного рода местах и в целом на сети необходимо уделять повышенное внимание.

В диссертации рассматриваются особенности сотовых сетей стандарта LTE, которые позволят разработать экспертную систему для анализа рисков в фемтосотах сотовых сетей стандарта LTE.

Типовым объектом для размещения внутренней базовой станции для обеспечения сотового покрытия стандартов GSM/UMTS/LTE с распределённой антенно-фидерной системой выбран торгово-развлекательный комплекс "Арена-Сити", расположенный по адресу г. Минск, пр. Победителей, 84. На его примере показаны способы выбора, планирования, симуляции, расчёта и анализа статистики локальных базовых станций (обеспечивающих "indoor" покрытие). Обеспечением устойчивого покрытия 2G/3G с возможностью расширения и использования стандарта LTE при сохранении распределённой антенно-фидерной системы подлежат все площади ТРК.

Сотовые сети мобильной связи активно используются более чем 4 миллиардами пользователей во всем мире. При этом в настоящее время рынок беспроводной связи испытывает радикальные изменения, обусловленные ростом спроса со стороны абонентов на комплексные мультимедийные услуги.

Сотовые сети нового четвертого поколения, основанные на технологии LTE (Long Term Evolution) [68-71, 139] позволяют за счет повышения эффективности сети и сокращения эксплуатационных расходов решить вопросы, связанные с экспоненциальным ростом трафика и требований к скорости передачи данных. В этом контексте наиболее эффективным способом

решения поставленных задач является разворачивание фемтосот – инновационной технологии улучшения качества связи с использованием общего канала Интернет.

Стандарт четвертого поколения 3GPP LTE Advanced, как ожидается, обеспечит широкое распространение установки в помещениях фемтосот, для обеспечения требований по спектральной эффективности и быстродействию для большего числа пользователей. Следовательно, обеспечение конфиденциальности, целостности и доступности циркулирующей в фемтосотах информации, становится наиболее важным аспектом для пользователей эксплуатирующих устройства с поддержкой сотовых сетей нового поколения.

Основным положением, лежащим в основе процессов обеспечения безопасности современных уже развернутых сотовых сетей мобильной связи стандартов GSM и UMTS второго и третьего поколения соответственно, является уверенность в защищенности, которую каждый оператор испытывает и старается поддерживать в отношении собственной инфраструктуры и в отношении других операторов, с которыми заключены соглашения о роуминге. С этой точки зрения, очевидно, что эволюция к LTE с его плоской опорной сетью полностью основанной на протоколе IP подчеркивает безотлагательность пересмотра доверительных отношений между операторами и компонентами их сети, поскольку они содержат уязвимости и в значительной степени подвержены внешним деструктивным факторам.

Таким образом, злоумышленникам становится легче внедриться в фемтосоту с целью получения доступа к конфиденциальным данным, если он находится непосредственно в одном помещении с пользователем. В виду открытости IP-сетей злоумышленникам открываются возможности для атак на коммуникации как на уровне фемтосот, так и на уровне ядра сети. Кроме того статичность временных идентификаторов в фемтосотах позволяет злоумышленникам отслеживать передвижения абонентов сети с беспрецедентной точностью в виду используемого диапазона частот. Все это свидетельствует о том, что аспекты безопасности крайне актуальны для сотовых сетей четвертого поколения с интегрированными фемтосотами.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Выбранная тема магистерской диссертации является актуальной. В настоящее время у мобильных операторов наблюдается тенденция плавного перехода голосового и пакетного трафика с открытого пространства внутрь зданий, в метро, в различные помещения. Защите информации в подобного рода местах и в целом на сети необходимо уделять повышенное внимание.

Целью диссертации является изучение существующих, а также разработка и предложение способов выбора, планирования, симуляции, расчёта и анализа статистики локальных базовых станций различных стандартов (обеспечивающих “indoor” покрытие) мобильных операторов сотовой связи; выбор типового объекта с описанием его конструктивных особенностей; разработка и описание средств защиты информации в сотовых сетях стандарта LTE с интегрированными фемтосотами; проведение анализа состояния разработок в сфере оценок эффективности средств защиты сотовых сетей стандарта LTE; разработка экспертной системы оценки показателей для анализа рисков сотовых сетей стандарта LTE.

Для достижения поставленной цели были использованы программные продукты: программный комплекс Atoll, программный комплекс сбора и анализа статистики компании Nokia Siemens Networks – NetAct, программный симулятор радио покрытия внутри помещений iWave; программный комплекс анализа уровня и качества сигнала Tems Investigation версии 10.1.1. В качестве аппаратных устройств использовался генератор радиосигнала DRT4302A Wireless Test Transmitter, устройства для распределённой антенно-фидерной системы различных производителей (антенны с направленными и всенаправленными диаграммами направленности, симметричные и несимметричные делители, диплексные фильтры, коаксиальные кабели).

Приведены меры и средства защиты информации в сотовых сетях стандарта LTE с интегрированными фемтосотами, проведен анализ состояния разработок в сфере оценок эффективности средств защиты сотовых сетей стандарта LTE, приведена разработка экспертной системы оценки показателей для анализа рисков сотовых сетей стандарта LTE.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
1. ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ СПС ВНУТРИ ЗДАНИЙ.....	7
1.1. Описание конструктивных особенностей объекта	7
1.2 Архитектура системы UMTS	10
1.3 Совместное использование площадок БС GSM и UMTS.....	15
1.3.1 Техническое регулирование при «косайтинге».....	18
1.3.2 Влияние внеполосного излучения передатчика БС GSM на приемник БС UMTS	19
1.3.3 Влияние внеполосного излучения передатчика БС UMTS на приемник БС GSM	19
1.3.4 Технические решения при совместном размещении БС стандартов GSM и UMTS	21
2 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ ПОКРЫТИЯ ПОМЕЩЕНИЯ СТАНДАРТА UMTS.....	28
2.1 Основные этапы планирования радиосети UMTS с заданным качеством связи.....	28
2.2 Расчет бюджета радиолиний системы WCDMA.....	29
2.3 Расчет восходящей радиолинии.....	34
2.4 Расчет нисходящей радиолинии	36
2.5 Расчет требуемого уровня пилотного сигнала (CPICH).....	37
2.6 Сравнение значений допустимых потерь на трассах радиолиний GSM и WCDMA	42
2.7 Методика анализа емкости системы UMTS	43
2.8 Расчет затуханий на трассе и «пилотного» сигнала для РАФС.....	50
3 ОСОБЕННОСТИ СОТОВЫХ СЕТЕЙ СТАНДАРТА LTE КАК ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ	53
3.1 Текущее состояние развития и перспективы использования сотовых сетей стандарта LTE с интегрированными фемтосотами.	53
3.2 Угрозы информационной безопасности в сотовых сетях стандарта LTE	60

3.2.1 Антропогенные источники угроз безопасности в сотовых сетях стандарта LTE с интегрированными фемтосотами	66
3.2.2 Спектр уязвимостей сотовых сетей стандарта LTE с интегрированными фемтосотами	68
3.2.3 Атаки на сотовые сети стандарта LTE с интегрированными фемтосотами	70
3.3 Меры и средства защиты информации в сотовых сетях стандарта LTE с интегрированными фемтосотами	71
3.4 Анализ состояния разработок в сфере оценок эффективности средств защиты сотовых сетей стандарта LTE с интегрированными фемтосотами	72
4 РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА РИСКОВ В ФЕМТОСОТАХ СОТОВЫХ СЕТЕЙ СТАНДАРТА LTE.....	76
4.1 Экспертная методика оценки возможности реализации угрозы	76
4.2 Оценка ущерба в условиях реализации угроз безопасности сотовых сетей стандарта LTE	80
4.3 Оптимизация процесса получения экспертных оценок с учетом специфики сотовых сетей стандарта LTE с интегрированными фемтосотами.....	84
4.4 Методика реализации и обработки результатов опроса экспертов	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	94

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной магистерской диссертации рассмотрено текущее состояние развития и перспективы использования сотовых сетей стандарта LTE с интегрированными фемтосотами и угрозы информационной безопасности в этих сетях. Рассмотрены варианты комплексных решений совместного использования базовых станций мобильной сотовой связи стандартов GSM900/GSM1800/UMTS900/UMTS2100/LTE1800/LTE2600 в различных вариациях и сочетаниях.

Описаны способы выбора, планирования, симуляции, расчёта и анализа статистики локальных базовых станций (обеспечивающих “indoor” покрытие). Типовым объектом для размещения внутренней базовой станции для обеспечения сотового покрытия стандартов GSM/UMTS/LTE с распределённой антенно-фидерной системой выбран торгово-развлекательный комплекс “Арена-Сити”, расположенный по адресу г. Минск, пр. Победителей, 84. Описаны конструктивные особенности объекта. Обеспеченными устойчивым покрытием GSM900/UMTS2100 с возможностью расширения и использования стандарта LTE при сохранении распределённой антенно-фидерной системы оказались все площади ТРК.

Произведенные в работе расчёты, показывают, что совместное использование площадок БС GSM и UMTS методом “косайтинга”, с возможностью расширения до LTE, является выгодным решением для операторов сотовой связи как с точки зрения экономии средств, так и с точки зрения целостности защиты информации. При соблюдении изложенных требований к развязке между системами, совместное расположение БС не приводит к потере качества работы данных систем связи. В зависимости от каждой отдельной ситуации и площадки, может быть выбрано конкретное техническое решение: использование совместных или отдельных антенн, совместное использование фидера.

Описан способ, а также произведен расчёт затуханий на пути прохождения сигнала от БС или репитеров к сервисным антеннам, а также вычисления мощностей сигнала, поступающим к каждой из антенн. Зная затухание каждого из сигналов в соответствующем диапазоне частот на 1 метр, а также затухание, вносимое каждым из элементов РАФС (несимметричным делителем, симметричным делителем, диплексными фильтрами и т.д.), а также количество устройств деления и сервисных антенн, составлена матричная форма, которая может быть использована в качестве типовой при планировании подобного рода решений.

В третьей главе диссертации приведены меры и средства защиты информации в сотовых сетях стандарта LTE с интегрированными фемтосотами и проведен анализ состояния разработок в сфере оценок эффективности средств защиты сотовых сетей стандарта LTE.

В заключительной главе приведена разработка экспертной системы оценки показателей для анализа рисков сотовых сетей стандарта LTE.

Библиотека БГУИР

СПИСОК СОБСТВЕННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

1. О.И. Жук. Система защиты информации радиосети внутри здания. // Современные информационно-телекоммуникационные технологии: Материалы I Международной научно-технической конференции, 17-20 ноября 2015 г., Киев. Киев: ГУТ, 2015. — 37 с.

2. О.И. Жук. Система защиты информации радиосети внутри здания. // Современные средства связи: Материалы XX Международная научно-техническая конференция, 14-15 октября 2015 г., Минск. Минск: ВГКС, 2015. — 84 с.

Библиотека БГУИР