

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
Факультет информационных
технологий и электроники

Специальность 10.05.03 –

Специализация –

Кафедра
«Информационная безопасность
систем и технологий»

Информационная безопасность
автоматизированных систем

Защищенные автоматизированные
системы управления

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СИСТЕМ ПОДАВЛЕНИЯ
СИГНАЛОВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Студент

Руководитель

Нормоконтролёр

Рецензент

инженер по ТЗИ 2 кат. АО НПП «Рубин»

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 25.06.21 № 16)

Заведующий кафедрой

Работа защищена с отметкой удовлетворительно (протокол заседания ГЭК
от 29.06.21 № 15)

Секретарь ГЭК

М.Д. Стаханов

В.А. Мали

А.Г. Фатеев

С.А. Евстигнеев

С.Л. Зефирова

А.П. Иванов

Пенза 2021

Оглавление

Введение.....	4
1 Анализ современных систем пространственного зашумления.....	5
1.1 Системы пространственного зашумления.....	5
1.2 Стационарный подавитель радиосигналов МДГУ.....	7
1.3 Мобильные подавители радиосигналов.....	8
2 Анализ характеристик систем беспроводной связи.....	9
2.1 Цифровой мобильный стандарт GSM.....	9
2.2 Технология мобильной связи третьего поколения 3G.....	10
2.3 Технология мобильной связи четвертого поколения 4G.....	11
2.4 Технология беспроводной локальной сети (Wi-fi).....	11
2.5 Технология беспроводной сети bluetooth.....	15
3 Разработка архитектуры лабораторного стенда для исследования систем подавления беспроводной связи.....	16
4 Разработка программы исследований систем подавления беспроводной связи с использованием лабораторного стенда.....	17
4.1 Разработка методов использования лабораторного стенда для исследований систем подавления беспроводной связи.....	17
4.2 Исследование сотового телефона стандарта GSM 1800 с оператором сотовой связи Tele2.....	18
4.3 Исследование сотового телефона стандарта 3G с оператором сотовой связи Tele2.....	24
4.4 Исследование сотового телефона стандарта 4G с оператором	

сотовой связи Tele2.....	29
4.5 Исследование сотового телефона стандарта GSM с оператором сотовой связи МТС.....	33
4.6 Исследование сетей третьего поколения (3G) оператора сотовой связи МТС.....	38
4.7 Исследование сетей четвертого поколения (4G) оператора сотовой связи МТС.....	43
4.8 Исследование сотового телефона стандарта GSM с оператором сотовой связи Beeline.....	47
4.9 Исследование сотового телефона стандарта 3G с оператором сотовой связи Beeline.....	52
4.10 Исследование сотового телефона стандарта 4G с оператором сотовой связи Beeline.....	57
4.11 Исследование беспроводной сети Wi-Fi.....	62
4.12 Исследование сигнала автомобильной охранной сигнализации, работающей в диапазоне 433 МГц.....	71
4.13 Исследование bluetooth сигналов.....	73
5 Разработка рекомендаций для проведения исследований с использованием лабораторного стенда.....	75
6 Вредные психофизические факторы, влияющие на органы зрения специалиста по защите информации. Методы и средства физической культуры, снижающие их воздействия.....	76
Заключение.....	79
Список используемой литературы.....	80

Введение

В настоящее время цифровые технологии стремительно развиваются, одним из множества факторов темпа развития стало появление сети Интернет. Благодаря своим характеристикам таким как оперативность, мобильность и темп деятельности сети послужило практической невозможностью составления конкурентоспособности другим технологиям.

Цель дипломного проекта заключается в разработке лабораторного стенда для исследования систем подавления сигналов беспроводной связи.

Стенд предназначен для использования в учебном процессе при изучении дисциплины «Техническая защита информации» и выработки у обучаемых практических навыков по разработке активных систем защиты от утечки по техническим каналам, включающих навыки по установке, настройке и управлению системы подавления беспроводной связи.

Для достижения поставленной цели в дипломе необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- анализ современных систем пространственного зашумления;
- анализ характеристик систем беспроводной связи;
- разработка архитектуры лабораторного стенда для исследования систем подавления беспроводной связи;
- разработка программы исследования систем подавления беспроводной связи с использованием лабораторного стенда;
- разработка рекомендаций для проведения исследований с использованием лабораторного стенда.

1 Анализ современных систем пространственного зашумления

1.1 Системы пространственного зашумления

Системы пространственного зашумления (СПЗ) применяют для создания маскирующих помех в окружающем пространстве. В состав системы пространственного зашумления входят:

- генераторы шумового сигнала;
- усилители, обеспечивающие необходимую мощность сигнала в заданном диапазоне частот;
- антенны;
- устройства коммутации и контроля.

Цель зашумления считается достигнутой в том случае, когда отношение опасный сигнал/шум на границе контролируемой территории в окружающем пространстве или в токоведущей линии уменьшается до требуемого уровня, не позволяющего средствам разведки качественно решать задачи обнаружения и анализа опасного сигнала.

При применении систем активной защиты необходимо учитывать их возможное влияние на качество работы защищаемых и других технических средств, расположенных в зоне действия электромагнитных. Анализ современных систем пространственного зашумления полей, создаваемых системой активного зашумления.

Пространственное зашумление позволяет исключить утечку информации как по электромагнитным, так и по электрическим каналам. Это осуществимо благодаря тому, что генерируемые помехи наводятся в соединительные линии вспомогательные технические средства и системы (ВТСС) и посторонние проводники, которые выходят за пределы контролируемой зоны (КЗ). Система пространственного зашумления должна отвечать пяти требованиям. Во-первых,

такая система должна создавать электромагнитные помехи в диапазоне частот возможных побочных электромагнитных излучений технических средствами передачи информации (ТСПИ). Второе требование: создаваемые помехи не должны иметь регулярной структуры. В-третьих, уровень создаваемых помех по электрической и по магнитной составляющей поля должен обеспечить соотношение сигнала и шума на границе КЗ зоны меньше допустимого значения во всем диапазоне частот возможных побочных электромагнитных излучений ТСПИ. Четвертое требование — система должна создавать помехи как с горизонтальной, так и с вертикальной поляризацией. Для этого уделяется особое внимание выбору антенн для генераторов. И наконец, пятое требование — на границе контролируемой зоны уровень помех, создаваемых системой пространственного зашумления, не должен превышать требуемых норм по электромагнитной совместимости (ЭМС).

Системы пространственного зашумления, как правило, применяются помехи типа «белого шума». Такие системы излучают широкополосный шумовой сигнал с равномерно распределенным энергетическим спектром во всем рабочем диапазоне частот. При этом шумовой сигнал значительно превышает уровень побочных электромагнитных излучений. Системы пространственного электромагнитного зашумления с использованием помехи типа «белый шум» применяются для защиты широкого класса технических средств. Генераторы шума в виде отдельного блока обладают меньшей габаритностью и весом.

По типу применения системы блокировки сигналов устройства можно разделить на мобильные, стационарные и уличные. Так же устройства можно дифференцировать по виду связи, дальности действия аппаратных комплексов, по режиму работы, по назначению.

На кафедре имеется возможность работать, проводить исследования и анализ со стационарным подавителем радиосигналов малогабаритной дегазационной установки (МДГУ).

1.2 Стационарный подавитель радиосигналов МДГУ

Широкополосный 8-ми диапазонный стационарный подавитель сигналов, оснащенный отдельной регулировкой мощности для каждого частотного диапазона.

Для каждого из диапазонов имеется своя антенна, что значительно повышает эффективность подавления. На рисунке 1 представлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ.



Рисунок 1 — Стационарный подавитель радиосигналов МДГУ

Поддерживаемые диапазоны:

- GSM – от 850 до 894 МГц;
- GSM – от 925 до 960 МГц;
- DCS – от 1805 до 1880 МГц;

- 3G – от 2110 до 2170 МГц;
- 4G – от 2620 до 2690 МГц;
- 315МГц;
- 433 МГц;
- 2,4 МГц.

Прибор оснащен восемью передатчиками каждый из которых имеет свою антенну и работает в радиусе от 2 до 50 метров.

Зона действия глушителя зависит от многих факторов (наличия препятствий, уровня сигнала и т. п.)

При этом диаграмма направленности антенны распространяется одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскости то есть представляет собой эквивалент «шара».

1.3 Мобильные подавители радиосвязи

Мобильный 8-частотный подавитель работает исходя из принципов создания помех в диапазоне частот сотовой связи GSM 900/1800, 3G 2100, всего мобильного интернета 4G Mobile (Мегафон/МТС/ТЕЛЕ2/Билайн) и 4G LTE L2. Также подавитель блокирует работу беспроводных сетей Wi-Fi. Генератор помех работает автономно от аккумулятора. В зависимости модели мощность устройства позволяет блокировать одновременно несколько различных радиочастот, также в зависимости от модели варьируется дальность и радиус подавления, помимо перечисленного рабочие характеристики комплексов зависят от удаленности ретрансляторов, сотовых операторов и собственной мощности аппаратов.

Определенно важным параметром является диапазон рабочих частот подавителя поэтому параметру их можно квалифицировать как блокираторы сотовой связи, беспроводных сетей и радиосвязи.

2 Анализ характеристик систем беспроводной связи

2.1 Цифровой мобильный стандарт GSM

Началом цифровой мобильной сотовой связи (2G) стал глобальный стандарт GSM с разделением каналов по времени (TDMA) и частоте (FDMA).

В GSM радиус соты может достигать 35 км, и возможно до тысячи одновременных звонков. Максимальная импульсная мощность мобильных трубок не превышает 1 Вт, хотя для стационарных и автомобильных вариантов телефонов она может доходить и до 20 Вт. Аппараты этого стандарта на сегодня наиболее миниатюрны и дольше всех удерживаются на связи и в состоянии ожидания звонка.[1]

GSM обеспечивает поддержку следующих услуг:

- услуги передачи данных (синхронный и асинхронный обмен данными, в том числе пакетная передача данных — GPRS). Данные услуги не гарантируют совместимость терминальных устройств и обеспечивают только передачу информации к ним и от них;

- передача речевой информации;
- передача коротких сообщений (SMS);
- передача факсимильных сообщений.

Преимущества стандарта GSM:

- меньшие, по сравнению с аналоговыми стандартами, размеры и вес телефонных аппаратов при большем времени работы без подзарядки аккумулятора. Это достигается в основном за счёт аппаратуры базовой станции, которая постоянно анализирует уровень сигнала, принимаемого от аппарата абонента. В тех случаях, когда он выше требуемого, на сотовый телефон автоматически подаётся команда снизить излучаемую мощность;[2]

- хорошее качество связи при достаточной плотности размещения

базовых станций;

- большая ёмкость сети, возможность большого числа одновременных соединений;

- низкий уровень промышленных помех в данных частотных диапазонах.

Недостатки стандарта GSM:

- связь возможна на расстоянии не более 120 км. от ближайшей базовой станции даже при использовании усилителей и направленных антенн. Поэтому для покрытия определённой площади необходимо большее количество передатчиков, чем в NMT-450 и AMPS;

- искажение речи при цифровой обработке и передаче.

2.2 Технология мобильной связи третьего поколения 3G

Мобильная связь третьего поколения строится на основе пакетной передачи данных. Сети третьего поколения 3G работают на границе дециметрового и сантиметрового диапазона. Они позволяют организовывать видеотелефонную связь, смотреть на мобильном телефоне фильмы и различный контент.

Основная несущая частота 3G – 2100 МГц. Но фактически для мобильной связи третьего поколения выделены 2 диапазона. Первый называется Uplink – от 1920 до 1980 МГц; имя второго – Downlink – от 2110 до 2170 МГц. По первому передаются данные от клиента к серверу (отдача), а по второму – от сервера к клиенту (загрузка).[3]

У сетей 3G пропускная способность зависит от нескольких факторов:

- работающий протокол передачи данных;
- качество покрытия;
- наличие препятствий, мешающих приему сигнала.

2.3 Технология мобильной связи четвертого поколения 4G

4G или LTE-Advanced – продвинутая версия четвёртого поколения мобильной связи LTE. От более старых стандартов мобильной связи отличается повышенной скоростью соединения, изменениями в алгоритмах передачи данных и другими нововведениями.

4G+ работает на частоте 2600 МГц, в то время как более старший стандарт (4G) занимает частоту 2400 МГц. Благодаря изменению частоты операторы сотовой связи смогут избежать различных проблем, которых не получилось бы избежать без этого.

В отличие от своего предка, стандарт LTE-Advanced позволяет использовать сразу несколько полос для увеличения стабильности и скорости сигнала. Именно благодаря этому удалось сильно умножить скорость соединения без какой-либо потери её дальности. Хотя при сильных нагрузках на сеть данное решение может обойтись боком, из-за чего скорость будет даже хуже, чем на обычном LTE.[4]

Разумеется для подключения к новому стандарту не подойдут пользовательские устройства, не поддерживающие его. Поэтому для подключения к LTE-Advanced придётся обзавестись новым смартфоном, модемом или беспроводным роутером.

2.4 Технология беспроводной локальной сети (Wi-fi)

WI-FI — это современная беспроводная технология передачи данных по радиоканалу (wireless, wlan wifi).

Радиоволны, которые используются для Wi-Fi связи очень похожи на радиоволны используемые в рациях, приемниках, сотовых телефонах и других устройствах. Но Wi-Fi имеет несколько заметных отличий от других радиоприборов.[6]

Связь ведется на частотах в 2,4 ГГц и 5 ГГц. Эта частота намного выше, чем частоты, пригодные для мобильных телефонов, портативных радиостанций и телевидения. Чем выше частота сигнала, тем большее количество информации передается.

Принципы функционирования беспроводной связи Wi-Fi.

Беспроводная сеть использует радиоволны точно так же как радиоприемники, мобильные телефоны, телевизоры. На самом деле беспроводная связь Wi-Fi более похожа на двустороннюю радиосвязь. Вот что происходит:

- адаптер Wi-Fi преобразует поток данных в электрический радиосигнал и передает его через антенну;
- маршрутизатор Wi-Fi радиосигнал и дешифрует его. Маршрутизатор Wi-Fi отправляет данные с помощью физических, проводных соединений. [6]

Преимущества Wi-Fi:

- позволяет развернуть сеть без прокладки кабеля, что может уменьшить стоимость развёртывания и/или расширения сети. Места, где нельзя проложить кабель, например, вне помещений и в зданиях, имеющих историческую ценность, могут обслуживаться беспроводными сетями;
- позволяет иметь доступ к сети мобильным устройствам;
- устройства Wi-Fi широко распространены на рынке. Гарантируется совместимость оборудования благодаря обязательной сертификации оборудования с логотипом Wi-Fi;
- мобильность. Вы больше не привязаны к одному месту и можете пользоваться интернетом в комфортной для вас обстановке;
- в пределах зоны Wi-Fi в интернет могут выходить несколько пользователей с разных устройств;
- излучение от устройств Wi-Fi в момент передачи данных на порядок

(в 10 раз) меньше, чем у сотового телефона.

Недостатки Wi-Fi:

— в диапазоне 2,4 ГГц работает множество устройств, таких как устройства, поддерживающие Bluetooth, и др., и даже микроволновые печи, что ухудшает электромагнитную совместимость;

— производителями оборудования указывается скорость на L1 (OSI), в результате чего создаётся иллюзия, что производитель оборудования завышает скорость, но на самом деле в Wi-Fi весьма высоки служебные «накладные расходы». Получается, что скорость передачи данных на L2 (OSI) в сети Wi-Fi всегда ниже заявленной скорости на L1 (OSI). Реальная скорость зависит от доли служебного трафика, которая зависит уже от наличия между устройствами физических преград (мебель, стены), наличия помех от других беспроводных устройств или электронной аппаратуры, расположения устройств относительно друг друга и т. п.;

— частотный диапазон и эксплуатационные ограничения в различных странах не одинаковы. Во многих европейских странах разрешены два дополнительных канала, которые запрещены в США. В Японии есть ещё один канал в верхней части диапазона, а другие страны, например Испания, запрещают использование низкочастотных каналов. Более того, некоторые страны, например Россия, Белоруссия и Италия, требуют регистрации всех сетей Wi-Fi, работающих вне помещений, или требуют регистрации Wi-Fi-оператора;

— как было упомянуто выше — в России точки беспроводного доступа, а также адаптеры Wi-Fi с ЭИИМ, превышающей 100 мВт (20 дБм), подлежат обязательной регистрации;

— стандарт шифрования WEP может быть относительно легко взломан даже при правильной конфигурации (из-за слабой стойкости алгоритма). Новые устройства поддерживают более совершенные протоколы шифрования данных WPA и WPA2. Принятие стандарта IEEE 802.11i (WPA2) в июне 2004 года

сделало возможным применение более безопасной схемы связи, которая доступна в новом оборудовании. Обе схемы требуют более стойкий пароль, чем те, которые обычно назначаются пользователями. Многие организации используют дополнительное шифрование (например VPN) для защиты от вторжения. На данный момент основным методом взлома WPA2 является подбор пароля и активные атаки KRACK, поэтому рекомендуется использовать сложные цифро-буквенные пароли для того, чтобы максимально усложнить задачу подбора пароля.

2.5 Технология беспроводной сети bluetooth

Bluetooth (от слов англ. blue — синий и англ. tooth — зуб; произносится /blu:tu:θ/) — производственная спецификация беспроводных персональных сетей (англ. Wireless personal area network, WPAN). Bluetooth обеспечивает обмен информацией между такими устройствами как персональные компьютеры (настольные, карманные, ноутбуки), мобильные телефоны, принтеры, цифровые фотоаппараты, мышки, клавиатуры, джойстики, наушники, гарнитуры на надёжной, бесплатной, повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи. Bluetooth позволяет этим устройствам общаться, когда они находятся в радиусе до 10 метров друг от друга (дальность сильно зависит от преград и помех), даже в разных помещениях.

Принцип действия основан на использовании радиоволн. Радиосвязь Bluetooth осуществляется в ISM-диапазоне (англ. Industry, Science and Medicine), который используется в различных бытовых приборах и беспроводных сетях (свободный от лицензирования диапазон от 2,4 до 2,4835 ГГц). В Bluetooth применяется метод расширения спектра со скачкообразной перестройкой частоты (англ. Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS). Метод FHSS прост в реализации, обеспечивает устойчивость к широкополосным помехам, а оборудование недорого.

Согласно алгоритму FHSS, в Bluetooth несущая частота сигнала скачкообразно меняется 1600 раз в секунду[6] (всего выделяется 79 рабочих частот шириной в 1 МГц, а в Японии, Франции и Испании полоса уже — 23 частотных канала). Последовательность переключения между частотами для каждого соединения является псевдослучайной и известна только передатчику и приёмнику, которые каждые 625 мкс (один временной слот) синхронно перестраиваются с одной несущей частоты на другую. Таким образом, если рядом работают несколько пар приёмник-передатчик, то они не мешают друг другу. Этот алгоритм является также составной частью системы защиты конфиденциальности передаваемой информации: переход происходит по псевдослучайному алгоритму и определяется отдельно для каждого соединения. При передаче цифровых данных и аудиосигнала (64 кбит/с в обоих направлениях) используются различные схемы кодирования: аудиосигнал не повторяется (как правило), а цифровые данные в случае утери пакета информации будут переданы повторно.

Достоинства сетей на базе Bluetooth:

- возможность быстрого развертывания;
- сравнительно малое энергопотребление абонентских устройств;
- широкий спектр поддерживающих эту технологию устройств.

Недостатки сети:

- небольшой радиус действия (радиус действия одного абонентского устройства составляет от 0,1 до 100 м);
- малые скорости передачи данных (для сравнения: в сетях Wi-Fi этот показатель составляет от 11 до 108 Мбит/с);
- нехватка частотного ресурса.

3 Разработка архитектуры лабораторного стенда для исследования систем подавления беспроводной связи

Была разработана архитектура лабораторного стенда состоящая из антенны Куликова, подавитель радиосигналов МДГУ и спектра анализатора. На рисунке 2 представлена функциональная схема работы лабораторного стенда.

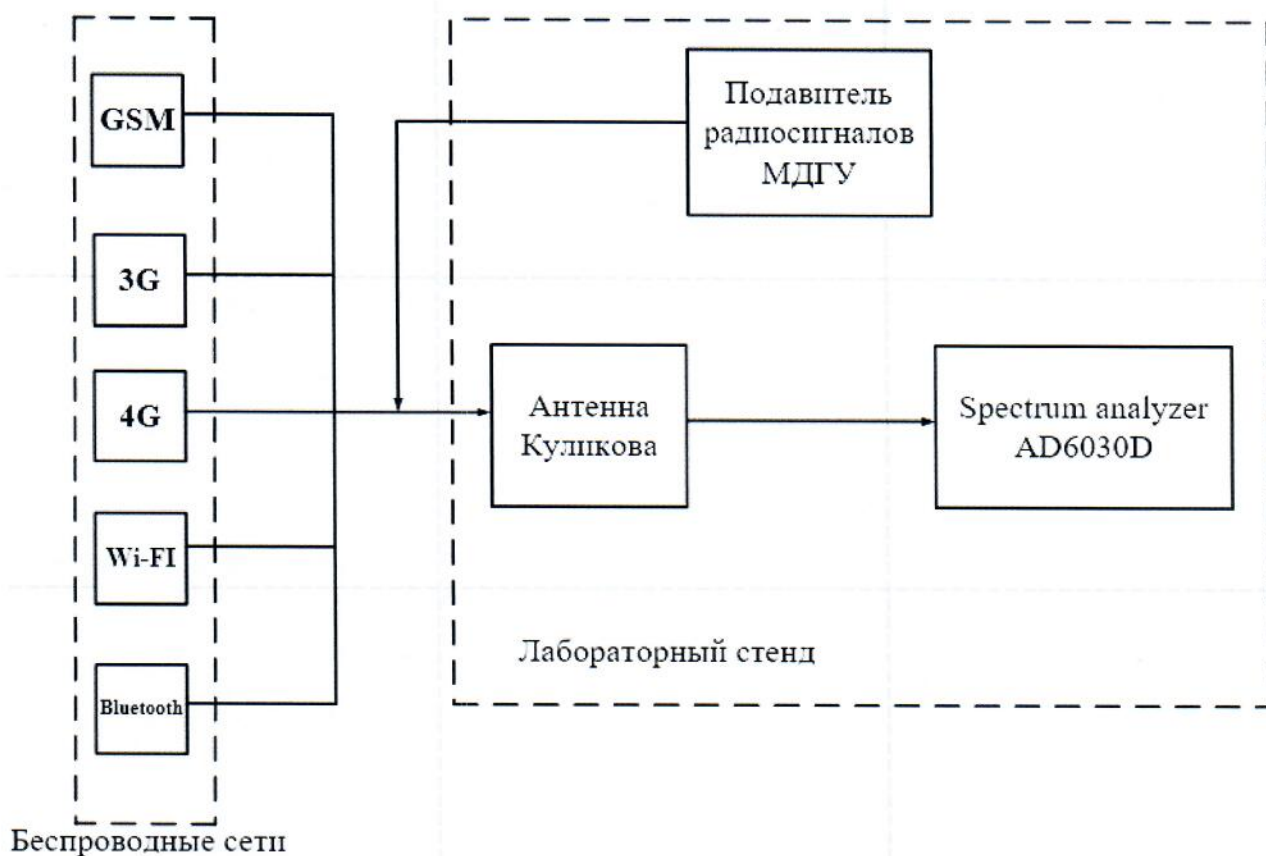


Рисунок 2 — Архитектура лабораторного стенда

4 Разработка программы исследования систем подавления беспроводной связи

4.1 Разработка методов использования лабораторного стенда для исследований систем подавления беспроводной связи

Для исследования системы подавления сигналов беспроводной связи, была спроектирована диаграмма последовательности, которая предназначена для моделирования взаимодействия объектов системы во времени, а также обмена сообщениями между ними. Результат диаграммы последовательности представлен на рисунке 3.

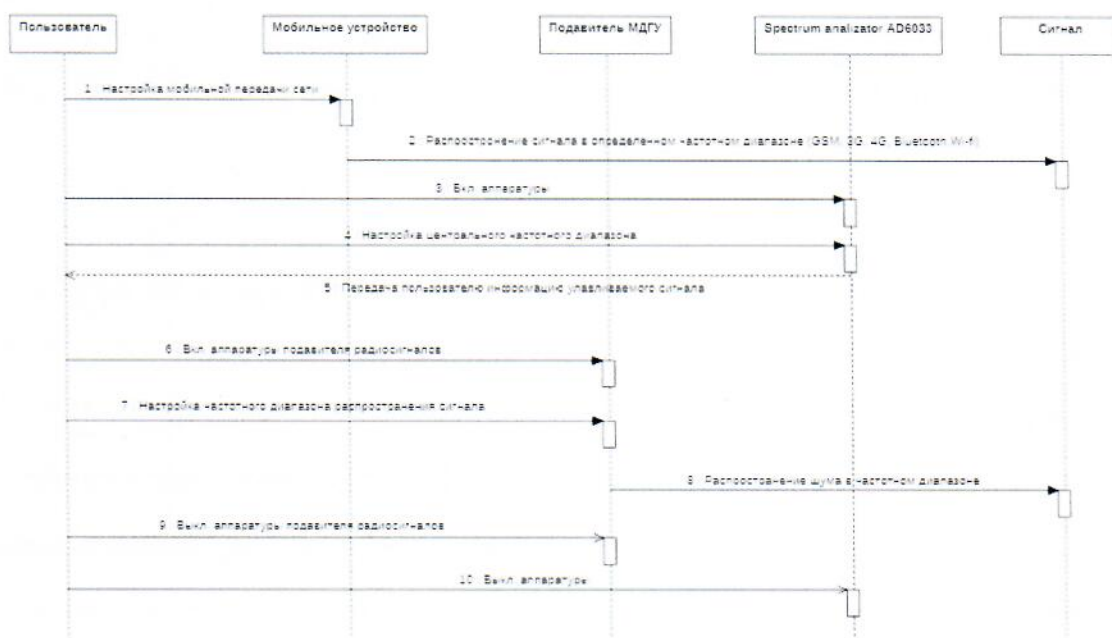


Рисунок 3 - Диаграмма последовательности исследования подавления систем беспроводной связи

На диаграмме последовательности объекты в основном представляют сущности такие как: мобильное устройство, подавитель МДГУ, Spectrum analyzer AD6030D, сигнал распространяемый в заданном частотном диапазоне.

Для упрощения взаимодействия с лабораторным стендом будущим пользователям была составлена UML-диаграмма вариантов использования, которая предназначена для описания конкретных действий групп лиц с

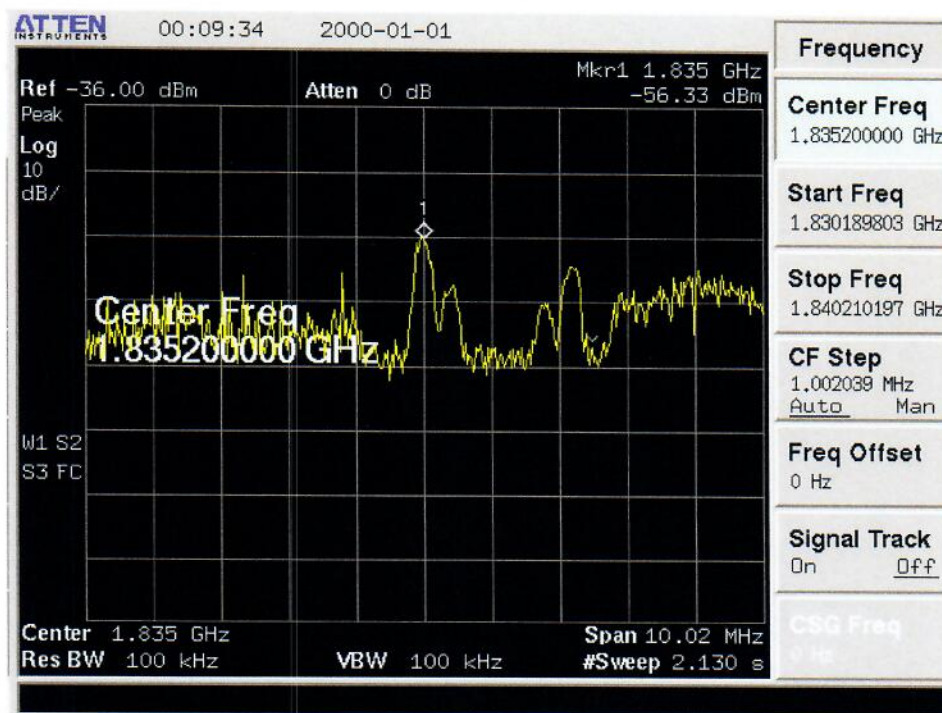


Рисунок 7 — Принимаемый сигнал с БС на частоте 1,8352 ГГц

Для проверки целостности и качества соединения в сетях на основе TCP/IP была использована утилита ping, установленная на устройстве Honor 9X на базе ОС версии 8.1 с оператором сотовой связи (Tele2) с использованием стандарта цифровой мобильной сотовой связи (GSM). Было отправлено 12 ICMP (Internet Control Message Protocol) эхо-запросов на указанный интерфейс в сети и получение ICMP эхо-отклика, таким образом было выявлено время отклика и наличие соединения в сети. Отчет о работе программы представлен ниже.

```

PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=1 ttl=53 time=280 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=2 ttl=53 time=465 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=3 ttl=53 time=246 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=4 ttl=53 time=273 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=5 ttl=53 time=374 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=6 ttl=53 time=476 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=7 ttl=53 time=280 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=8 ttl=53 time=185 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=9 ttl=53 time=1588 ms

```

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=10 ttl=53 time=719 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=11 ttl=53 time=220 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=12 ttl=53 time=199 ms
 — appsteka.com ping statistics
 — 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11401ms
 rtt min/avg/max/mdev = 185.570/442.385/1588.002/375.218 ms, pipe

Как мы видим, сеть работает достаточно не стабильно, время отклика первого ICMP-запроса практически в 2 раза отличается от времени второго. Но главной задачей использования утилиты .ping для дипломного проекта, это определение наличия сети и не зависимо от результатов времени отклика наличие сети подтверждается.

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех на полосу частот, в которой функционирует стандарт GSM для оператора Tele2.

С помощью анализатора спектра были сняты замеры уже при включенном подавителе. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 8.

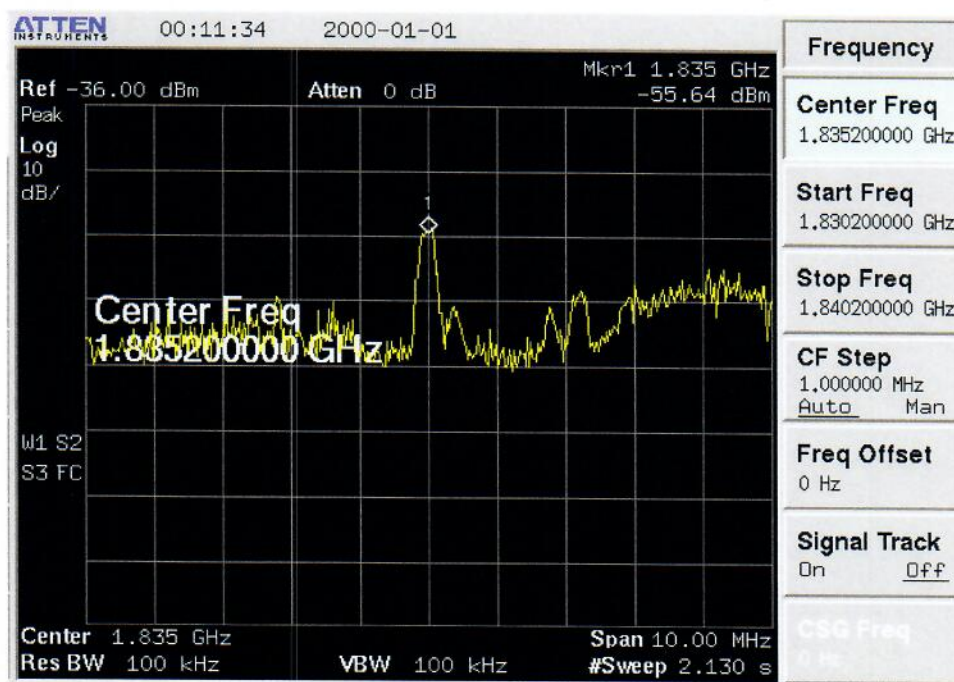


Рисунок 3 — Сигнал принимаемый от БС на частоте 1,8352 ГГц

По результатам представленного на рисунке 8 можно сделать вывод, что конфигурация используемого стационарного подавителя радиосигналов не покрывает частоту передаваемого сигнала с базовой станции к абоненту. Для более наглядного описания принципа работы подавителя радиосигналов был увеличен частотный диапазон отображаемого сигнала с 10 МГц до 100 МГц. С помощью выставленного маркера на частотном диапазоне была примерно установлена частота включения подавителя. Результат представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 — Включение помех на частоте 1,840 ГГц

Для проверки достоверности представленных результатов была выполнена проверка целостности и качества соединения с помощью утилиты ping, а также была составлена статистика скорости отклика интерфейса сети на эхо-запросы при выключенном подавителе радиосигналов и включенным непосредственно при близком расстоянии от мобильного телефона. Отчет о работе программы представлен ниже.

PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=1 ttl=53 time=349 ms

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=2 ttl=53 time=389 ms

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=3 ttl=53 time=273 ms

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=4 ttl=53 time=673 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=5 ttl=53 time=315 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=6 ttl=53 time=217 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=7 ttl=53 time=617 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=8 ttl=53 time=398 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=9 ttl=53 time=284 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=10 ttl=53 time=182 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=11 ttl=53 time=185 ms
 64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=12 ttl=53 time=183 ms
 — appsteka.com ping statistics
 — 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11426ms
 rtt min/avg/max/mdev = 182.222/339.154/673.296/155.538 m

На основе отчета полученного из утилиты .ping можно сделать вывод, что ICMP запросы отправляются на указанный интерфейс сети.

Была построена диаграмма сравнения отклика ICMP запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов представлена на рисунке 10.



Рисунок 10 — Диаграмма сравнения отклика ICMP запросов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что конфигурация используемого стационарного подавителя МДГУ для

зашумления сигналов принимаемых с базовой станции поддерживающий стандарт GSM позволяет исключить утечку информации, так как распространение сигнала оператора сотовой связи Tele2 происходит в том диапазоне частот, который является отличным от базового диапазон работы подавителя.

4.3 Исследование сотового телефона стандарта 3G с оператором сотовой связи Tele2

Было установлено место разворачивания базовой станции поддерживающие технологии третьего поколения (3G) для сотового оператора (Tele2) и расстояние между абонентом исследуемого сотового оператора и базовой станции, результат представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 — Расстояние между абонентом и базовой станции поддерживающий 3G сети

Базовая станция находится на территории ПГУ так как сигналы с частотами от 1800 до 2100 МГц, зачастую дальше от 5 до 10 км от базовой

станции не распространяются. Распределение частоты у Tele2 в стандарте 3G/2100 представлена на рисунке 12.

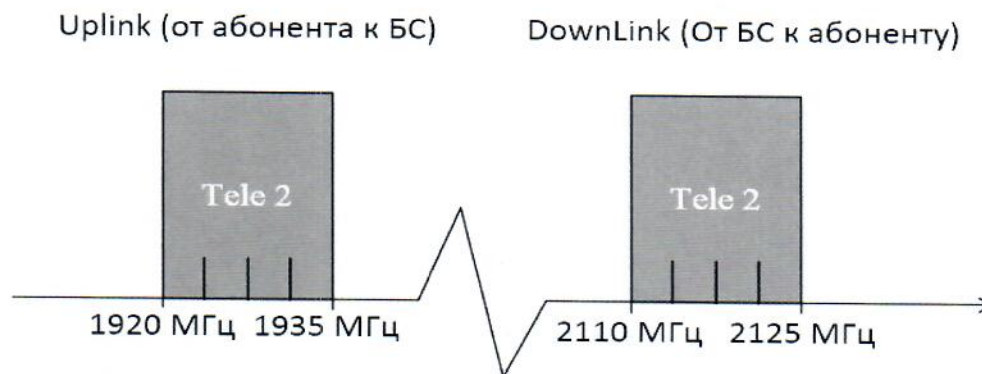


Рисунок 12 — Распределение частоты у Tele2 в стандарте 3G/2100

При использовании приложения установленного на устройстве Honor 9X была определена частота принимаемого сигнала с базовой станции равная 2,1126 ГГц.

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 2,1126 ГГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 68,49 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 10 МГц. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 13.

Стоит отметить, что стандарт 3G имеет шумоподобный сигнал, передаваемого в общий для других аналогичных передатчиков канал в едином широком частотном диапазоне. Поэтому явный сигнал принимаемый с базовой станции с помощью спектра анализатора определить невозможно.

Далее с помощью утилиты ping были определены двусторонние задержки по маршруту и частоту потери пакетов, результат работы программы представлена ниже.

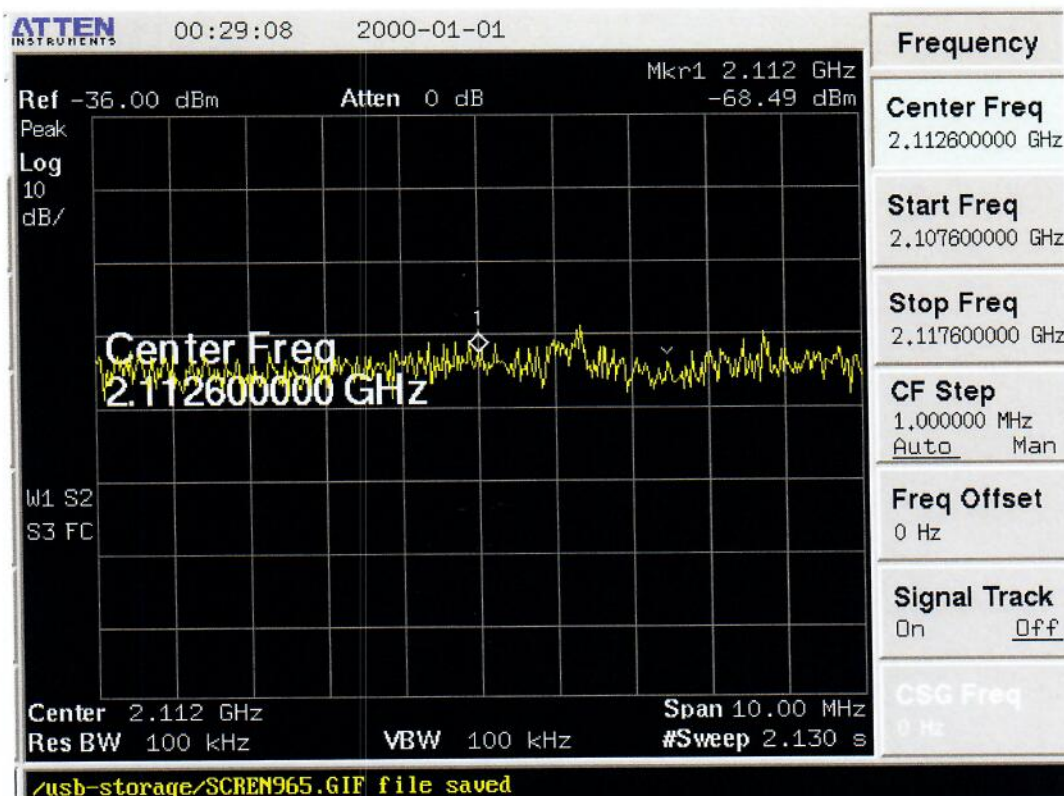


Рисунок 13 — Частота распространения сигнала 3G/2100 МГц

PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data.

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=1 ttl=54 time=52.4 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=2 ttl=54 time=49.4 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=3 ttl=54 time=53.0 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=4 ttl=54 time=51.8 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=5 ttl=54 time=68.1 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=6 ttl=54 time=70.2 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=7 ttl=54 time=68.3 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=8 ttl=54 time=70.5 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=9 ttl=54 time=64.8 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=10 ttl=54 time=69.6 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=11 ttl=54 time=70.0 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=12 ttl=54 time=69.9 ms

— appsteka.com ping statistics

— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11401ms

rtt min/avg/max/mdev = 49.487/63.222/70.523/8.313 ms

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ

рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех на полосу частот, в которой функционирует стандарт 3G для оператора Tele2.

С помощью спектра анализатора были сняты замеры уже при включенном подавителе радиосигналов. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 14.

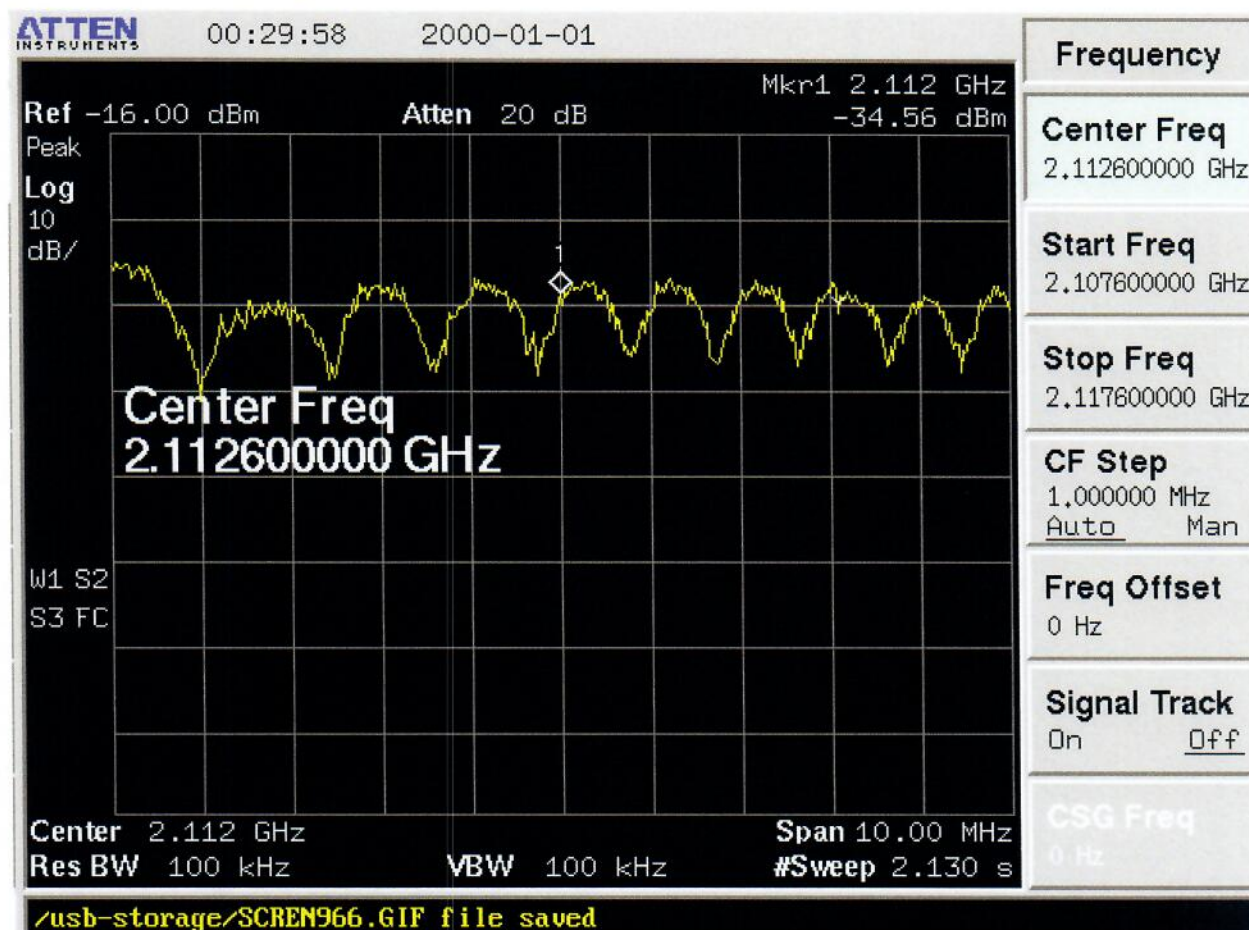


Рисунок 14 — Влияние помех на принимаемый сигнал в частотном диапазоне 2,1126 ГГц

На основе выведенного результата представленного на рисунке 14 можно увидеть, как электромагнитные помехи влияют на частотный диапазон распространения сигнала третьего поколения для оператора сотовой связи Tele2. Уровень принимаемого сигнала увеличился и стал равным минус 34,56 дБ.

Для проверки достоверности представленных результатов с помощью утилиты ring, была выполнена попытка отправить ICMP-запросы в сеть. Отчет

работы программы представлен ниже.

PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data.

— *appsteka.com ping statistics*

— *9 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 8186ms*

На основе полученного отчета из утилиты .ping видно что в момент включения подавителя радиосигналов МДГУ происходит потеря ICMP-пакетов время существования запросов истекает.

Была составлена диаграмма времени отклика ICMP-запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов беспроводной связи. Результат представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 — Диаграмма среднего времени отклика ICMP-запросов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что подавитель радиосигналов МДГУ излучает широкополосный шумовой сигнал в диапазоне частот распространения 3G/2100 МГц оператора сотовой связи Tele2, сигнал подавляется, связь с внешним миром отсутствует. Следовательно использование рассматриваемого стандарта связи может считаться универсальным но не подходит для решения узко поставленных задач (прием информации с условно скрытных передатчиков в условиях работающего подавителя).

4.4 Исследование сотового телефона стандарта 4G с оператором сотовой связи Tele2

Была определена базовая станция, которая поддерживает связь с находящимися в их зоне мобильными телефонами расположенная на здании 9 корпуса на территории ПГУ. Местоположение абонента оператора сотовой связи Tele2 и базовой станции, а также расстояние между ними представлена на рисунке 16.

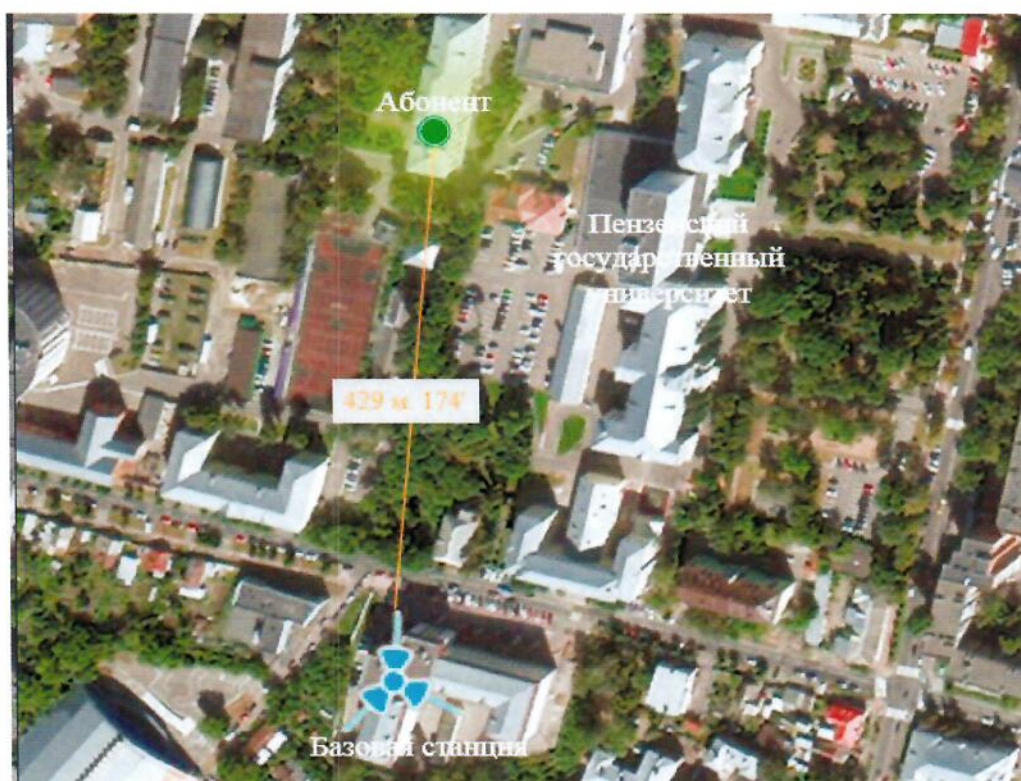


Рисунок 16 — Расстояние между абонентом и базовой станции поддерживающий 4G сети

Базовая станция находится на территории ПГУ так как сигналы с частотами от 2500 до 2600 МГц, зачастую дальше от 5 до 10 км от базовой станции не распространяются. Распределение частоты у Tele2 в стандарте 4G представлена на рисунке 17.

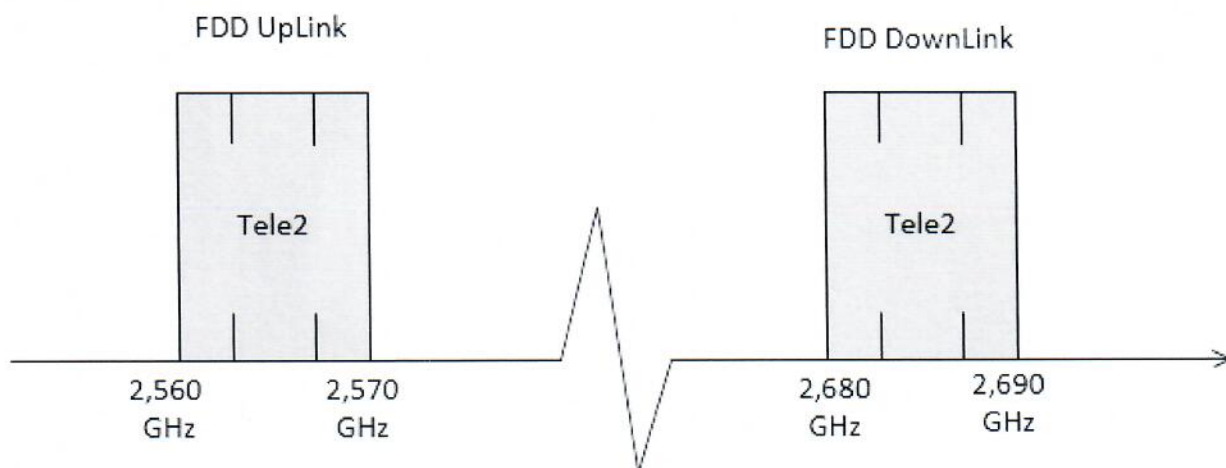


Рисунок 17 — Распределение частоты у Tele2 в стандарте 4G

При использовании приложения установленного на устройстве Honor 9X была определена частота принимаемого сигнала с базовой станции равная 2685 МГц. рассматриваемого стандарта (4G).

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 2,6850 ГГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 48,11 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 10 МГц. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 18.

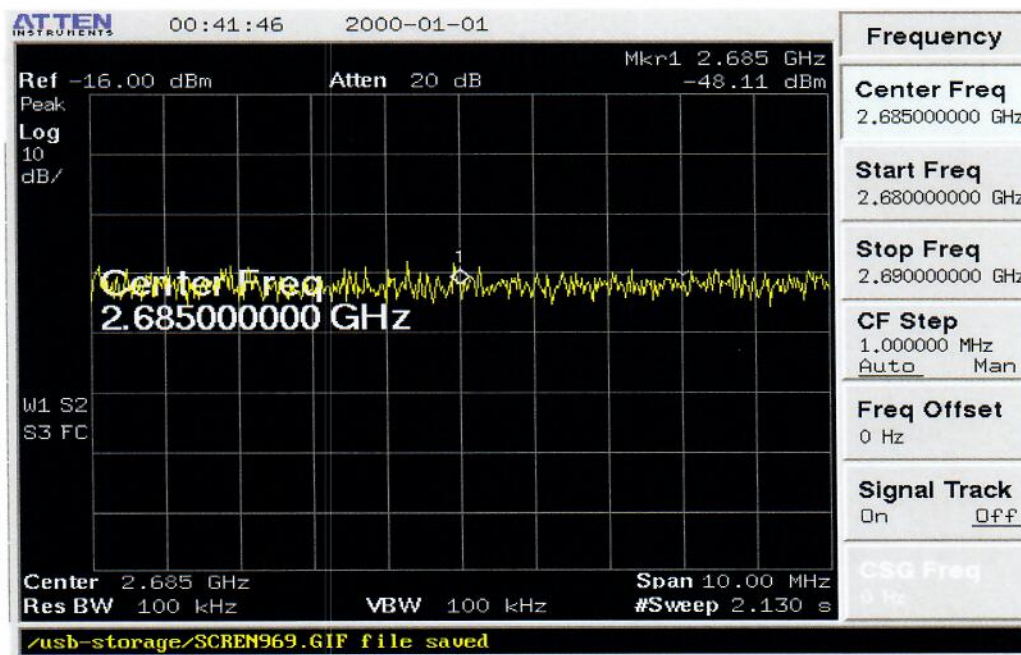


Рисунок 18 — Частота распространения сигнала 4G

Далее с помощью утилиты ping были определены двусторонние задержки по маршруту и частоту потери пакетов, результат работы программы представлена ниже.

```
PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=1 ttl=51 time=87.4 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=2 ttl=51 time=120 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=3 ttl=51 time=352 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=4 ttl=51 time=112 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=5 ttl=51 time=128 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=6 ttl=51 time=128 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=7 ttl=51 time=121 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=8 ttl=51 time=119 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=9 ttl=51 time=121 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=10 ttl=51 time=123 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=11 ttl=51 time=120 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=12 ttl=51 time=120 ms  
— appsteka.com ping statistics  
— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11431ms  
rtt min/avg/max/mdev = 87.409/138.117/352.691/65.500 m
```

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех на полосу частот, в которой функционирует стандарт 4G для оператора (Tele2).

С помощью спектра анализатора были сняты замеры уже при включенном подавителе радиосигналов. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 19.

На основе выведенного результата представленного на рисунке 19 можно увидеть, как электромагнитные помехи не влияют на частотный диапазон распространения сигнала четвертого поколения для оператора сотовой связи Tele2.

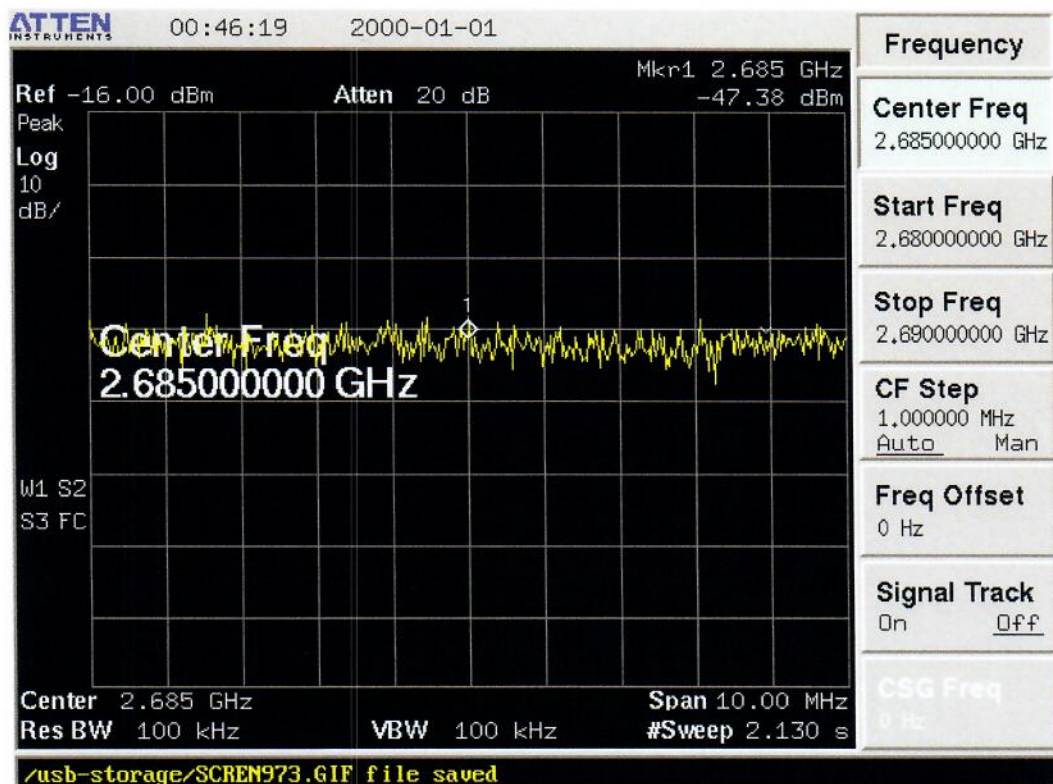


Рисунок 19 - Влияние помех на принимаемый сигнал в частотном диапазоне 2,6850 ГГц

Для проверки достоверности представленных результатов с помощью утилиты ping, была выполнена попытка отправить ICMP-запросы в сеть. Отчет работы программы представлен ниже.

```
PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=1 ttl=51 time=75.7 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=2 ttl=51 time=76.1 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=3 ttl=51 time=73.9 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=4 ttl=51 time=74.7 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=5 ttl=51 time=75.3 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=6 ttl=51 time=78.9 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=7 ttl=51 time=82.8 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=8 ttl=51 time=84.0 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=9 ttl=51 time=100 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=10 ttl=51 time=71.7 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=11 ttl=51 time=73.8 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=12 ttl=51 time=84.8 ms
```

— *appsteka.com ping statistics*

— *12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11432ms*

rtt min/avg/max/mdev = 71.776/79.440/100.910/7.669 m

На основе отчета полученного из утилиты .ping можно сделать вывод, что ICMP запросы отправляются на указанный интерфейс сети.

Была составлена диаграмма времени отклика ICMP-запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов беспроводной связи. Результат представлен на рисунке 20.

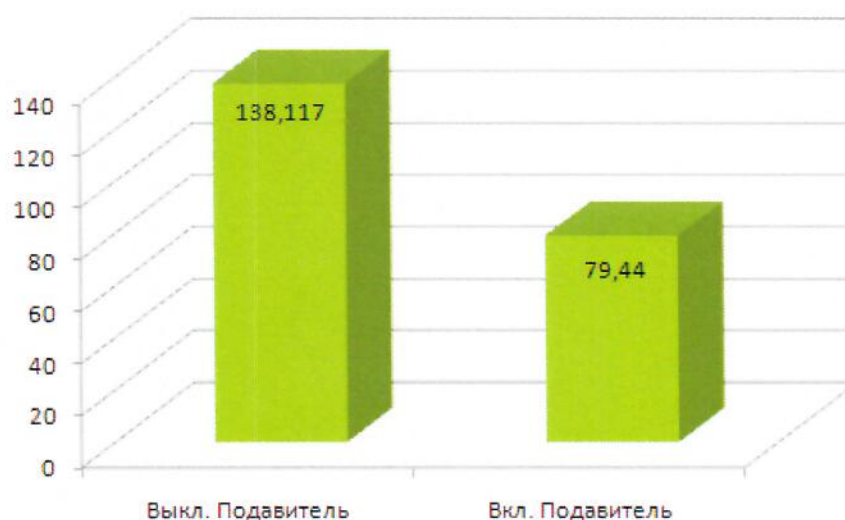


Рисунок 20 - Диаграмма среднего времени отклика ICMP-запросов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что использование LTE стандарта связи в условиях действующего, сигнала-помехи, узкого диапазона, сигнал примется почти неискаженный, позволяет характеризовать стандарт связи, как более универсальный, эффективно и гибко использующий частотный ресурс.

4.5 Исследование сотового телефона стандарта GSM с оператором сотовой связи МТС

Было установлено место разворачивания базовой станции поддерживающие глобальный стандарт (GSM) для сотового оператора (МТС) и

расстояние между абонентом исследуемого сотового оператора и базовой станции, результат представлен на рисунке 21.

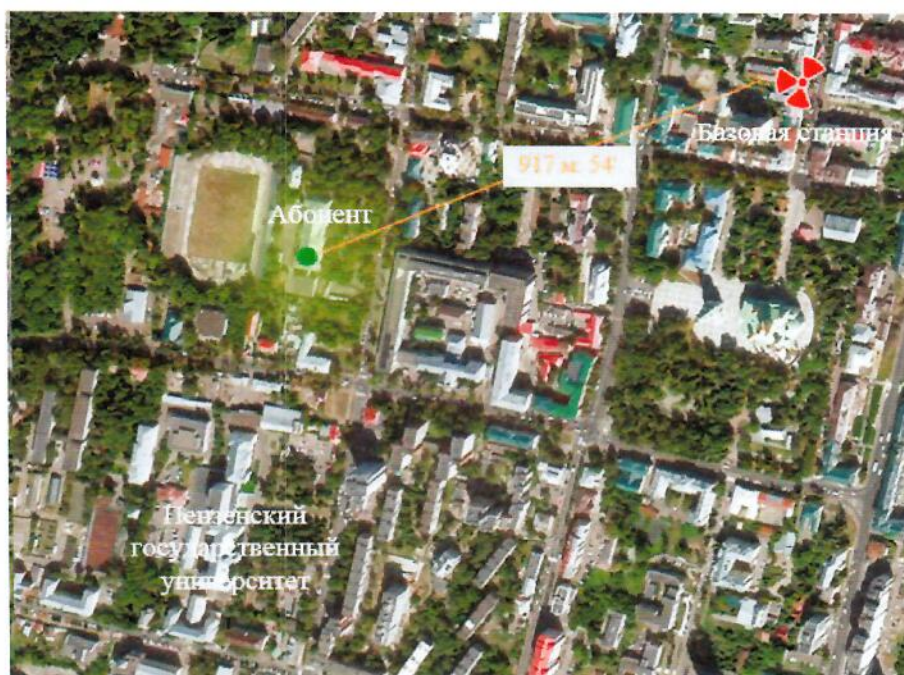


Рисунок 21 — Расстояние между абонентом и базовой станции поддерживающий GSM стандарт

Базовая станция находится на улице Московской, так как сигналы с частотами 900 МГц, радиус покрытия вышки доходит до 13,5 км. Распределение частоты у МТС в стандарте E-GSM 900 представлена на рисунке 22.

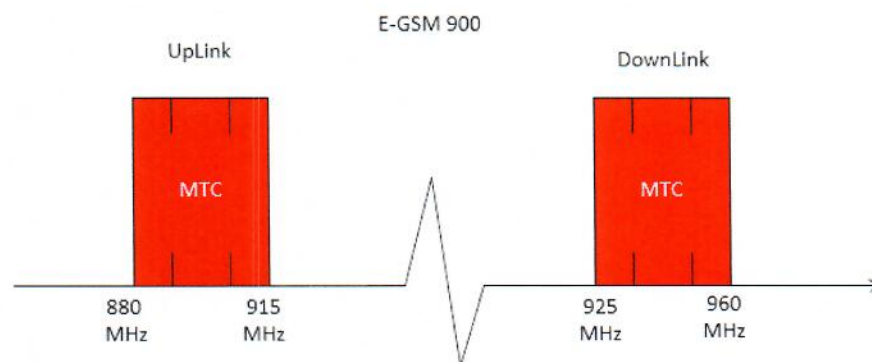


Рисунок 22 — Распределение частоты МТС в стандарте E-GSM 900

С помощью программы установленной на устройстве Honor 9X на базе ОС версии 8.1 с оператором сотовой связи (МТС) под названием «Сотовые вышки» был определен частотный диапазон передачи сигнала с базовой

станции расположенной на Московской улице равен 955,2 МГц.

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 945,6 МГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 37,77 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 100 МГц, был выявлен сигнал, предположительно являющийся сигналом передачи данных с базовой станции, на которой установлены приемо-передатчики для диапазона GSM стандарта оператора сотовой связи МТС. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 23.

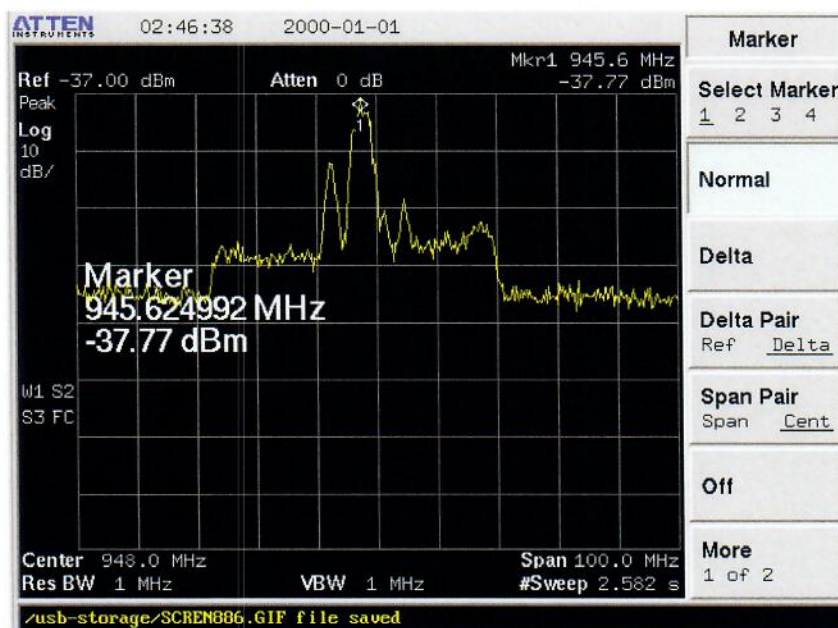


Рисунок 23 — Принимаемый сигнал с БС на частоте 945 МГц

Для проверки целостности и качества соединения в сетях на основе TCP/IP была использована утилита ping, установленная на устройстве Honor 9X на базе ОС версии 8.1 с оператором сотовой связи МТС с использованием стандарта цифровой мобильной сотовой связи (GSM). Было отправлено 12 ICMP эхо-запросов на указанный интерфейс в сети и получение ICMP эхо-отклика, таким образом было выявлено время отклика и наличие соединения в сети. Отчет о работе программы представлен ниже.

PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=1 ttl=53 time=280 ms

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=2 ttl=53 time=465 ms

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=3 ttl=53 time=246 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=4 ttl=53 time=273 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=5 ttl=53 time=374 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=6 ttl=53 time=476 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=7 ttl=53 time=280 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=8 ttl=53 time=185 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=9 ttl=53 time=1588 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=10 ttl=53 time=719 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=11 ttl=53 time=220 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=12 ttl=53 time=199 ms
— appsteka.com ping statistics
— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11401ms
rtt min/avg/max/mdev = 185.570/442.385/1588.002/375.218 ms, pipe

Соединение с сетью GSM исправно можно отследить скорость и качество передачи данных в цифровом стандарте второго поколения.

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех, на полосу частот, в которой функционирует стандарт GSM для оператора МТС.

С помощью анализатора спектра были сняты замеры уже при включенном подавителе. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 24.

Для проверки достоверности представленных результатов с помощью утилиты ping, была выполнена попытка отправить ICMP-запросы в сеть.

PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.
— appsteka.com ping statistics
— 9 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 8186ms

На основе полученных данных из программы можно сделать вывод, что соединение с устройством HONOR 9X и цифровой мобильной сотовой связью GSM оператора МТС не установлено. Превышен лимит ожидания для запроса.

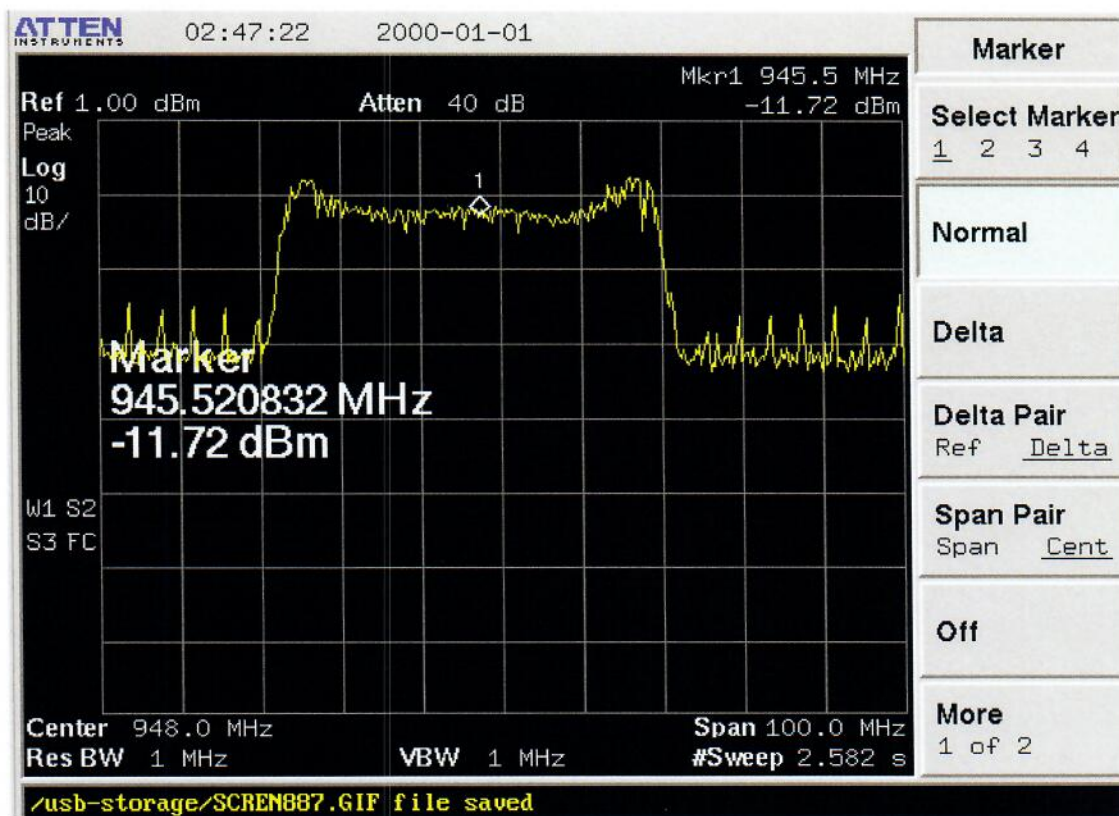


Рисунок 24 — Влияние помех на принимаемый сигнал в частотном диапазоне 945 МГц

Диаграмма сравнения времени отклика ICMP запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов представлена на рисунке 25.

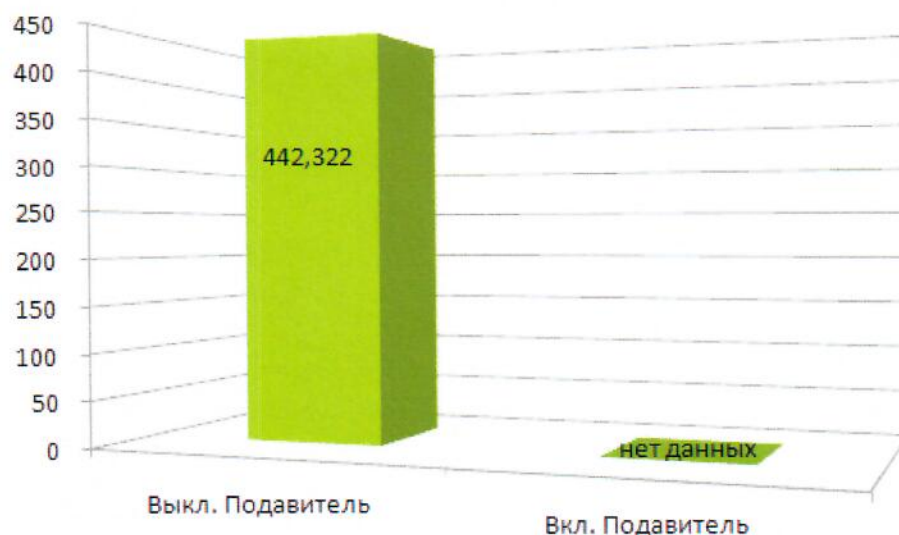


Рисунок 25 — Диаграмма сравнения среднего времени отклика ICMP пакетов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что подавитель радиосигналов МДГУ излучает широкополосный шумовой сигнал в диапазоне частот распространения GSM/900 МГц оператора сотовой связи МТС, сигнал подавляется, связь с внешним миром отсутствует. Работа оператора на этом цифровом стандарте не гарантирует передачу информации без значительных потерь.

4.6 Исследование сетей третьего поколения (3G) оператора сотовой связи МТС

Было установлено место разворачивания базовой станции поддерживающие технологии третьего поколения для сотового оператора МТС и расстояние между абонентом исследуемого сотового оператора и базовой станции, результат представлен на рисунке 26.



Рисунок 26 — Расстояние от абонента к базовой станции при поддержке стандарта 3G

Базовая станция находится на улице Московской, так как сигналы с частотами 3G/2100 ГГц, радиус покрытия вышки доходит от 3 до 5 км. Распределение частоты у МТС в стандарте 3G представлена на рисунке 27.

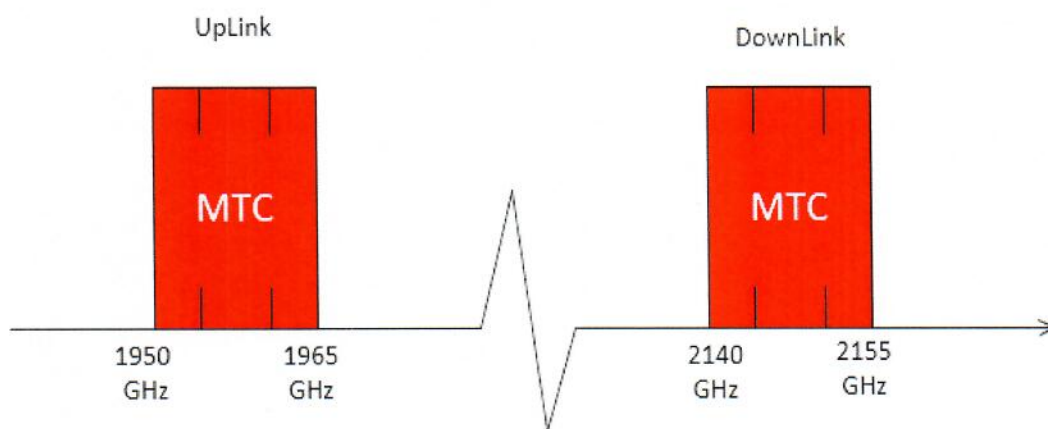


Рисунок 27 — Распределение частоты МТС в стандарте 3G/2100

С помощью программы установленной на устройстве Honor 9X на базе ОС версии 8.1 с оператором сотовой связи МТС под названием «Сотовые вышки» был определен частотный диапазон передачи сигнала с базовой станции расположенной на здании КМЦ и равен 2,152 ГГц.

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 2,152 ГГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 89,61 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 50 МГц, был выявлен сигнал, предположительно являющийся сигналом передачи данных с базовой станции, на которой установлены приемо-передатчики для диапазона 3G оператора сотовой связи МТС. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 28.

Для проверки целостности и качества соединения в сетях на основе TCP/IP была использована утилита ping. Отчет о работе программы представлен ниже.

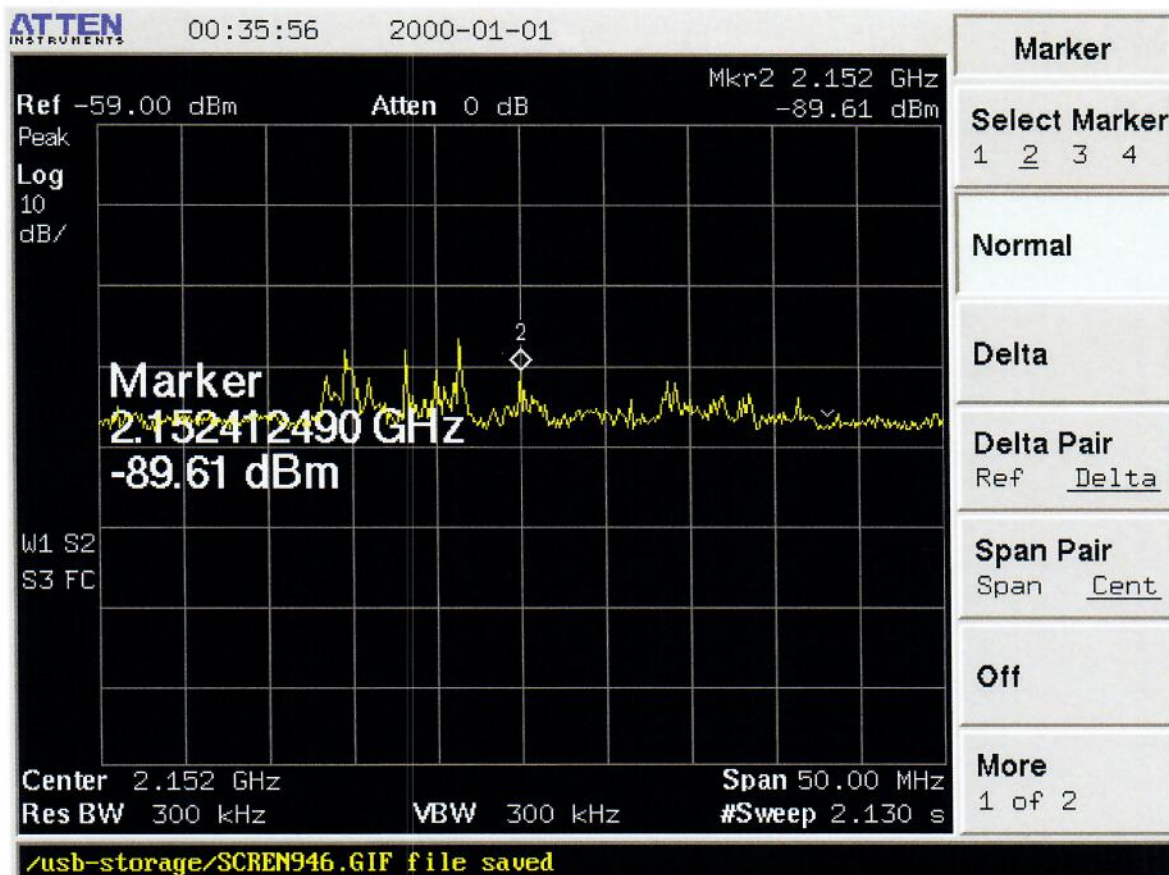


Рисунок 28 — Принимаемый сигнал с БС на частоте 2,152 ГГц

PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data.

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=1 ttl=56 time=42.7 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=2 ttl=56 time=56.1 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=3 ttl=56 time=41.1 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=4 ttl=56 time=57.3 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=5 ttl=56 time=57.7 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=6 ttl=56 time=56.4 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=7 ttl=56 time=60.5 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=8 ttl=56 time=37.9 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=9 ttl=56 time=75.2 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=10 ttl=56 time=60.6 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=11 ttl=56 time=60.8 ms

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=12 ttl=56 time=58.7 ms

— appsteka.com ping statistics

— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11413ms

rtt min/avg/max/mdev = 37.952/55.475/75.297/9.874 m

Исходя из результата отчета полученного из утилиты ping. Можно сделать вывод что соединение с сетью работает корректно.

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех, созданных подавителем на частоту, в которой функционирует стандарт 3G для оператора МТС. С помощью анализатора спектра были сняты замеры уже при включенном подавителе с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 50 МГц. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 29.

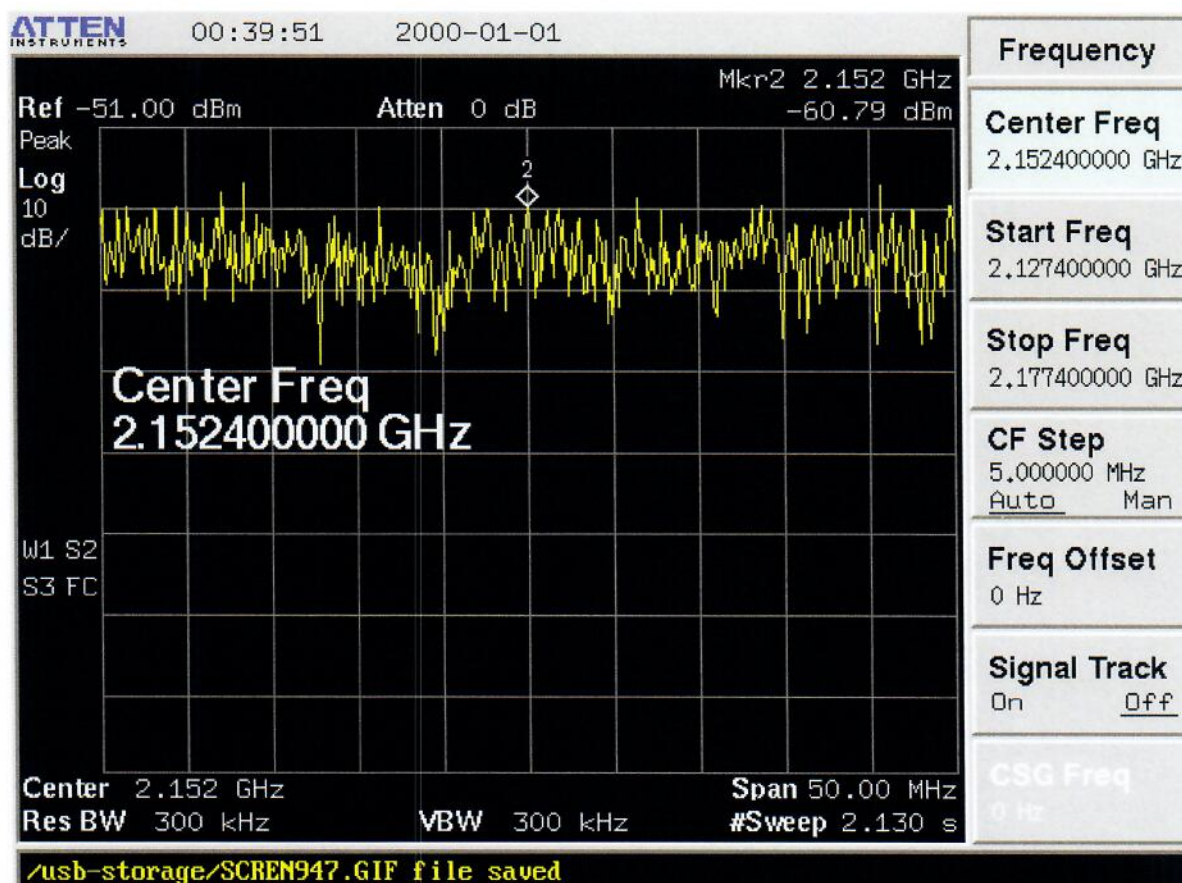


Рисунок 29 — Влияние помех на принимаемый сигнал в частотном диапазоне 2,1524 ГГц

На основе выведенного результата представленного на рисунке 29 можно увидеть, как электромагнитные помехи влияют на частотный диапазон распространения сигнала третьего поколения для оператора сотовой связи

МТС. Уровень принимаемого сигнала уменьшился и стал равным минус 60,79 дБ.

Для проверки достоверности представленных результатов с помощью утилиты ping, была выполнена попытка отправить ICMP-запросы в сеть. Отчет о работе программы представлен ниже.

PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data

— *appsteka.com ping statistics*

— *9 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 8194ms*

На основе полученного отчета из утилиты .ping видно что в момент включения подавителя радиосигналов МДГУ происходит потеря ICMP-пакетов время существования запросов истекает.

Диаграмма сравнения времени отклика ICMP запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов представлена на рисунке 30.



Рисунок 30 — Диаграмма сравнения среднего времени отклика ICMP пакетов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что подавитель радиосигналов МДГУ излучает широкополосный шумовой сигнал в диапазоне частот распространения 3G/2100 МГц оператора сотовой связи МТС, сигнал подавляется, связь с внешним миром отсутствует. Следовательно использование рассматриваемого стандарта связи может считаться

универсальным но не подходит для решения узко поставленных задач.

4.7 Исследование сетей четвертого поколения (4G) оператора сотовой связи МТС

Было установлено место развертывания базовой станции поддерживающий глобальный стандарт (4G) для сотового оператора (МТС) и расстояние между абонентом исследуемого сотового оператора и базовой станции, результат представлен на рисунке 31.



Рисунок 31 — Расстояние от абонента к базовой станции при поддержке стандарта 4G

Базовая станция находится на улице Московской, так как сигналы с частотами 4G, радиус покрытия вышки доходит от 3 до 5 км. Распределение частоты у МТС в стандарте 4G представлена на рисунке 32.

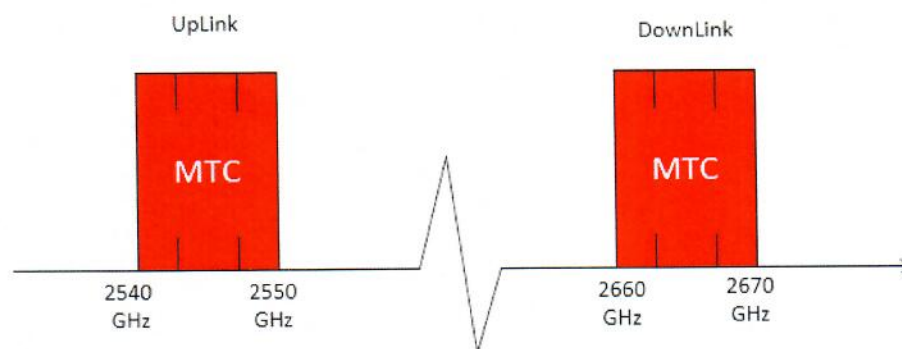


Рисунок 32 — Распределение частоты МТС в стандарте 4G

При использовании приложения установленного на устройстве Honor 9X была определена частота принимаемого сигнала с базовой станции равная 2670 МГц. рассматриваемого стандарта (4G).

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 2,670 ГГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 72,74 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 10 МГц. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 33.

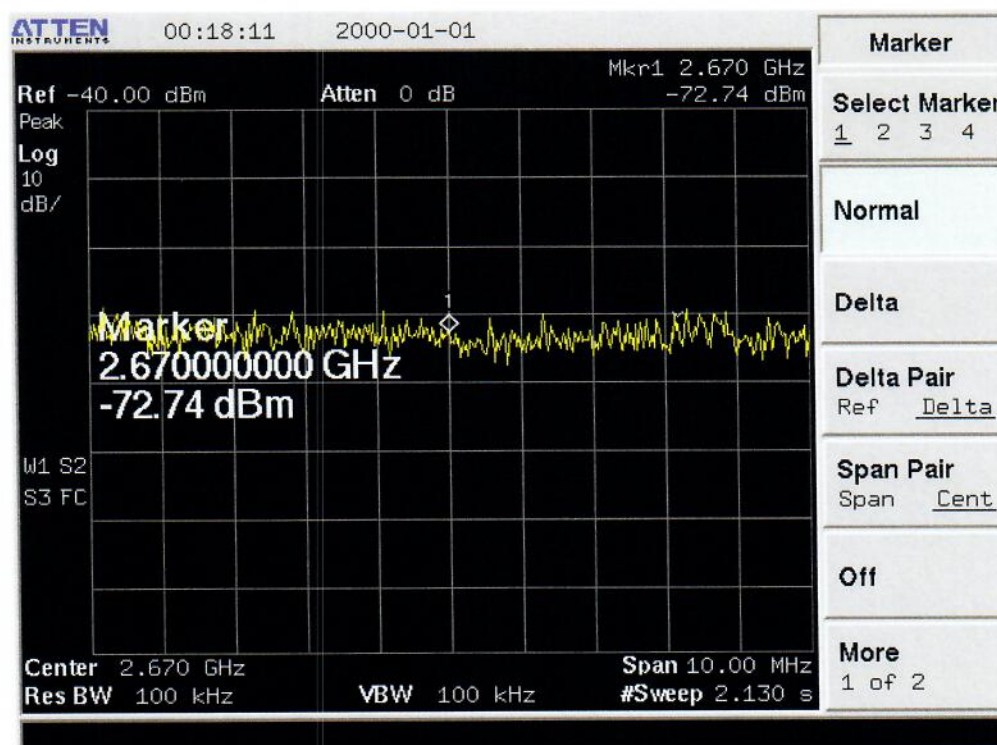


Рисунок 33 — Частотный диапазон распространения сигнала 4G

Для проверки целостности и качества соединения в сетях на основе TCP/IP была использована утилита ping. Отчет о работе программы представлен ниже.

```
PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=1 ttl=51 time=55.1 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=2 ttl=51 time=54.1 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=3 ttl=51 time=52.3 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=4 ttl=51 time=52.2 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=5 ttl=51 time=55.3 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=6 ttl=51 time=59.5 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=7 ttl=51 time=63.1 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=8 ttl=51 time=53.5 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=9 ttl=51 time=53.6 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=10 ttl=51 time=54.5 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=11 ttl=51 time=55.1 ms  
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=12 ttl=51 time=62.6 ms  
— appsteka.com ping statistics  
— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11436ms  
rtt min/avg/max/mdev = 52.266/55.972/63.164/3.593 m
```

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех на полосу частот, в которой функционирует стандарт 4G для оператора (МТС).

С помощью спектра анализатора были сняты замеры уже при включенном подавителе радиосигналов. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 34.

На основе выведенного результата представленного на рисунке 34 можно увидеть, что электромагнитные помехи не влияют на частотный диапазон распространения сигнала четвертого поколения для оператора сотовой связи МТС.

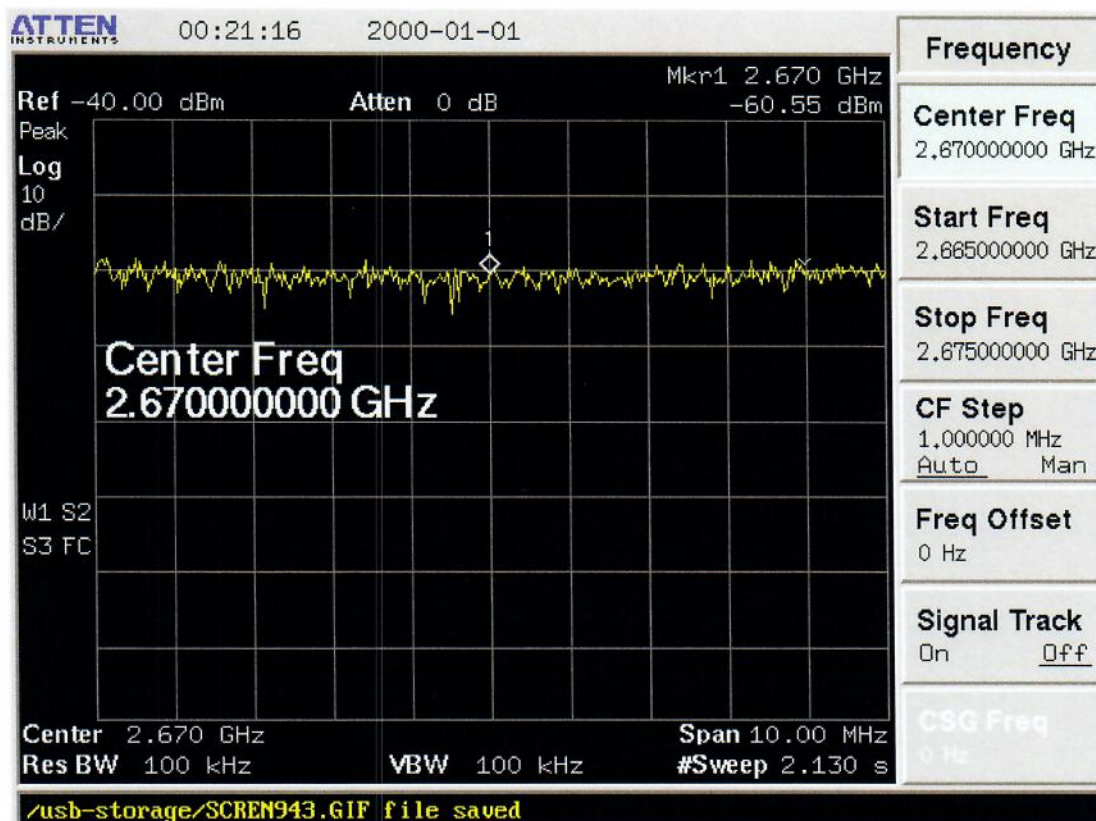


Рисунок 34 — Влияние помех на принимаемый сигнал в частотном диапазоне 2,670 ГГц

Для проверки достоверности представленных результатов с помощью утилиты ping, была выполнена попытка отправить ICMP-запросы в сеть. Отчет работы программы представлен ниже.

```
PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=1 ttl=56 time=49.5 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=2 ttl=56 time=49.2 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=3 ttl=56 time=65.7 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=4 ttl=56 time=48.3 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=5 ttl=56 time=69.6 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=6 ttl=56 time=73.5 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=7 ttl=56 time=73.4 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=8 ttl=56 time=57.5 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=9 ttl=56 time=73.7 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=10 ttl=56 time=58.2 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=11 ttl=56 time=81.4 ms
```

64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=12 ttl=56 time=66.5 ms

— appsteka.com ping statistics

— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11431ms

rtt min/avg/max/mdev = 48.384/63.918/81.475/10.670 m

На основе отчета полученного из утилиты .ping можно сделать вывод, что ICMP запросы отправляются на указанный интерфейс сети.

Была составлена диаграмма времени отклика ICMP-запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов беспроводной связи. Результат представлен на рисунке 35.



Рисунок 35 — Диаграмма сравнения среднего времени отклика ICMP пакетов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что использование LTE стандарта связи в условиях действующего, сигнала-помехи, узкого диапазона, сигнал примется почти неискаженный, позволяет характеризовать стандарт связи, как более универсальный, эффективно и гибко использующий частотный ресурс.

4.8 Исследование сотового телефона стандарта GSM с оператором сотовой связи Beeline

Было установлено место развертывания базовой станции

поддерживающий глобальный стандарт (GSM) для сотового оператора (Beeline) и расстояние между абонентом исследуемого сотового оператора и базовой станции, результат представлен на рисунке 36.

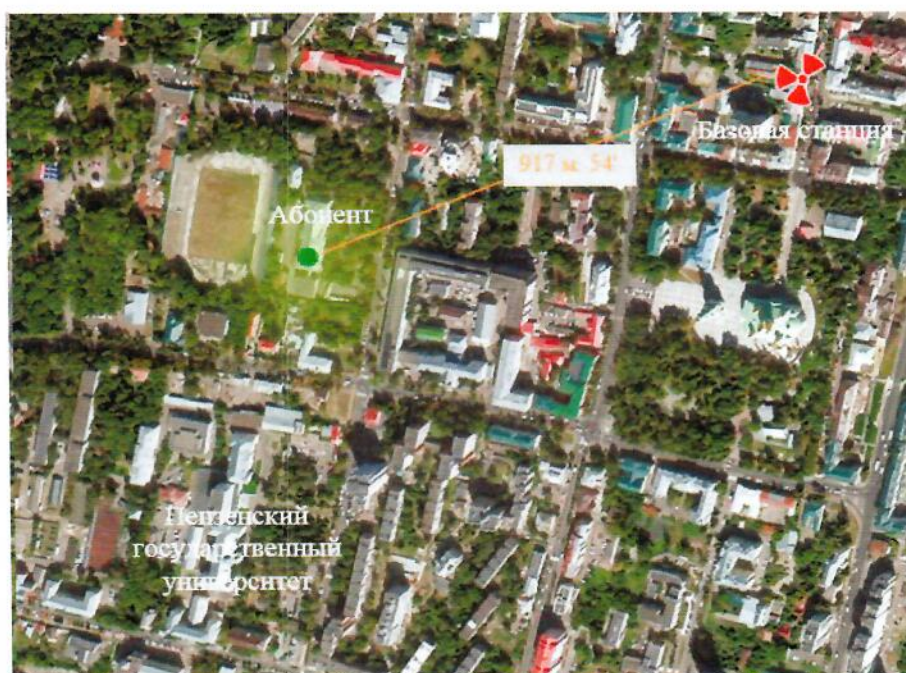


Рисунок 36 — Расстояние от абонента к базовой станции при поддержке стандарта GSM

Базовая станция находится на улице Московской, так как сигналы с частотами GSM, радиус покрытия вышки доходит до 40 км. Распределение частоты у Beeline в стандарте GSM представлена на рисунке 37.

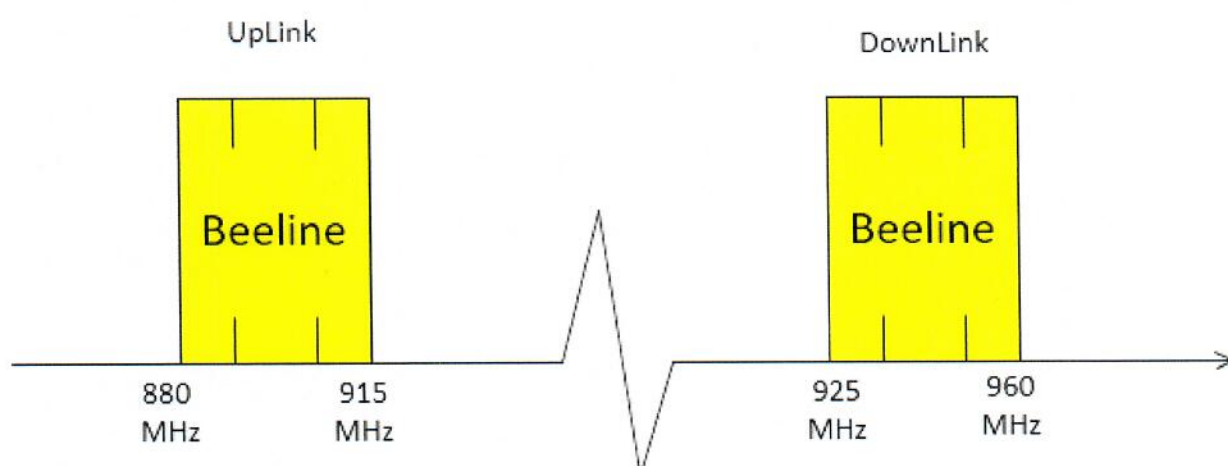


Рисунок 37 — Распределение частоты Beeline в стандарте GSM

При использовании приложения установленного на устройстве Honor 9X

была определена частота принимаемого сигнала с базовой станции равная 945,6 МГц. рассматриваемого стандарта GSM.

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 945,6 МГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 56,33 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 10 МГц, был выявлен сигнал, предположительно являющийся сигналом передачи данных с базовой станции, на которой установлены приема-передатчики для диапазона GSM стандарта. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 38.



Рисунок 38 — Принимаемый сигнал с БС на частоте 945,6 МГц

Для проверки целостности и качества соединения в сетях на основе TCP/IP была использована утилита ping. Отчет о работе программы представлен ниже.

```
PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=1 ttl=55 time=452 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=2 ttl=55 time=372 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=3 ttl=55 time=996 ms
```

```
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=4 ttl=55 time=215 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=5 ttl=55 time=272 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=6 ttl=55 time=192 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=7 ttl=55 time=190 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=8 ttl=55 time=191 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=9 ttl=55 time=190 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=10 ttl=55 time=188 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=11 ttl=55 time=209 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=12 ttl=55 time=207 ms
— appsteka.com ping statistics
— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11405ms
rtt min/avg/max/mdev = 188.739/306.791/996.604/223.147 m
```

На основе отчета полученного из утилиты `ping` можно сделать вывод, что ICMP запросы отправляются на указанный интерфейс сети.

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех на полосу частот, в которой функционирует стандарт GSM для оператора (Beeline).

С помощью анализатора спектра были сняты замеры уже при включенном подавителе. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 39.

Для проверки достоверности представленных результатов была выполнена проверка целостности и качества соединения с помощью утилиты `ping`, а также была составлена статистика скорости отклика интерфейса сети на эхо-запросы при выключенном подавителе радиосигналов и включенным непосредственно при близком расстоянии от мобильного телефона. Отчет о работе программы представлен ниже.

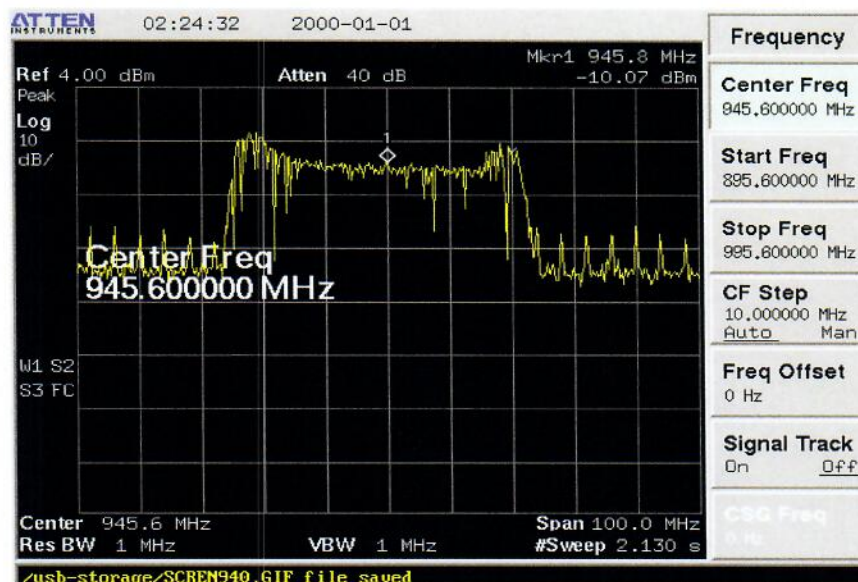


Рисунок 39 — Влияние помех на принимаемый сигнал в частотном диапазоне 945,6 МГц

PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data

— appsteka.com ping statistics

— 9 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 8194ms

На основе полученного отчета из утилиты .ping видно что в момент включения подавителя радиосигналов МДГУ происходит потеря ICMP-пакетов время существования запросов истекает.

Диаграмма сравнения времени отклика ICMP запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов представлена на рисунке 40.

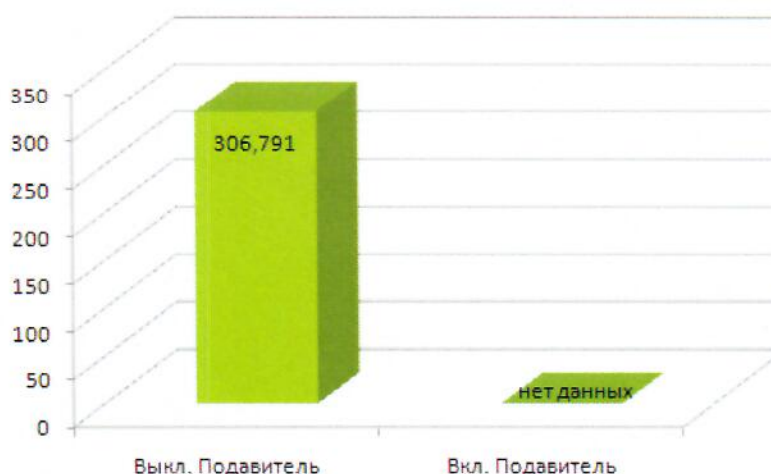


Рисунок 40 - Диаграмма сравнения среднего времени отклика ICMP пакетов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что подавитель радиосигналов МДГУ излучает широкополосный шумовой сигнал в диапазоне частот распространения GSM/900 МГц оператора сотовой связи Beeline, сигнал подавляется, связь с внешним миром отсутствует. Работа оператора на этом цифровом стандарте не гарантирует передачу информации без значительных потерь.

4.9 Исследование сотового телефона стандарта 3G с оператором сотовой связи Beeline

Было установлено место разворачивания базовой станции поддерживающий глобальный стандарт (3G) для сотового оператора (МТС) и расстояние между абонентом исследуемого сотового оператора и базовой станции, результат представлен на рисунке 41.

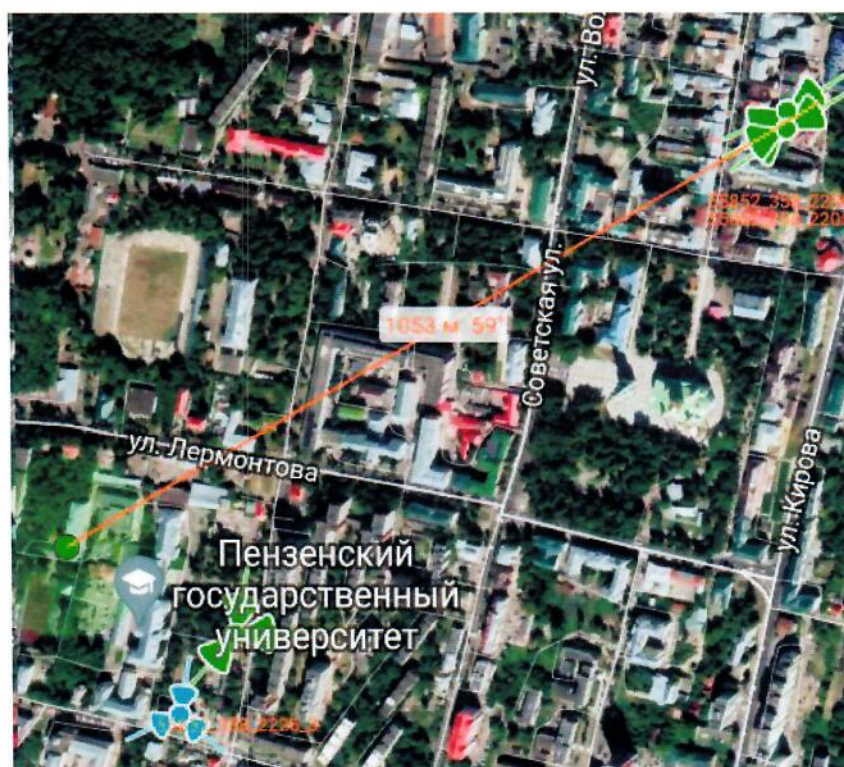


Рисунок 41 — Расстояние от абонента к базовой станции при поддержке стандарта 3G

Базовая станция находится на улице Московской, так как сигналы с

частотами 3G/2100 МГц, радиус покрытия вышки доходит от 3 до 5 км. Распределение частоты у Beeline в стандарте 3G представлена на рисунке 42.

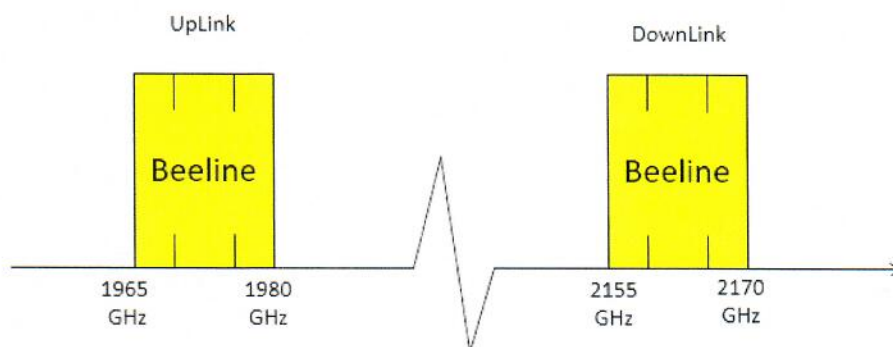


Рисунок 42 - Распределение частоты Beeline в стандарте 3G

При использовании приложения установленного на устройстве Honor 9X была определена частота принимаемого сигнала с базовой станции равная 2167,2 МГц. рассматриваемого стандарта (3G).

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 2,1672 ГГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 61,12 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 10 МГц. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 43.

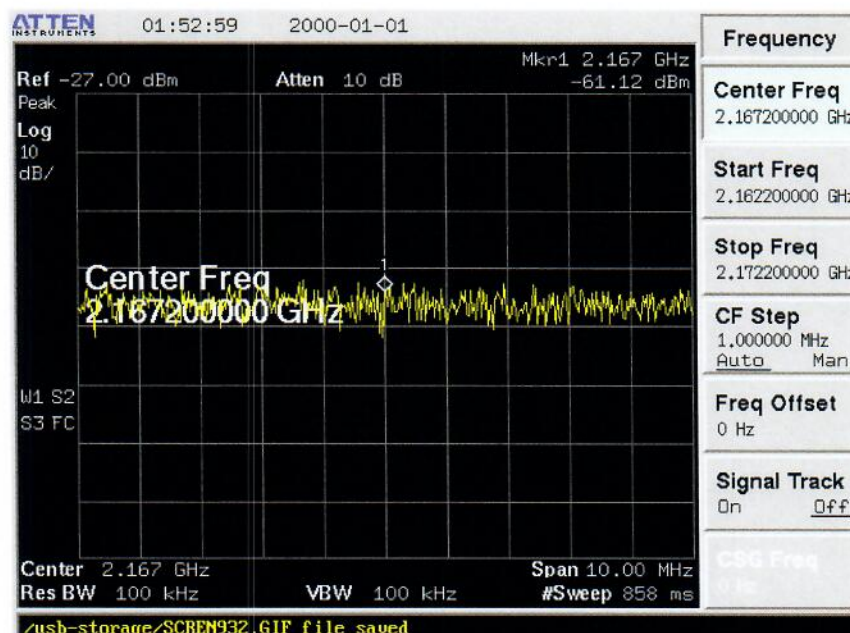


Рисунок 43 — Полоса распространения 3G сигналов с БС у оператора сотовой связи Beeline

Для проверки целостности и качества соединения в сетях на основе TCP/IP была использована утилита ping. Отчет о работе программы представлен ниже.

```
PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=1 ttl=54 time=50.7 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=2 ttl=54 time=49.4 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=3 ttl=54 time=48.8 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=4 ttl=54 time=51.5 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=5 ttl=54 time=49.3 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=6 ttl=54 time=46.4 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=7 ttl=54 time=52.3 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=8 ttl=54 time=50.9 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=9 ttl=54 time=50.3 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=10 ttl=54 time=48.5 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=11 ttl=54 time=49.8 ms
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=12 ttl=54 time=51.5 ms
— appsteka.com ping statistics
— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11439ms
rtt min/avg/max/mdev = 46.488/49.994/52.347/1.529 m
```

На основе отчета полученного из утилиты .ping можно сделать вывод, что ICMP запросы отправляются на указанный интерфейс сети.

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех на полосу частот, в которой функционирует стандарт 3G для оператора (Beeline).

С помощью спектра анализатора были сняты замеры уже при включенном подавителе радиосигналов. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 44.

Для наглядности был установлен частотный диапазон отображаемого сигнала в 100 МГц. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 45.

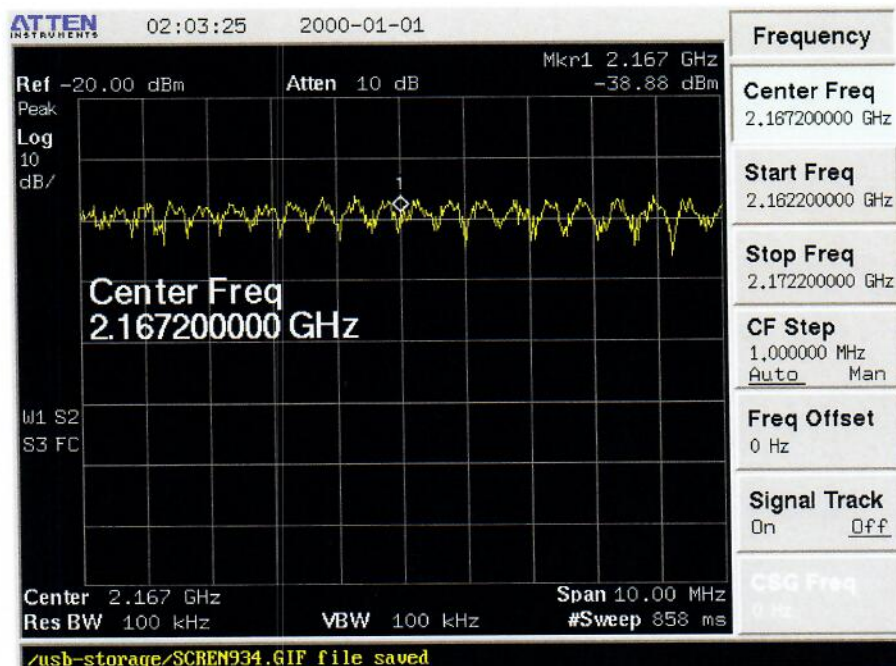


Рисунок 44 — Влияние помех на принимаемый сигнал в частотном диапазоне 2,1672 ГГц

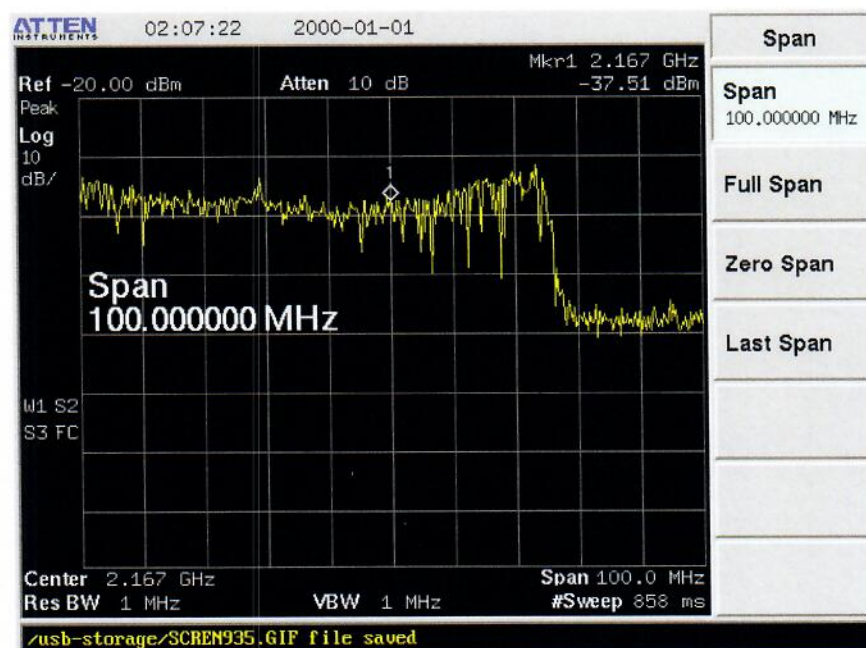


Рисунок 45 — Частотный диапазон отображаемого сигнала в 100 МГц

На основе выведенных результатов представленных на рисунках 44 и 45 можно увидеть, как электромагнитные помехи влияют на частотный диапазон распространения сигнала третьего поколения для оператора сотовой связи Beeline. Уровень принимаемого сигнала увеличился и стал равным минус 37,51 дБ.

Для проверки достоверности представленных результатов с помощью утилиты ping, была выполнена попытка отправить ICMP-запросы в сеть. Отчет о работе программы представлен ниже.

PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data

— appsteka.com ping statistics

— 9 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 8194ms

На основе полученного отчета из утилиты .ping видно что в момент включения подавителя радиосигналов МДГУ происходит потеря ICMP-пакетов время существования запросов истекает.

Диаграмма сравнения времени отклика ICMP запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов представлена на рисунке 46.



Рисунок 46 — Диаграмма сравнения среднего времени отклика ICMP пакетов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что подавитель радиосигналов МДГУ излучает широкополосный шумовой сигнал в диапазоне частот распространения 3G/2100 МГц оператора сотовой связи Beeline, сигнал подавляется, связь с внешним миром отсутствует. Следовательно использование рассматриваемого стандарта связи может считаться универсальным но не подходит для решения узко поставленных задач.

4.10 Исследование сотового телефона стандарта 4G с оператором сотовой связи Beeline

Было установлено место развертывания базовой станции поддерживающий глобальный стандарт (4G) для сотового оператора (Beeline) и расстояние между абонентом исследуемого сотового оператора и базовой станции, результат представлен на рисунке 47.

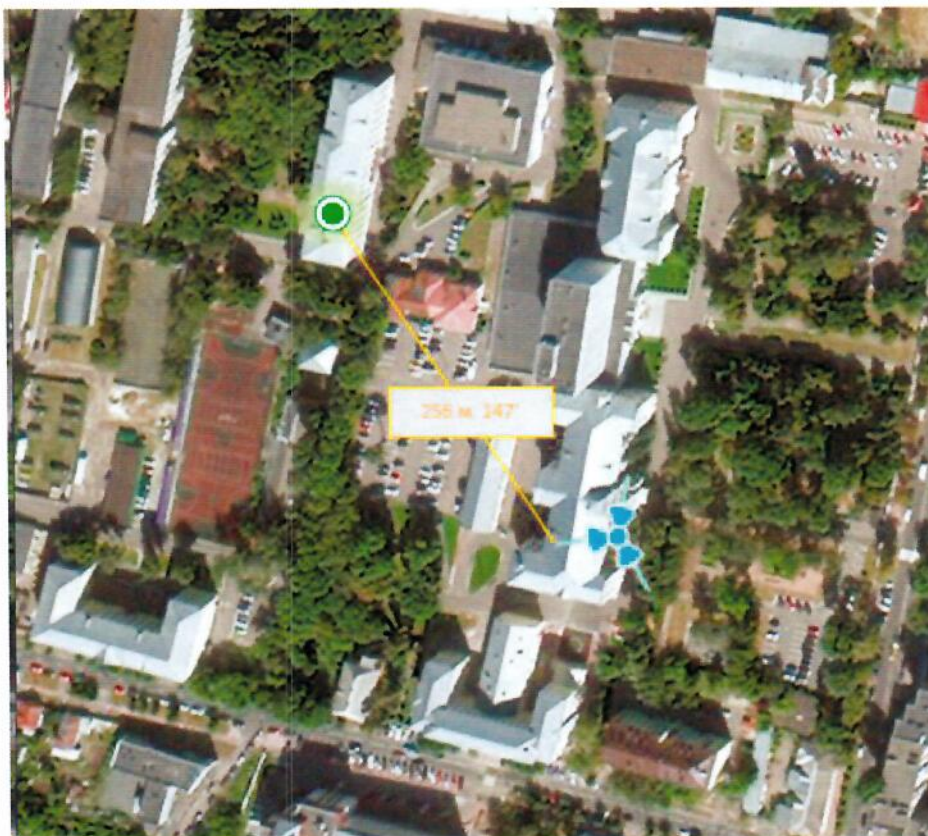


Рисунок 47 — Расстояние от абонента к базовой станции при поддержке стандарта 4G

Базовая станция находится на улице Чкалова, так как сигналы с частотами 4G, радиус покрытия вышки доходит от 3 до 5 км. Распределение частоты у Beeline в стандарте 4G представлена на рисунке 48.

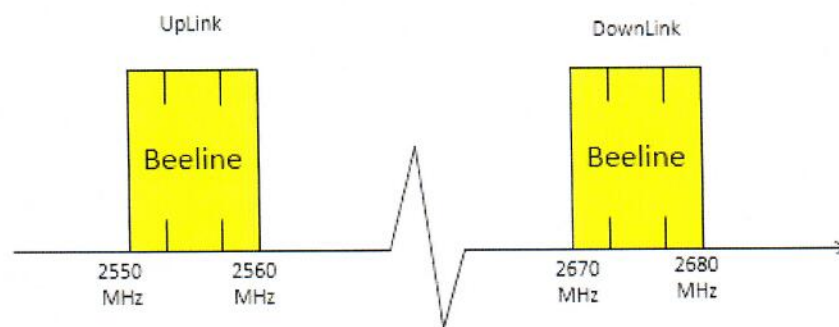


Рисунок 48 — Распределение частоты Beeline в стандарте 4G

При использовании приложения установленного на устройстве Honor 9X была определена частота принимаемого сигнала с базовой станции равная 2670 МГц. рассматриваемого стандарта (4G).

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 2,670 ГГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 56,43 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 100 МГц. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 49.

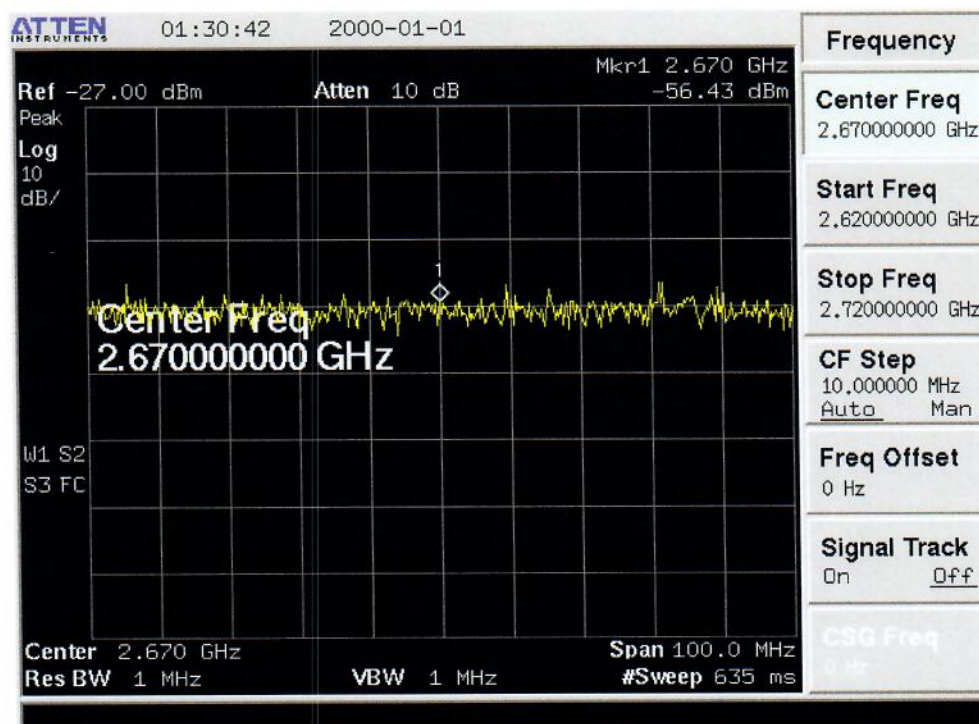


Рисунок 49 — Диапазон частот распространения сигналов принимаемых с БС у оператора сотовой связи Beeline

Для проверки целостности и качества соединения в сетях на основе TCP/IP была использована утилита ping. Отчет о работе программы представлен ниже.

```
PING appsteka.com (104.21.82.109) 56(84) bytes of data.  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=1 ttl=54 time=41.4 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=2 ttl=54 time=39.6 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=3 ttl=54 time=42.2 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=4 ttl=54 time=39.9 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=5 ttl=54 time=38.9 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=6 ttl=54 time=46.7 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=7 ttl=54 time=39.1 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=8 ttl=54 time=51.7 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=9 ttl=54 time=40.9 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=10 ttl=54 time=70.5 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=11 ttl=54 time=62.7 ms  
64 bytes from 104.21.82.109: icmp_seq=12 ttl=54 time=55.6 ms  
— appsteka.com ping statistics  
— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11436ms  
rtt min/avg/max/mdev = 38.918/47.496/70.591/10.090 m
```

На основе отчета полученного из утилиты .ping можно сделать вывод, что ICMP запросы отправляются на указанный интерфейс сети.

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сотовым телефоном для анализа влияния помех на полосу частот, в которой функционирует стандарт 4G для оператора (Beeline).

С помощью спектра анализатора были сняты замеры уже при включенном подавителе радиосигналов. Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 50.

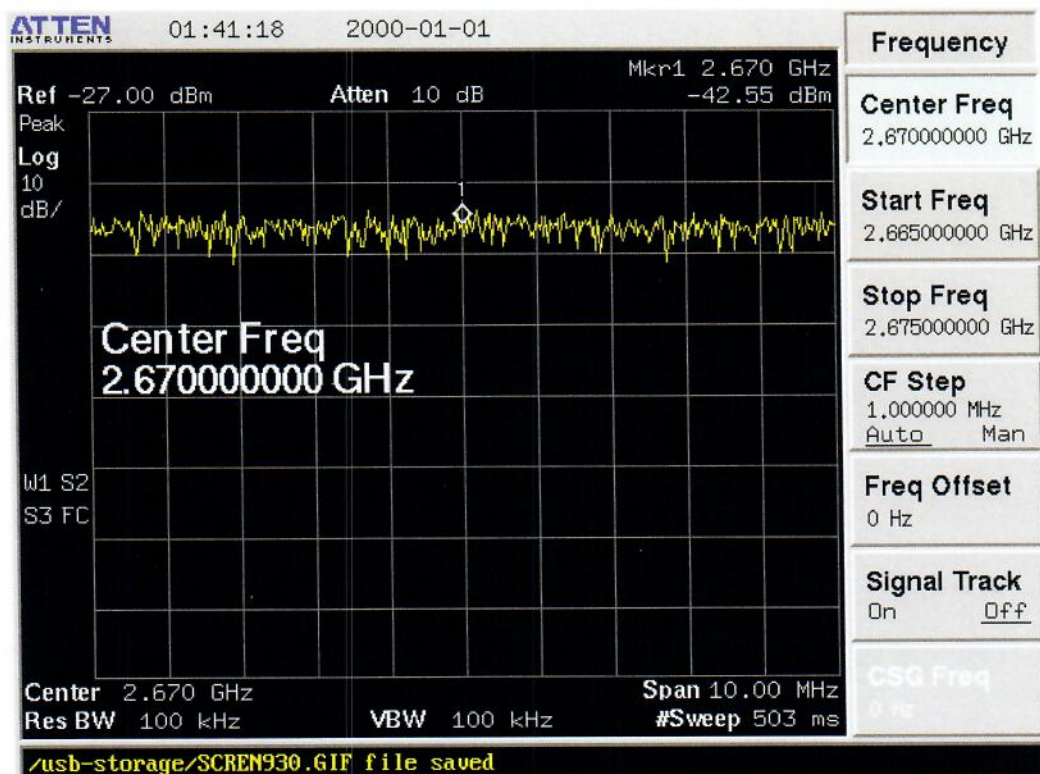


Рисунок 50 — Частотный диапазон распространения сигналов 4G

На основе выведенного результата представленного на рисунке 50 можно увидеть, что электромагнитные помехи не влияют на частотный диапазон распространения сигнала четвертого поколения для оператора сотовой связи Beeline.

Для проверки достоверности представленных результатов с помощью утилиты ping, была выполнена попытка отправить ICMP-запросы в сеть. Отчет работы программы представлен ниже.

```
PING appsteka.com (172.67.156.98) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=1 ttl=55 time=84.5 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=2 ttl=55 time=101 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=3 ttl=55 time=93.2 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=4 ttl=55 time=94.8 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=5 ttl=55 time=84.8 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=6 ttl=55 time=95.0 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=7 ttl=55 time=94.8 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=8 ttl=55 time=95.1 ms
64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=9 ttl=55 time=94.8 ms
```

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=10 ttl=55 time=94.8 ms

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=11 ttl=55 time=95.1 ms

64 bytes from 172.67.156.98: icmp_seq=12 ttl=55 time=94.9 ms

— appsteka.com ping statistics

— 12 packets transmitted, 12 received, 0% packet loss, time 11433ms

rtt min/avg/max/mdev = 84.546/93.626/101.083/4.380 m

На основе отчета полученного из утилиты .ping можно сделать вывод, что ICMP запросы отправляются на указанный интерфейс сети.

Была составлена диаграмма времени отклика ICMP-запросов в разных состояниях подавителя радиосигналов беспроводной связи. Результат представлен на рисунке 51.



Рисунок 51 — Диаграмма сравнения среднего времени отклика ICMP пакетов в двух состояниях подавителя

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что использование LTE стандарта связи в условиях действующего, сигнала-помехи, узкого диапазона, сигнал приметя почти неискаженный, позволяет характеризовать стандарт связи, как более универсальный, эффективно и гибко использующий частотный ресурс.

4.11 Исследование беспроводной сети Wi-Fi

Первоначально были выполнены замеры объектового шума неких подчастот (каналов), доступными в диапазоне 2,4 ГГц являются 13 каналов, на которых происходит подключение маршрутизатора к Сети. Общая диаграмма перекрытия частотных каналов Wi-Fi в 2,4 ГГц представлена на рисунке 52.

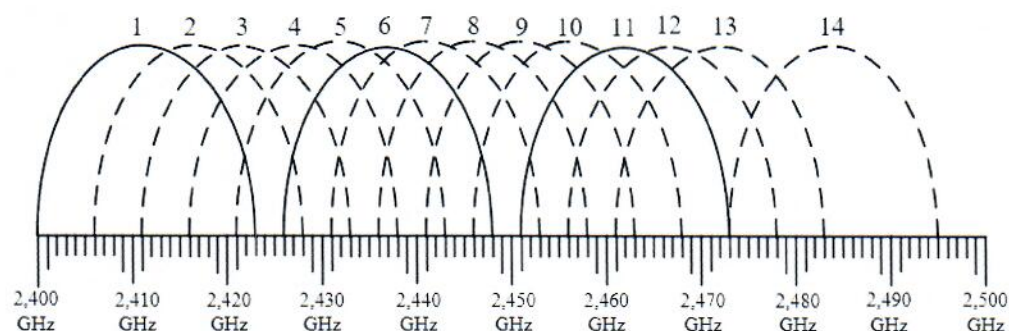


Рисунок 52 — Общая диаграмма перекрытия частотных каналов Wi-Fi в 2,4 ГГц

С помощью spectrum analyzer AT6030D в специализированной аудитории расположенной на территории ПГУ, в четвертом корпусе, на втором этаже, в 219 кабинете, были выполнены замеры объектовых шумов на каждом канале. Результаты замеров каждого канала представлены на рисунках с 53 до 65.

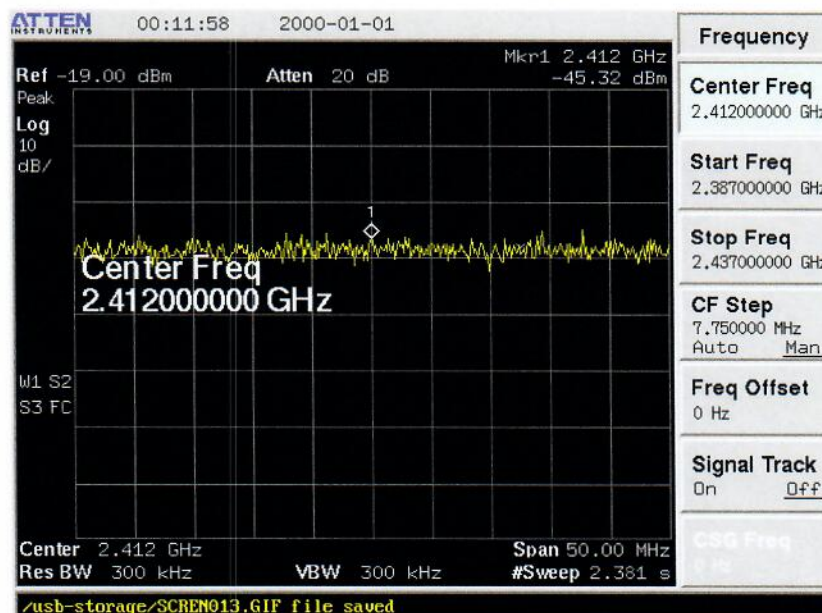


Рисунок 53 — Объектовый шум на частоте 2,412 ГГц

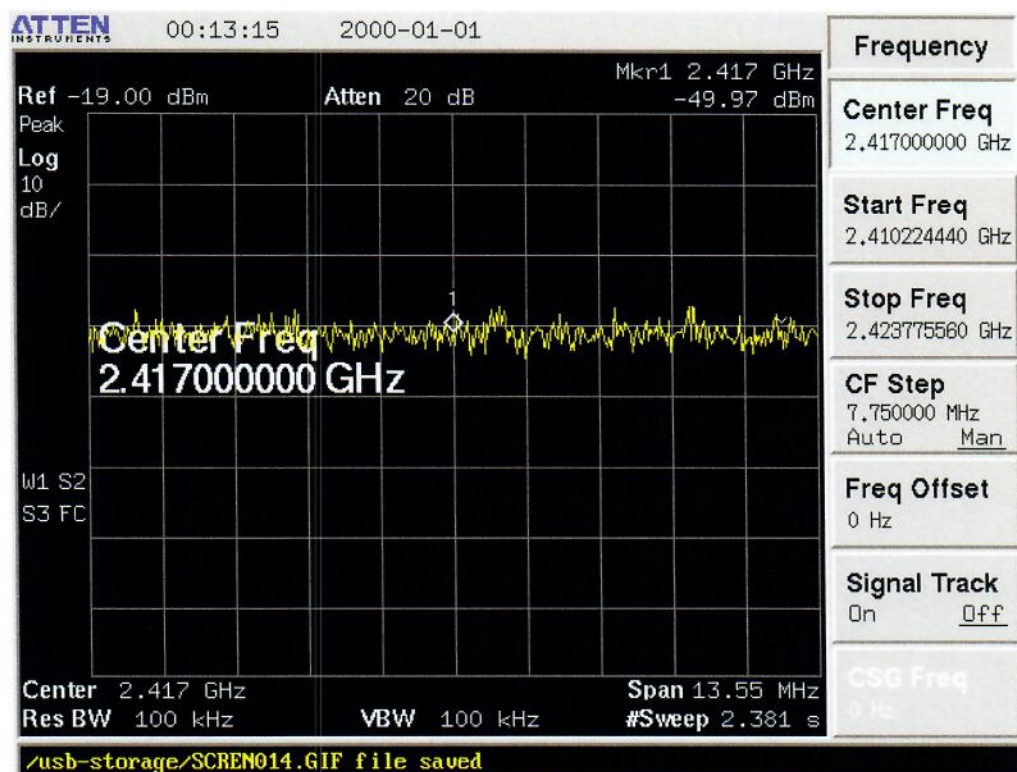


Рисунок 54 — Объектовый шум на частоте 2,417 ГГц

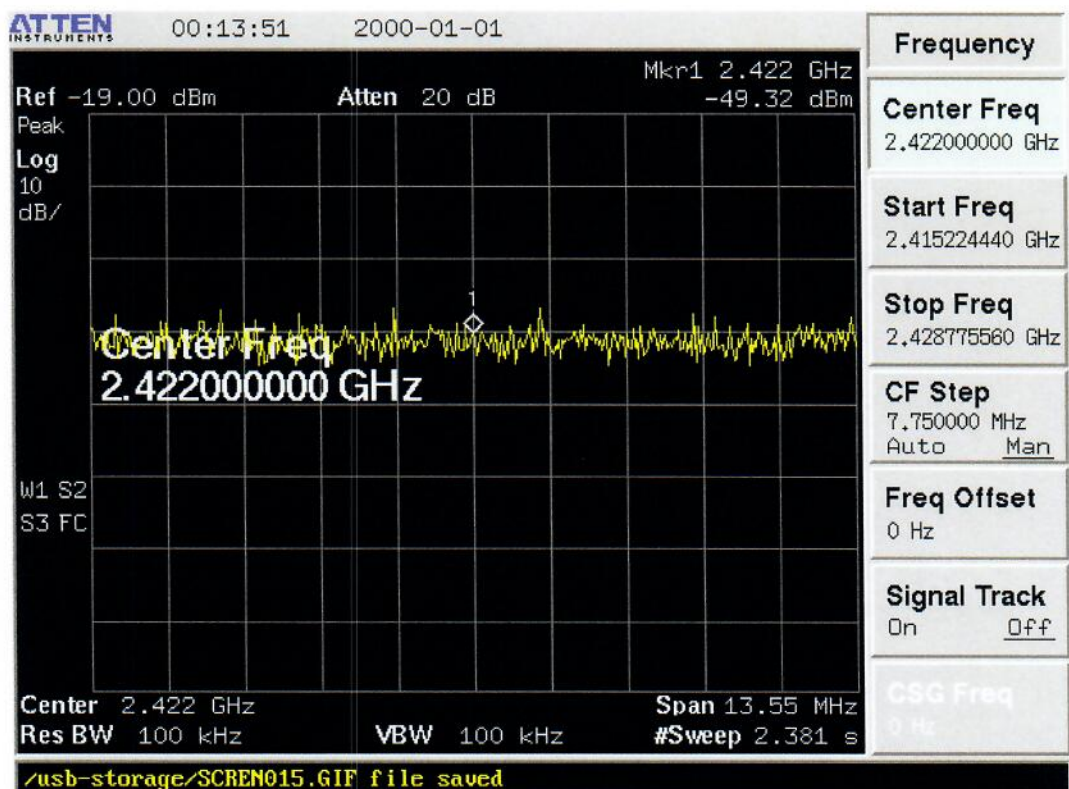


Рисунок 55 — Объектовый шум на частоте 2,422 ГГц

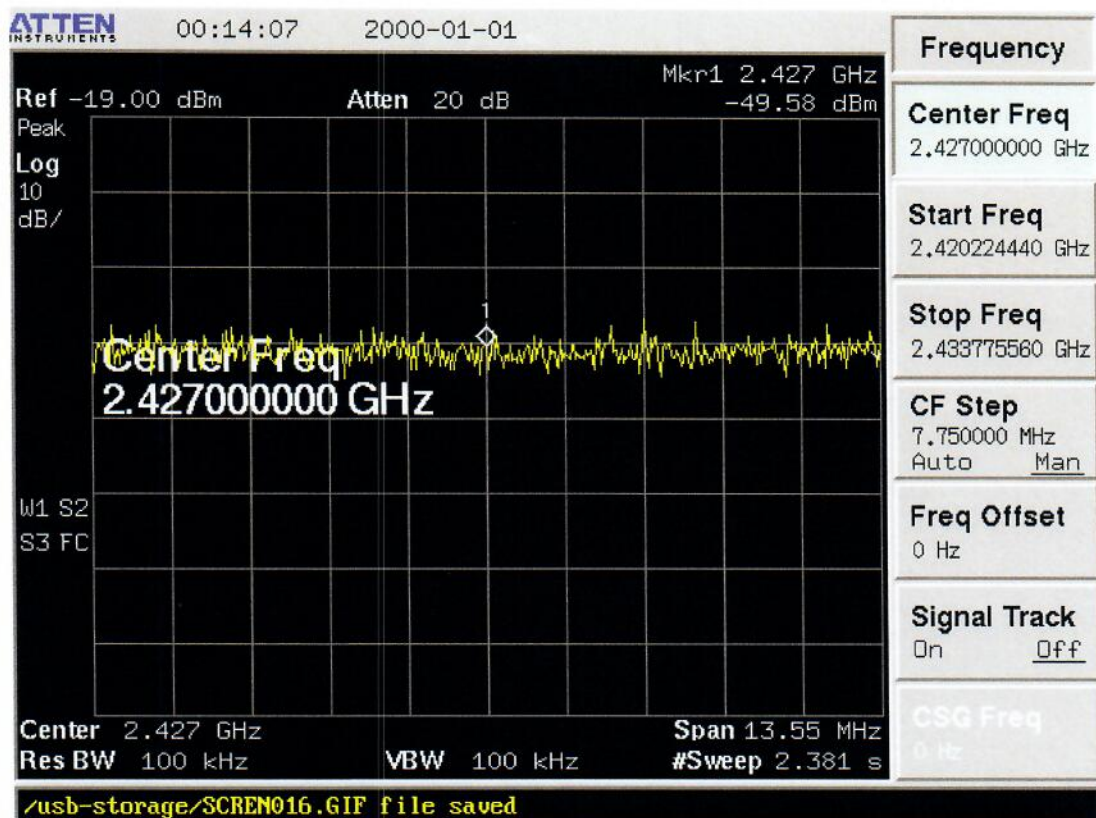


Рисунок 56 — Объектовый шум на частоте 2,427 ГГц

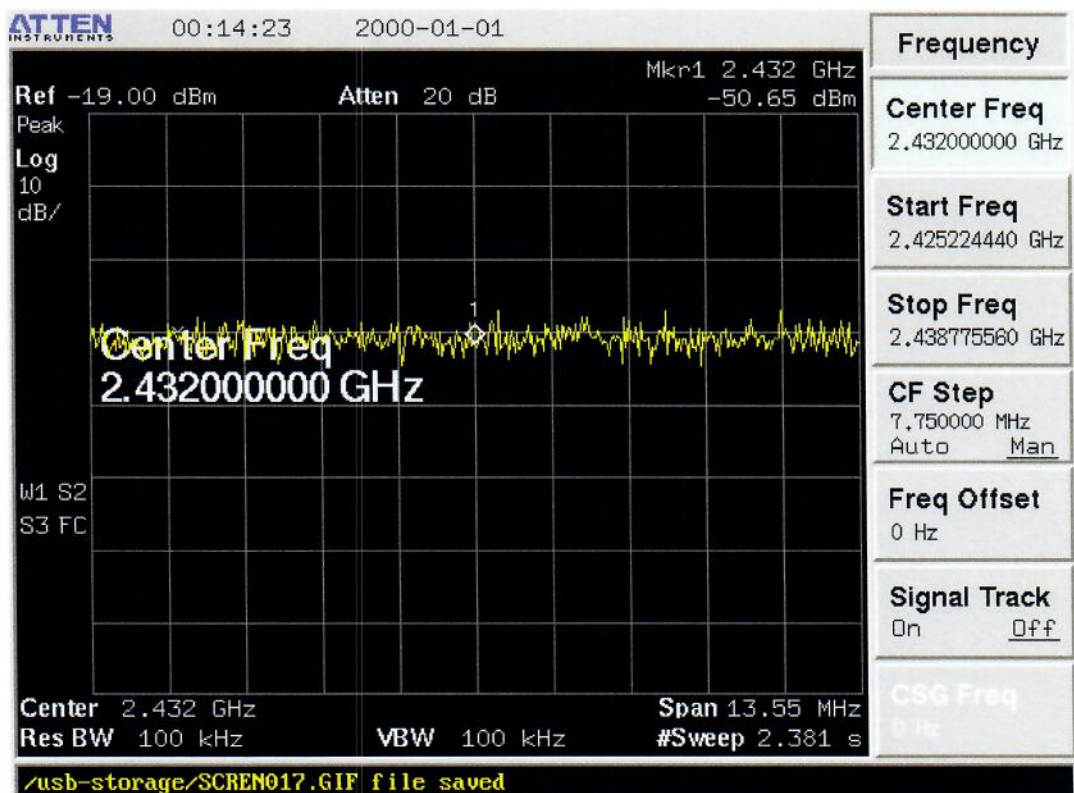


Рисунок 57 — Объектовый шум на частоте 2,432 ГГц

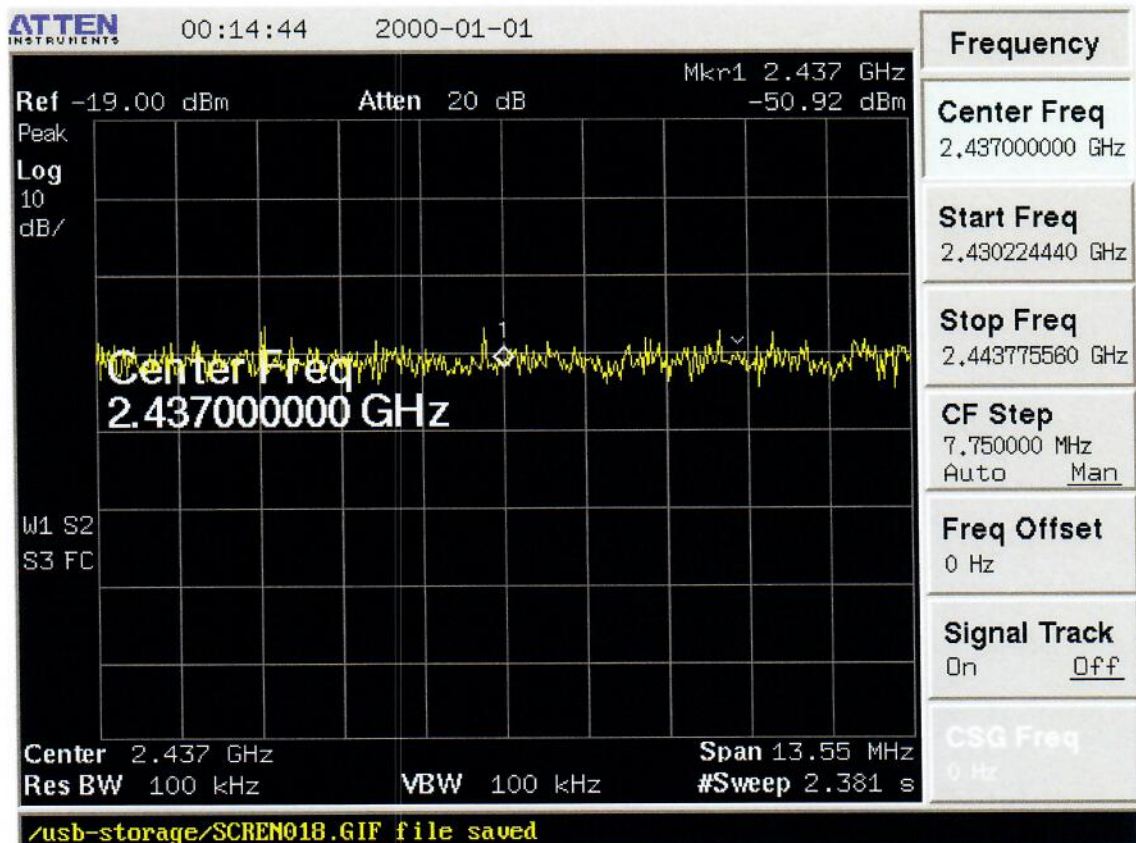


Рисунок 58 — Объектовый шум на частоте 2,437 ГГц

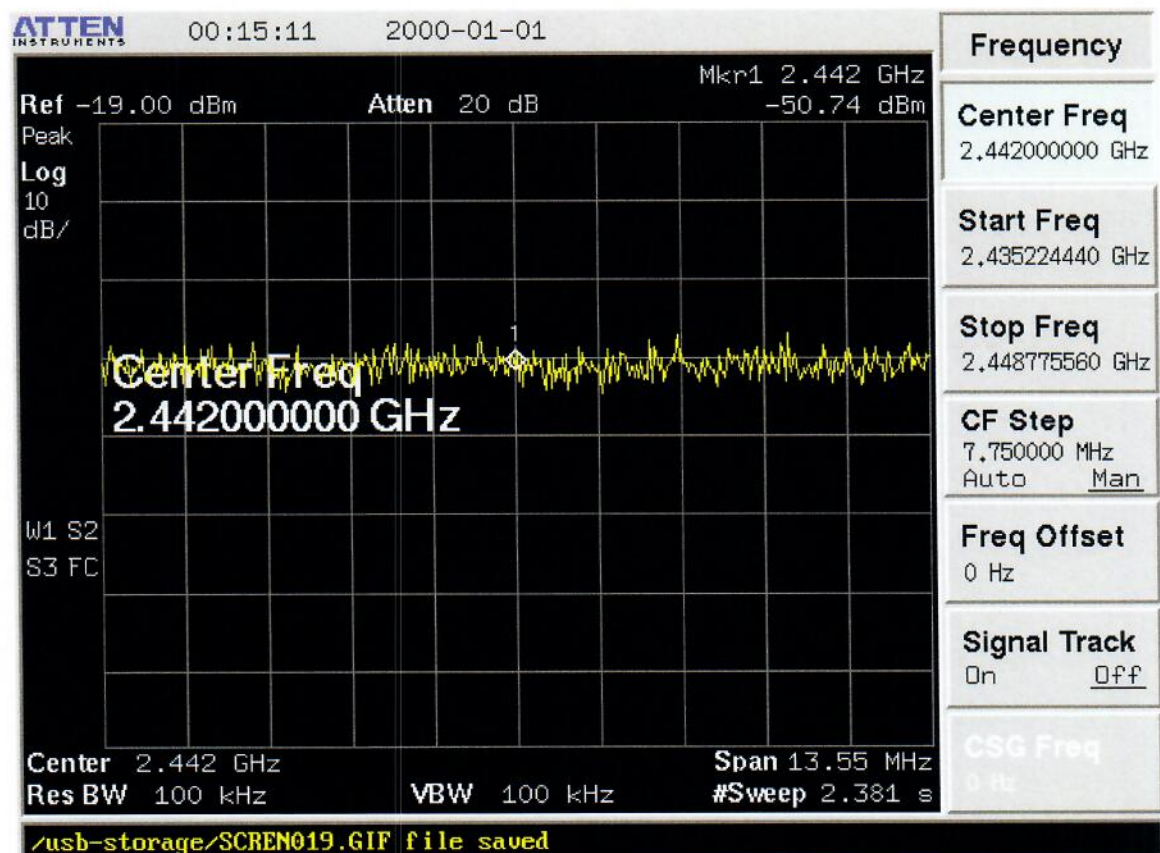


Рисунок 59 — Объектовый шум на частоте 2,442 ГГц

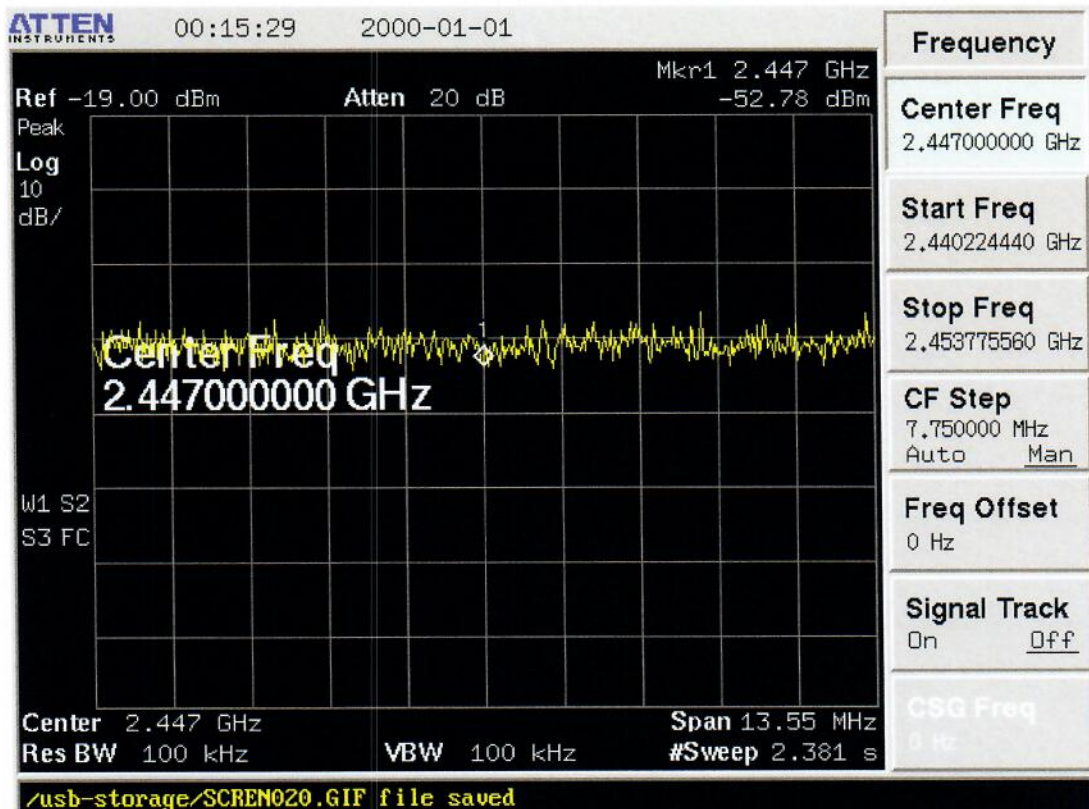


Рисунок 60 — Объектовый шум на частоте 2,447 ГГц

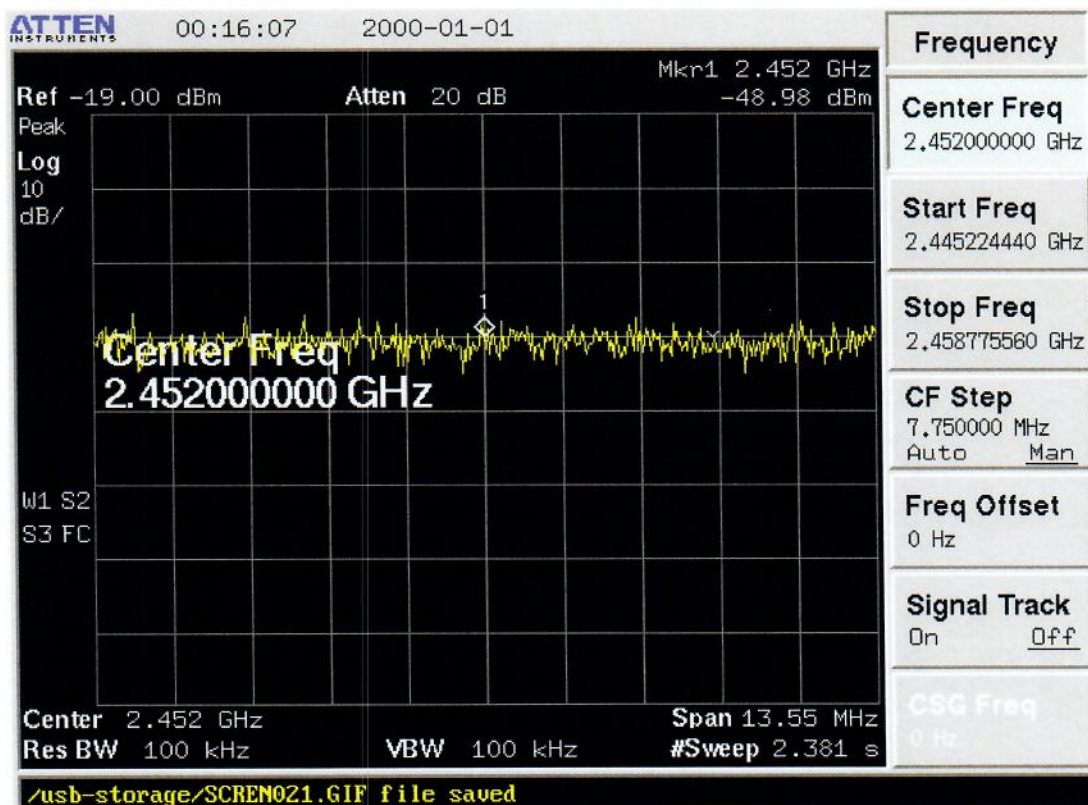


Рисунок 61 — Объектовый шум на частоте 2,452 ГГц

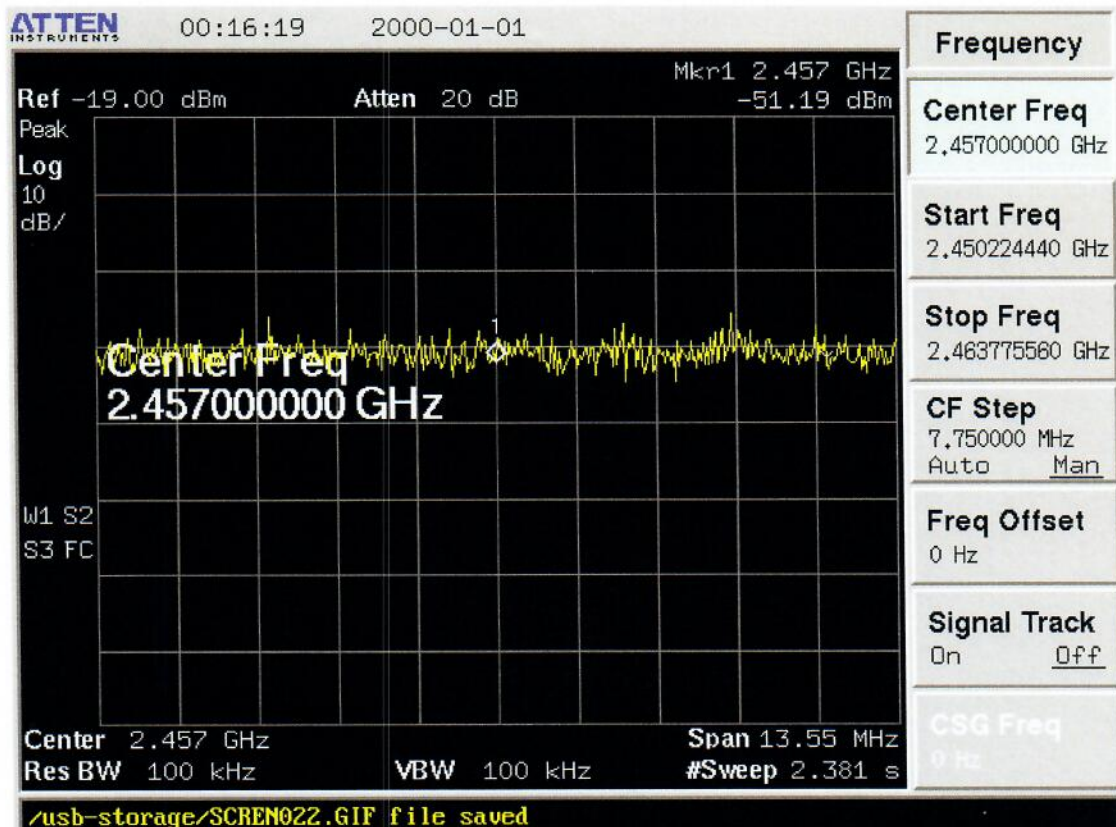


Рисунок 62 — Объектовый шум на частоте 2,457 ГГц

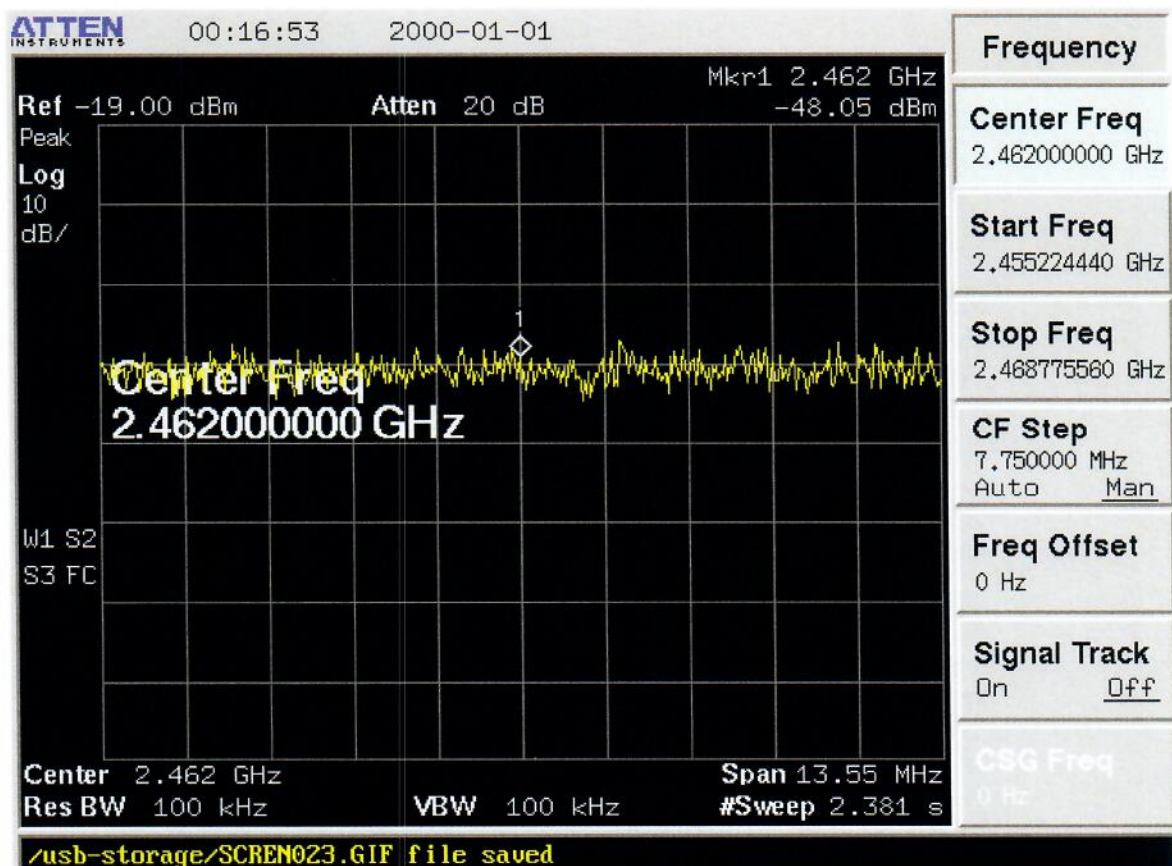


Рисунок 63 — Объектовый шум на частоте 2,462 ГГц

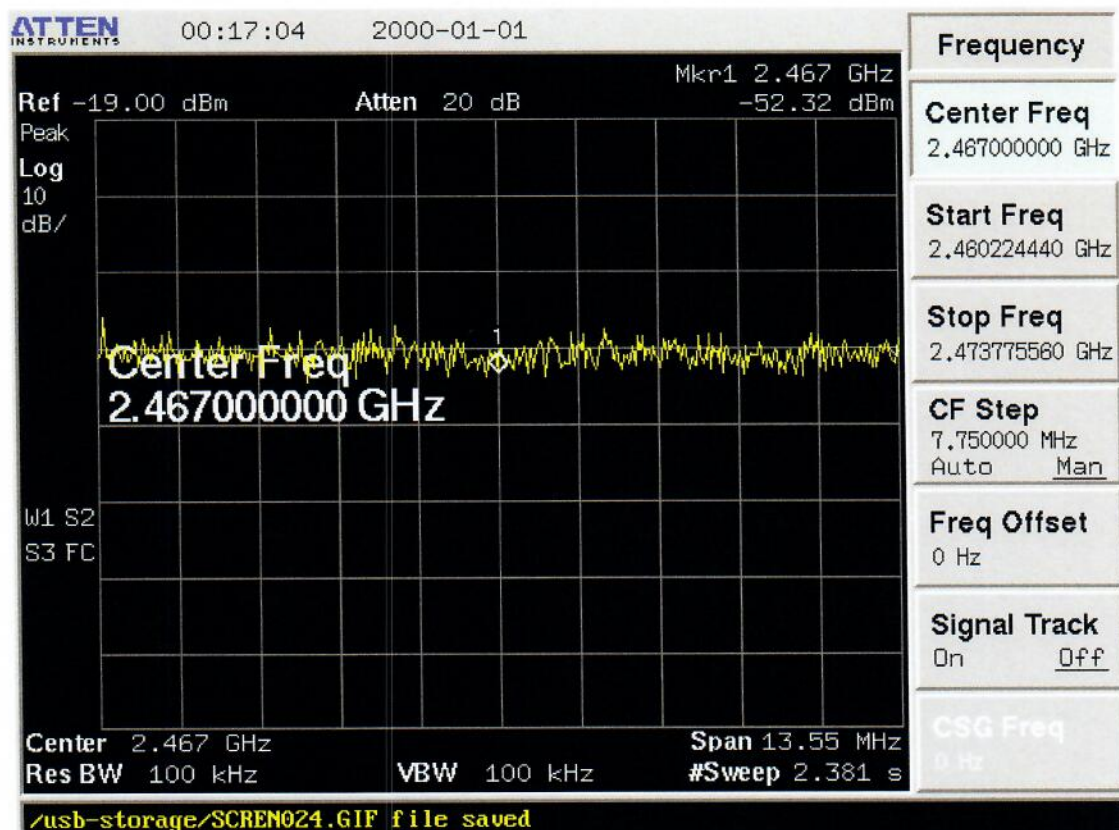


Рисунок 64 — Объектовый шум на частоте 2,467 ГГц

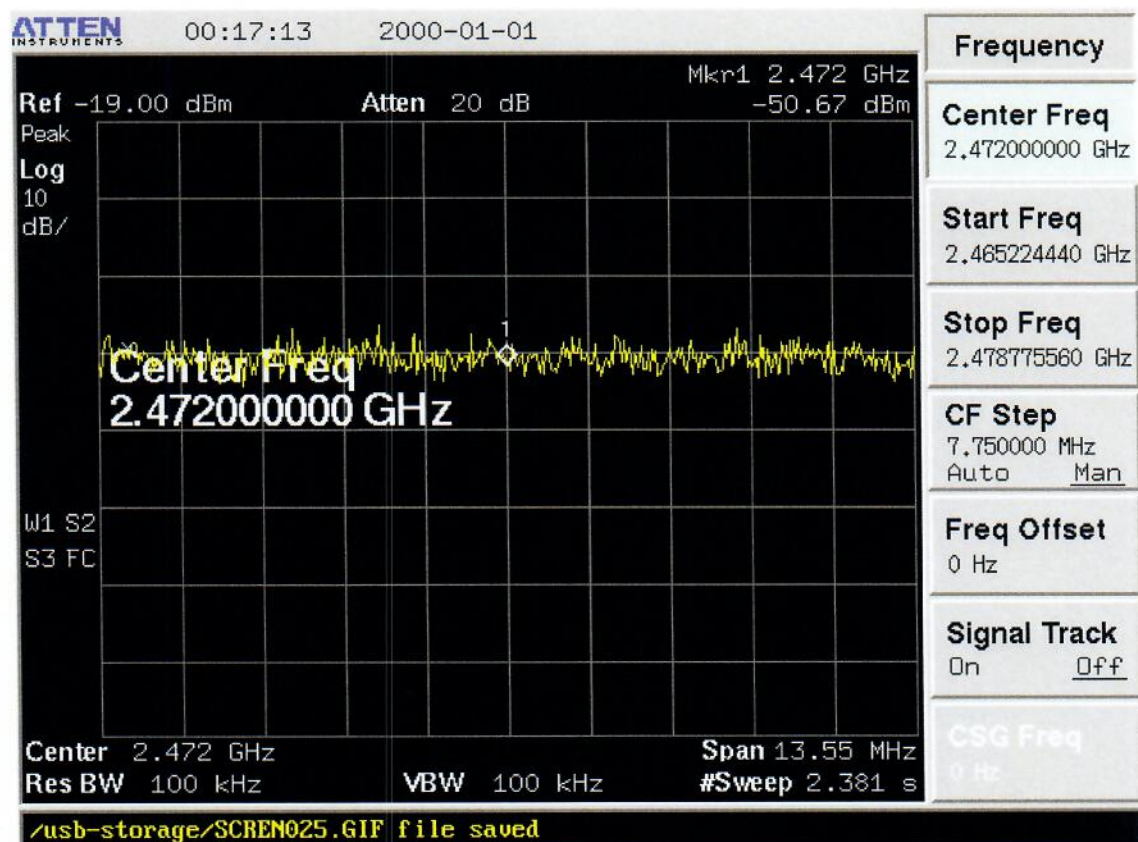


Рисунок 65 — Объектовый шум на частоте 2,472 ГГц

С помощью дополнительного мобильного устройства iPhone 11 использующий операционную систему iOS 13 и специальной опции смартфона «режим модема» позволяющая любое устройство превратить в беспроводной модем, который работает по протоколам сотовой связи таких как GPRS, EDGE, 3G, LTE или Wi-Fi. Был роздан Wi-Fi для передачи цифровых данных.

Было выполнено сканирование Wi-Fi эфира с помощью программы Wifi Analyzer установленным на смартфоне Honor 9X на базе ОС версии 8.1. Результат представлен на рисунке 66.

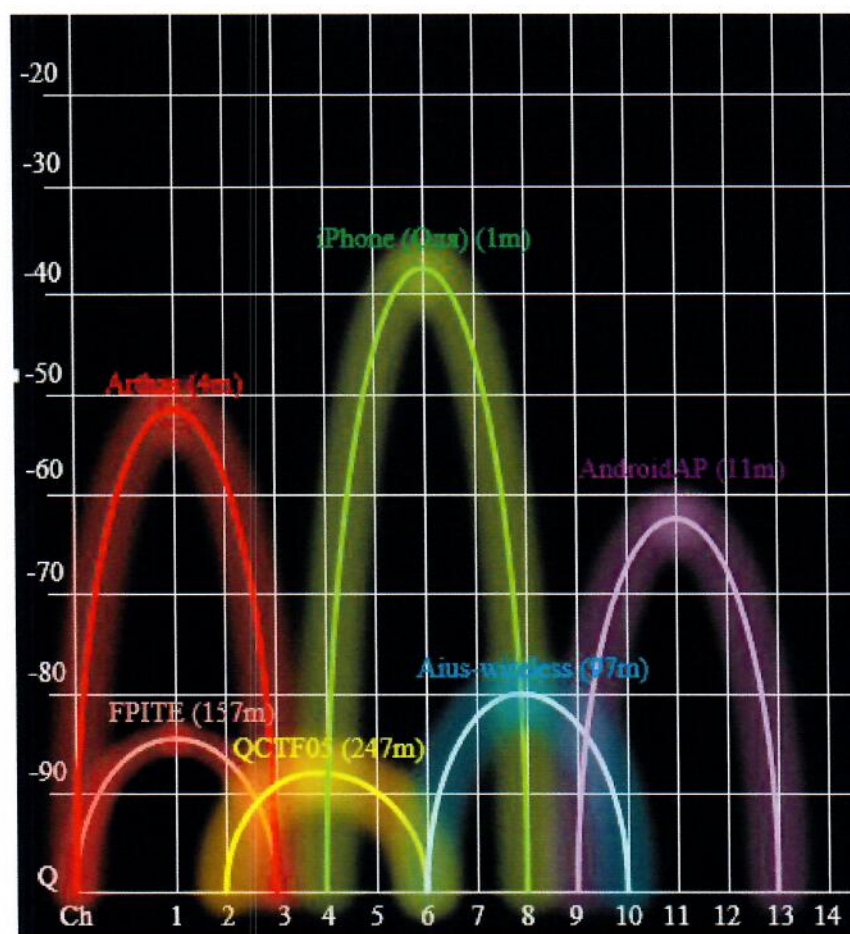


Рисунок 66 — Результат сканирования Wi-Fi эфира

С помощью spectra analyzer AD6030D на шестом канале при частоте 2,437 ГГц был определен сигнал мощностью равному минус 42,62 дБ. Предположительно сигнал относится к устройству, который создает локальную вычислительную сеть (LAN). Результат сигнала на шестом канале представлен на рисунке 67.

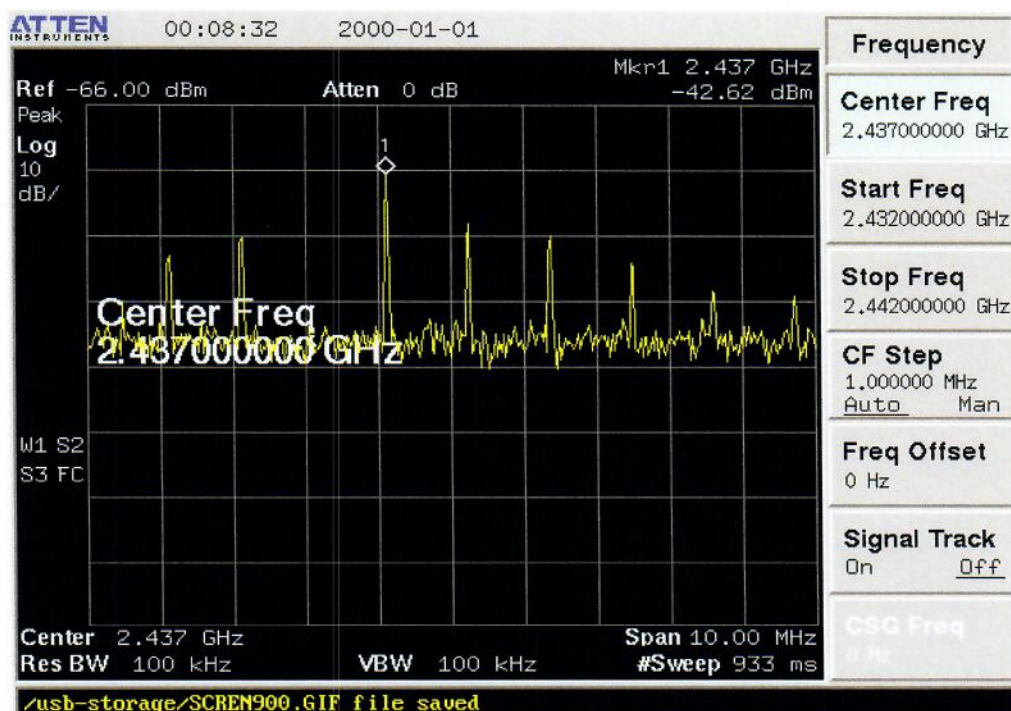


Рисунок 67 — Сигнал на частоте 2,437 ГГц

Был подключен подавитель радиосигналов МДГУ.

С помощью спектра анализатора были сняты замеры уже при включенном подавителе на 6 канале (2,437 ГГц). Результат измененного принимаемого сигнала представлен на рисунке 68.

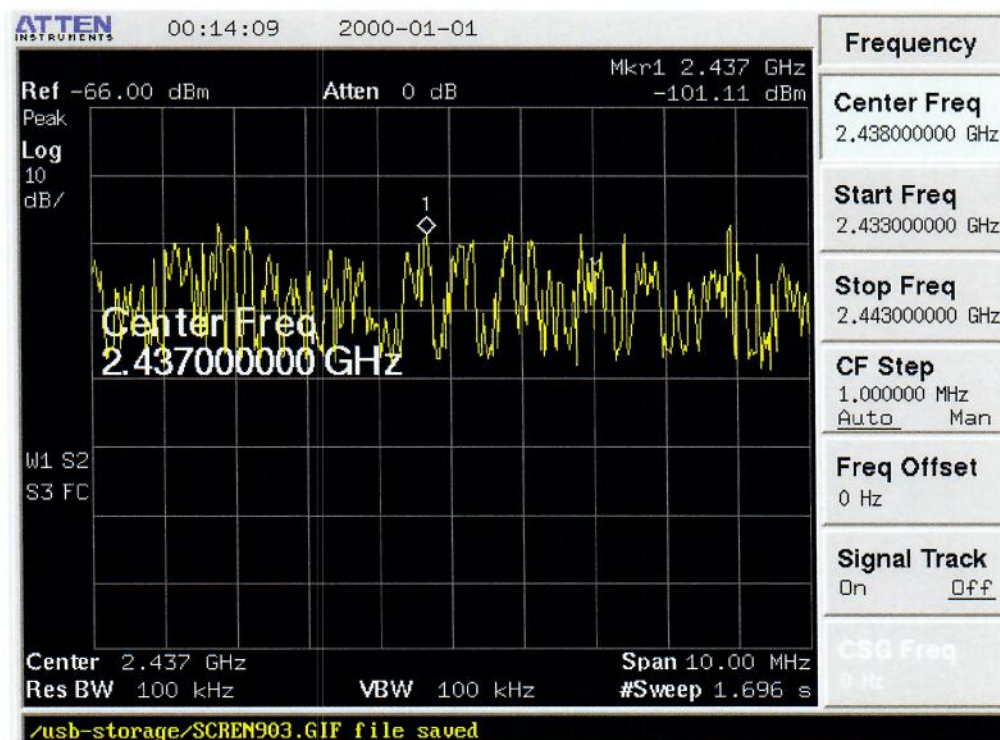


Рисунок 68 — Отношение сигнал/шум на частоте 2,437 ГГц

На основе результатов представленных на рисунке 17 подавитель, работая на определенной частоте (для wifi это от 2,4 до 2,5 ГГц), создает «белый шум» – радиопомехи, которые перекрывают другие волны. Благодаря этому, связь устройств с внешним миром полностью пропадает.

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что Использование беспроводной сети (Wi-Fi) релевантно только в случаях уверенности отсутствия работы подавителя. МДГУ подавляет сигнал распространяющийся на частоте от 2,4 до 2,5 ГГц, также существует возможность изменения настройки диапазона частот.

4.12 Исследование сигнала автомобильной охранной сигнализации, работающей в диапазоне 433 МГц

С помощью spectra analyzer AD6030D были выполнены измерения объектового шума на частоте 433 МГц при установленном частотном диапазоне равному 50 МГц. В этой полосе частот для управления устройствами используется автомобильная сигнализация. Результат объектового шума представлен на рисунке 69.

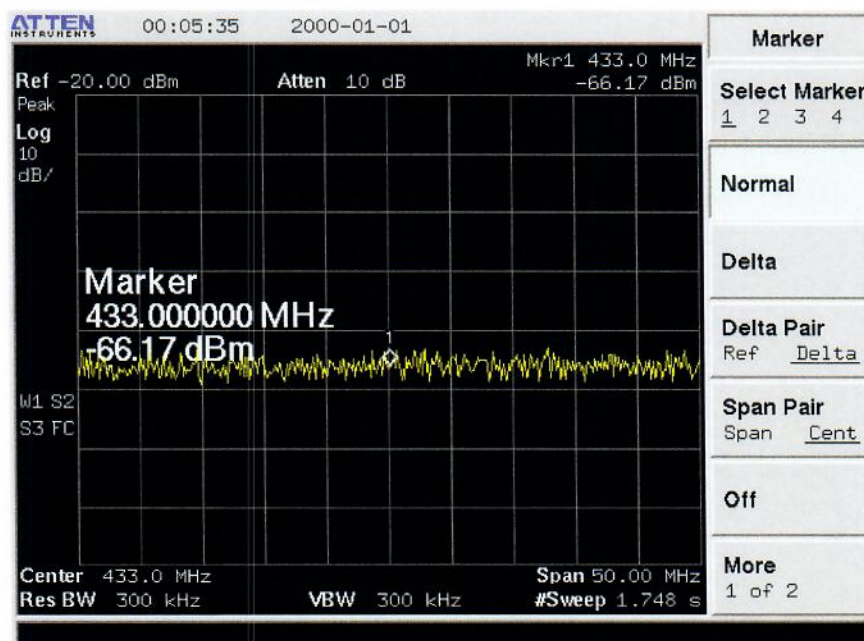


Рисунок 69 — Объектовый шум на частоте 433 МГц

Используя автомобильную сигнализацию была выполнена подача сигнала в полосе частот 433 МГц. Результат появления сигнала представлен на рисунке 70.

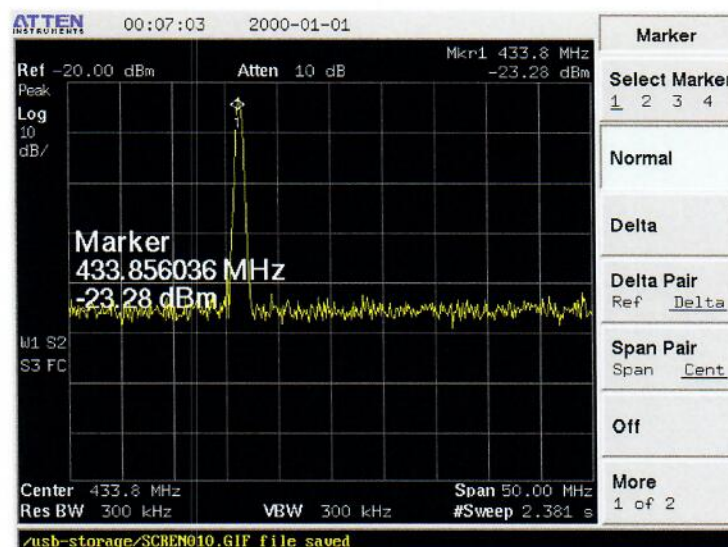


Рисунок 70 — Сигнал в частотной полосе 433 МГц

Был подключен стационарный подавитель радиосигналов с установленной на нем антенной работающей в диапазоне частот 433 МГц.

С помощью spectra analyzer AD6030D были зафиксированы помехи которые перекрывают сигнал в частотной полосе функционирования автомобильной сигнализации. Результат представлен на рисунке 71.

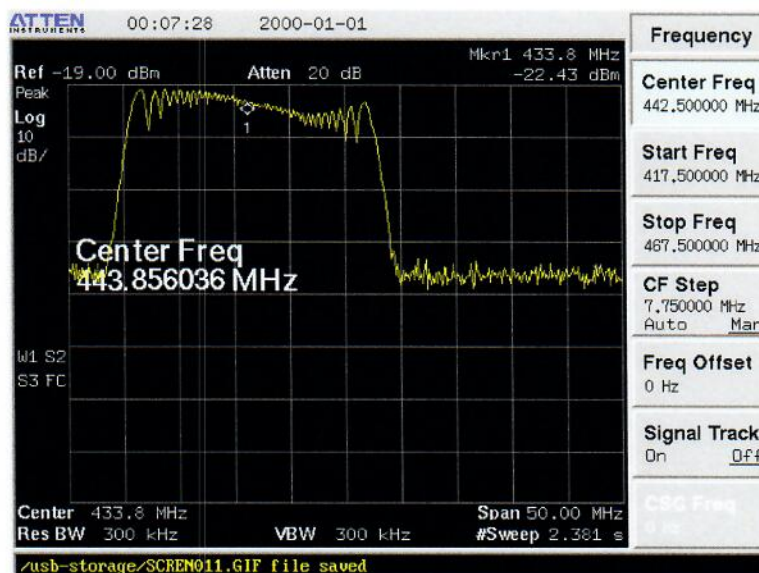


Рисунок 71 — Измененный диапазон частот распространения сигналов с охранной сигнализации

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что устройства осуществляющие передачу сигналов на полосе частот 433 МГц зашумляются подавителем радиосигналов МДГУ.

4.13 Исследование bluetooth сигналов

Bluetooth работает на частоте 2,4 ГГц приемопередатчик, позволяет в зависимости от степени мощности устанавливать связь в пределах 10 или 100 метров.

В Bluetooth несущая частота сигнала скачкообразно меняется 1600 раз в секунду. Последовательность переключения между частотами для каждого соединения является псевдослучайной и известна только передатчику и приёмнику, которые каждые 625 мкс (один временной слот) синхронно перестраиваются с одной несущей частоты на другую.

С помощью аппаратуры Spectrum Analyzer ATTEN AT6030D на частоте 2,670 ГГц выявлен уровень принимаемого сигнала равному минус 56,43 дБ, с установленным частотным диапазоном отображаемого сигнала в 100 МГц. Результат выявленного сигнала в заданном частотном диапазоне представлен на рисунке 72.

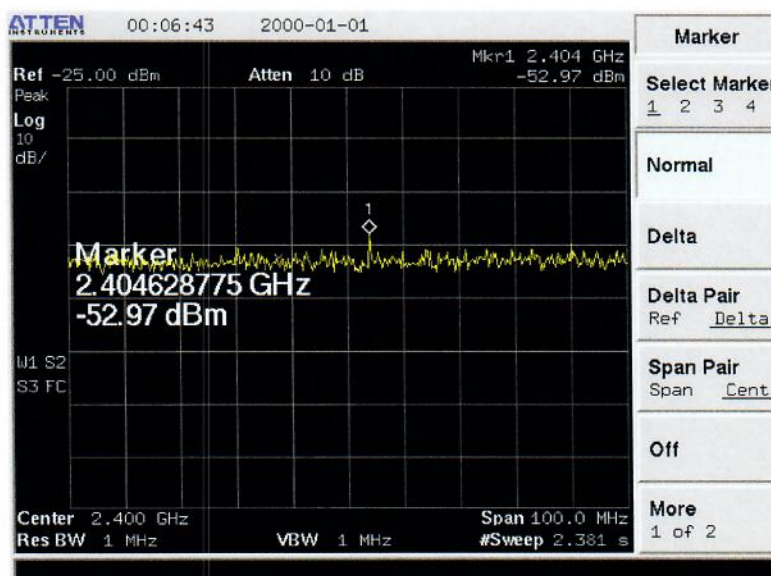


Рисунок 72 — Псевдослучайный сигнал на полосе частот 2,4 ГГц

Далее был установлен стационарный подавитель радиосигналов МДГУ рядом с сопряженными устройствами с помощью bluetooth для анализа влияния помех на полосу частот, в которой они функционируют.

С помощью спектра анализатора были сняты замеры уже при включенном подавителе радиосигналов. Результат измененного псевдослучайного сигнала представлен на рисунке 73.



Рисунок 73 — Влияние помех на принимаемый сигнал в частотном диапазоне 2,4 ГГц

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что полоса частот распространения псевдослучайных сигналов у сопряженных bluetooth устройств находятся в рабочем диапазоне частот подавителя позволяющее заглушить сигнал.

5 Разработка рекомендаций для проведения исследований с использованием лабораторного стенда

На основе проведенного рассмотрения и последующего анализа подавления беспроводных сигналов были составлены рекомендации по использованию лабораторного стенда для исследования систем подавления радиосигналов.

По заключению рассмотрения систем подавления цифровых стандартов GSM можно выявить недостаток подавителя радиосигналов МДГУ заключающаяся в узкой полосе зашумления принимаемых сигналов с ретрансляторов и базовых станций. Для уменьшения роли влияния недостатка аппаратуры рассматриваемой в выпускной квалификационной работе необходимо расширить рабочий диапазон устройства по средствам замены действующей антенны на высокоэффективную.

Также можно отметить как недостаток принцип работы рассматриваемого комплекса, а именно спектр анализатор не позволяет точно выявить информационную нагрузку сигнала.

6 Вредные психофизические факторы, влияющие на органы зрения специалиста по защите информации. Методы и средства физической культуры, снижающие их воздействие

Специалисты по защите информации во время выполнения своих профессиональных обязанностей подвержены воздействию опасных и вредных производственных факторов. Каждый работник должен быть проинструктирован о возможном негативном воздействии тех или иных производственных факторов. Опасные и вредные производственные факторы делятся на физические, химические, биологические и психофизиологические. Последние в свою очередь делятся на физические и нервно-психические перегрузки. К психофизиологическим опасным воздействиям относятся: чрезмерное умственное напряжение, чрезмерные физические нагрузки, монотонность труда. Трудовая деятельность специалистов в сфере защиты информации заключается в работе с большим объёмом сведений, использовании автоматизированных рабочих мест, СВТ, реализации необходимых решений в короткие сроки, работе с людьми, обладающими различными характерами и т.п. Наличие нагрузки на нервную систему человека и его психику способствует снижению его функциональной активности, развитию болезней нервной системы, расстройствам, утомлению, переутомлению, стрессу. И, наконец, продолжительная работа на автоматизированном рабочем месте (работа за монитором) организует чрезмерную нагрузку на все компоненты зрительного аппарата человека, способствует появлению усталости и переутомлению глазного анализатора. Такая работа, вызывающая напряжение зрительного аппарата, может вызывать заболевания глаз (боль в глазах, резь в глазах, покраснения глаз и век, возникновение пелены, раздвоение предметов, неприятное мерцание, чрезмерная утомляемость при напряжённой зрительной работе и т.д.), способствовать нарушению зрительных органов, и результатом этого, в свою

очередь, будет являться появление головной боли, возникновение напряжения, усиливающего нервно-психическое расстройство и снижающего работоспособность специалиста. На основе выявленных опасных факторов осуществляется выбор методов и средств обеспечения безопасности, негативно влияющих на органы зрения и присущих тому или иному производственному оборудованию или технологическому процессу. Для нормального функционирования зрительной системы важно соблюдать правила безопасности при работе с ПЭВМ. Большое количество людей не имеют проблем со зрением, но в то же время их зрительные привычки не соответствуют физиологическим правилам и нормам. Таким образом рано или поздно это приводит к ухудшению работы зрительного аппарата. Для снижения рисков возникновения возможных проблем, необходима постоянная профилактика зрения, включающая в себя комплекс мероприятий, направленных на поддержание и улучшение здоровья глаз. Перенапряжение глазодвигательных мышц является причиной большинства болезней органов зрения. Данное состояние приводит к ослаблению местного кровообращения и ухудшению трофики тканей (клеточного питания). Для защиты глаз от излишнего напряжения не рекомендуется длительное время фокусировка зрения на одном и том же предмете. В целях профилактики необходимо выработать полезную привычку: периодически отрывать глаза от работы и переводить взгляд на отдаленный предмет. Это действие способствует поддержанию упругости глазных мышц и получению постоянно четкого изображения предметов на сетчатке. Существует большое количество методов для достижения расслабления глазного аппарата, в последнее время успешно зарекомендовал себя метод пальминга. Это упражнение, заключающееся в накладывании на закрытые глаза ладоней обеих рук (без давления). В таком положении следует находиться от 4 до 5 минут. Данную процедуру, направленную на естественное восстановление зрения, рекомендуется выполнять ежедневно. Не менее эффективная профилактика для глаз - распределения слезной жидкости, обладающей увлажняющими и

дезинфицирующими свойствами, по поверхности глазного яблока необходимо часто моргать. Моргание дает кратковременный отдых, укрепляет нервные волокна сетчатки, обеспечивает расслабление глазных мышц, улучшает центровку и способность глаза фокусировать изображение. Для предотвращения ухудшения зрения необходимо регулярно укреплять сетчатку при помощи солнечного света. Глаза, созданные для восприятия световых лучей, нуждаются в естественном освещении не меньше, чем в периодическом отдыхе и расслаблении. Каждый день следует начинать с принятия световых ванн (соляризации). Закрытые глаза на несколько минут подставляют солнцу или, при его отсутствии, другому источнику яркого света. Данная процедура способствует усилению кровообращения, нормализации обменных процессов в тканях глазного яблока и сохранению зрения. Так же немаловажный фактор, повышающий остроту и предотвращающий ухудшение зрения, подходящие условия для работы глаз. Главное их них – правильная освещенность. Искусственный свет должен быть достаточно ярким, но не резать глаза. Специалисты рекомендуют использовать с целью сохранения зрения при работе за письменным столом настольные лампы мощностью 60 Вт с плафонами. Источник света должен располагаться слева (у правшей), в 50 см от документов.

Заключение

В результате выполнения дипломного проекта была выполнена разработка лабораторного стенда для исследования подавления сигналов беспроводной связи; рассмотрены современные системы пространственного зашумления; рассмотрены характеристики систем беспроводной связи; разработана архитектура лабораторного стенда для исследования систем подавления беспроводной связи; разработаны программы исследования систем подавления беспроводной связи с использованием лабораторного стенда; разработаны рекомендации для проведения исследований с использованием лабораторного стенда; рассмотрены вредные психофизические факторы, влияющие на органы зрения специалиста по защите информации. Методы с средства физической культуры, снижающие их воздействие.

Таким образом, задание на дипломный проект выполнено в полном объеме.

Список используемой литературы

- 1 Павлова А.С. Характеристики беспроводных систем связи // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3-3.;
- 2 W. Heger. GSM vs. CDMA. GSM Global System for Mobile Communications. Proceedings of the GSM Promotion Seminar 1994 GSM MoU Group in Cooperation with ETSI GSM Members. 15 December 1994. p.p. 3.1-1 - 3.1-18.
- 3 M.Mouly, M.B.Pautet. The GSM System for Mobile Communications. 1992. p.p. 702.
- 4 Шахнович И. Современные технологии беспроводной связи. Москва: Техносфера, 2004. - 168 с
- 5 Ратынский М.В. Основы сотовой связи / Под ред. Д. Б. Зимина - М.: Радио и связь, 1998. - 248 с
- 6 Вишневский В., Ляхов А., Портной С, Шахнович И Широкополосные беспроводные сети передачи информации М.: Эко-Трендз, 2005, 592 с