

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ВЫЯВЛЕНИЯ РАБОТАЮЩИХ СРЕДСТВ СОТОВОЙ СВЯЗИ

**В.В. Тимофеев, С.П. Пронин, Д.С. Самочернов**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
г. Барнаул

Работа посвящена разработке устройства выявления работающих средств сотовой связи. Предлагается техническое решение на основе детектора высокочастотных излучений указанного диапазона, выполненного с применением распространённой элементной базы на основе использования современных схемотехнических решений.

**Ключевые слова:** детектирование пакетных сигналов, выявление средств сотовой связи, блокирование сотовой телефонии

С прогрессирующим техническим развитием средств индивидуальной беспроводной связи, формированием развёрнутых сетей с высокой плотностью покрытия территории, конкурентных взаимоотношений между операторами, предоставляющими услуги сотовой связи, мобильные телефонные аппараты стали широко доступны населению. В наше время сотовый телефон, а часто и не один, имеет практически каждый, в особенности, учащиеся школ, университетов и др. учебных учреждений. Сотовый телефон стал для человека не только устройством связи между абонентами, но и средством получения информации из других источников – Интернета, локальных сетей.

В определённых ситуациях использование средств связи ограничивается, либо вообще запрещается. Примером таких ситуаций являются проведение вступительных испытаний абитуриентов, сдача единого государственного экзамена, промежуточных аттестаций студентов. Наиболее эффективным и действенным, по сравнению с изъятием сотового телефона или внимательным наблюдением за учащимися, является технический метод предотвращения использования сотового телефона, определяемый в качестве цели настоящего исследования [4].

К современному состоянию технического оснащения и уровню развития сети сотовой связи пришли не сразу. Сама идея организации беспроводной связи для использования гражданским населением возникла в 40-х годах прошлого века в США. Но прошло более 30 лет, прежде чем такой принцип организации связи был реализован на аппаратном уровне. Причем в эти годы разработка принципа сотовой связи велась в различных стра-

нах мира не по одним и тем же направлениям [1].

Еще в конце 70-х годов начались работы по созданию единого стандарта сотовой связи для 5 североевропейских стран – Швеции, Финляндии, Исландии, Дании и Норвегии, который получил название NMT-450 (*Nordic Mobile Telephone*) и был предназначен для работы в диапазоне 450 МГц. Эксплуатация первых систем сотовой связи этого стандарта началась в 1981 г. На базе этого стандарта в 1985 г. был разработан стандарт NMT-900 диапазона 900 МГц, который позволил расширить функциональные возможности системы и значительно увеличить абонентскую емкость системы.

В 1983 г. в США, в районе Чикаго, после ряда успешных полевых испытаний вступила в коммерческую эксплуатацию сеть стандарта AMPS (*Advanced Mobile Phone Service*). Этот стандарт был разработан в исследовательском центре Bell Laboratories [1].

Использование новейших технологий и научных открытий в области связи и обработки сигналов позволило подойти к концу 80-х годов к новому этапу развития систем сотовой связи – созданию систем второго поколения, основанных на цифровых методах обработки сигналов.

С целью разработки единого европейского стандарта цифровой сотовой связи для выделенного в этих целях диапазона 900 МГц в 1982 г. Европейская Конференция Администраций Почт и Электросвязи (*CEPT*) – организация, объединяющая администрации связи 26 стран, создала специальную группу *Groupe Special Mobile*. Аббревиатура GSM и дала название новому стандарту (позднее, в связи с широким распространением этого стандарта во всем мире, GSM стали рас-

шифровать как *Global System for Mobile Communications*), Результатом работы этой группы стали опубликованные в 1990 г. требования к системе сотовой связи стандарта GSM, в котором используются самые современные разработки ведущих научно-технических центров. К ним, в частности, относятся временное разделение каналов, шифрование сообщений и защита данных абонента, использование блочного и сверточного кодирования, новый вид модуляции – GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*).

В начале 90-х годов в Санкт-Петербурге, а затем и в Москве, появились системы стандарта NMT-4501 (усовершенствованный стандарт NMT-450). А принятие в 1994 г. концепции развития сетей сухопутной подвижной связи стало мощным катализатором дальнейшего развития сотовой связи в национальном масштабе. И если с внедрением стандартов NMT и AMPS наша страна отстала лет на десять, то провозглашение стандарта GSM в качестве одного из двух федеральных стандартов (NMT и GSM) сократило этот временной разрыв примерно до трех лет.

Не отстает Россия и по внедрению прогрессивного стандарта CDMA. Условия развития сетей CDMA в России определены приказом Министерства связи РФ № 18 от 24 февраля 1996 г., где указано, что сети CDMA ориентированы на предоставление услуг стационарным абонентам.

Эволюция мобильных средств индивидуальной связи имеет более чем полувековую историю, её последние этапы кратко отражены на рисунке 1.

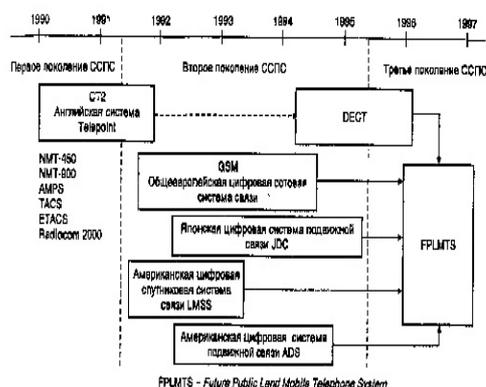


Рисунок 1 – Основные этапы развития систем сотовой связи

С развитием техники системы радиотелефонной связи совершенствовались: уменьшались габариты устройств, осваивались новые частотные диапазоны, улучша-

лось базовое и коммутационное оборудование, увеличилось количество дополнительных сервисов.

Несмотря на разнообразие стандартов сотовой связи, алгоритмы их функционирования, независимо от имеющихся особенностей, в основном сходны. Для абонента практически нет никакой разницы, в каком стандарте осуществляется связь. Если ему нужно позвонить, то он просто нажимает клавишу на своем радиотелефоне (это может быть любой сотовый радиотелефон), что соответствует снятию трубки обычного телефона. Когда же радиотелефон находится в режиме ожидания (состояние “трубка положена” обычного телефона), его приемное устройство постоянно сканирует (просматривает) либо все каналы системы, либо только управляющие. Для вызова соответствующего абонента всеми базовыми станциями сотовой системы связи по управляющим каналам передается сигнал вызова. Сотовый телефон вызываемого абонента при получении этого сигнала отвечает по одному из свободных каналов управления. Базовые станции, принявшие ответный сигнал, передают информацию о его параметрах в центр коммутации, который, в свою очередь, переключает разговор на ту базовую станцию, где зафиксирован максимальный уровень сигнала сотового радиотелефона вызываемого абонента [2].

Во время набора номера радиотелефон занимает один из свободных каналов, уровень сигнала базовой станции в котором в данный момент максимален. По мере удаления абонента от базовой станции или в связи с ухудшением условий распространения радиоволн уровень сигнала уменьшается, что ведет к ухудшению качества связи. Улучшение качества разговора достигается путем автоматического переключения абонента на другой канал связи. Это происходит следующим образом. Специальная процедура, называемая передачей управления вызовом или эстафетной передачей (в иностранной технической литературе — *handover*, или *handoff*), позволяет переключить разговор на свободный канал другой базовой станции, в зоне действия которой оказался в это время абонент. Аналогичные действия предпринимаются при снижении качества связи из-за влияния помех или при возникновении неисправностей коммутационного оборудования [2]. Для контроля таких ситуаций базовая станция снабжена специальным приемником, периодически измеряющим уровень сигнала сотового телефона разговаривающего аб-

нента и сравнивающим его с допустимым пределом. Если уровень сигнала меньше этого предела, то информация об этом автоматически передается в центр коммутации по служебному каналу связи. Центр коммутации выдает команду об измерении уровня сигнала сотового радиотелефона абонента на ближайшие к нему базовые станции. После получения информации от базовых станций об уровне этого сигнала центр коммутации переключает радиотелефон на ту из них, где уровень сигнала оказался наибольшим. Это происходит так быстро, что абонент совершенно не замечает переключения.

Иногда возникает ситуация, когда поток заявок на обслуживание, поступающий от абонентов сотовой сети, превышает количество каналов, имеющих на всех близко расположенных базовых станциях. Это происходит тогда, когда все каналы станций заняты обслуживанием абонентов и нет ни одного свободного и поступает очередная заявка на обслуживание от подвижного абонента. В этом случае как временная мера (до освобождения одного из каналов) используется принцип эстафетной передачи внутри соты. При этом происходит поочередное переключение каналов в пределах одной и той же базовой станции для обеспечения связью всех абонентов. Применение сотовыми сетями цифровых протоколов обмена в существенной степени повысило эффективность их работы, одновременно понизив чувствительность системы к помехам.

Таким образом, если в сетях сотовой связи, базирующихся на использовании аналоговых протоколов, достаточно эффективным способом подавления работы терминальных абонентских устройств являлась постановка шумоподобной широкополосной, либо пилообразной помехи, то для подавления современных цифровых сетей эти методы крайне неэкономичны и малоэффективны [3]. В этой ситуации достижение поставленной цели могут обеспечивать лишь интеллектуальные системы не только генерирующие помеху, но сканирующие радиочастотную обстановку в помещении и отслеживающие наличие посылок базового передатчика соты абонентскому устройству и обратные посылки.

Решение поставленной задачи предотвращения несанкционированного использования терминальных устройств сотовой связи возможно двумя способами: организацией радиочастотного подавления сигнала абонентского терминала или базовой станции

путём использования сигнала, нарушающего их взаимодействие, либо использованием средств выявления радиочастотного излучения абонентского устройства. Второй способ представляется более предпочтительным для реализации во внепроизводственных условиях по ряду причин: отсутствие необходимости организации цифровой обработки сигналов, принимаемых из эфира, отсутствие системы управления передающим блоком и самого передающего блока, формирующего сигнал помехи. Выявление работающих терминальных устройств сотовой связи предполагается организовать путём детектирования коротких импульсов, подвергнутых частотной селекции в пределах рабочих диапазонов системы сотовой связи.

Для достижения поставленной цели предполагается постановка и последующее решение, в ходе проведения исследования, следующих задач:

- изучение общих принципов работы систем сотовой связи;
- изучение современных стандартов сотовой связи и анализ особенностей используемых ими протоколов;
- изучение особенностей мониторинга цифровых сигналов;
- выбор подходящего оборудования и конструирование прибора детектирования излучения сотового телефона;

Очевидно, что реализация устройств, действующих по алгоритмам, связанным с цифровой обработкой высокочастотных сигналов указанных диапазонов в режиме реального времени является нетривиальной задачей, во-первых, связанной с решением достаточно сложного вопроса реализации высокоскоростной цифровой обработки принимаемых сигналов, а также их идентификации и формирования управляющих воздействий на передающую часть системы. Во-вторых, сложность оборудования, необходимого для решения указанных технических проблем и трудоёмкость реализации системы, идентифицирующей цифровые пакеты по форматам используемых протоколов обработки сигналов, выходит далеко за рамки дипломного проекта. Кроме этого, следует отметить, что спектральная плотность радиочастотного излучения, необходимого для подавления работы терминальных устройств сотовой связи, при использовании интеллектуальных систем не уменьшится по уровню, а лишь сократится по времени присутствия в эфире сигнала подавления, формируемого системой. Таким образом, вопрос минимизации

ции облучения профессорско-преподавательского состава и обучающихся решится лишь в частичной степени.

Учитывая приведённые доводы, представляется целесообразным реализация устройства ограничения использования средств сотовой связи в виде устройства детектирования высокочастотных излучений указанного диапазона, выполненного с применением распространённой элементной базы на основе использования современных схемотехнических решений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. М.: Мобильные ТелеСистемы-Эко-Трендз, 1997.

2. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи».

3. Васильев О. А., Егоров Д. О., Кадыков А. Н. Системы интеллектуального блокирования сотовой телефонии, каналов связи и управления// ИНФОРМОСТ радиоэлектроника и телекоммуникации № 1 (37) 2005. с. 44-47.

4. Тимофеев В. В., Пронин С. П. Применение технических средств подавления мобильной связи при проведении экзаменов в ВУЗе// Ползуновский альманах № 1. – Барнаул, АлтГТУ, 2011, с. 161-164.

**Тимофеев Виктор Владимирович** – к.т.н., доцент, тел.: (3852) 29-09-13, e-mail: v.v.timofeev@bk.ru; **Пронин Сергей Петрович** – д.т.н., профессор; **Самочернов Дмитрий Сергеевич** – студент.