

УДК 681.5:621.37:004.056

DOI 10.24412/2413-7383-2025-4-39-150-161

Я. И. Рушечников, И. А. Третьяков, В. В. Данилов  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Донецкий государственный университет», г. Донецк  
283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24

## АДАПТИВНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДАВЛЕНИЯ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И НАВОДОК \*

Ya. I. Rushechnikov, I. A. Tretiakov, V. V. Danilov  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
"Donetsk State University", Donetsk  
283001, Donetsk, st. Universitetskaia, 24

## ADAPTIVE AUTOMATED SYSTEM FOR SUPPRESSION OF ELECTROMAGNETIC SIDE EFFECTS AND INTERFERENCE

В настоящей работе описана комплексная методика поиска и последующего подавления обнаруженных сигналов побочных электромагнитных излучений и наводок в рамках единого программно-аппаратного комплекса подавления с использованием обратной связи. Предложенная методика позволит использовать самые доступные программно-определяемые платформы для сканирования радиообстановки, что снизит конечную стоимость адаптивной автоматизированной системы подавления таких сигналов.

**Ключевые слова:** АСНИ, ПЭМИН, радиомониторинг, модельный сигнал, SDR, подавление сигналов, генератор SI5351, коэффициент совпадения, корреляция

This paper describes a comprehensive technique for searching for and subsequent suppression of detected electromagnetic side effects and interference signals within a single feedback suppression software and hardware package. The proposed technique will make it possible to use the most accessible software-defined platforms for scanning radio placement, which will reduce the final cost of an adaptive automated system for suppressing such signals.

**Key words:** ASRS, TEMPEST, radio monitoring, model signal, SDR, signal suppression, SI5351 generator, coincidence coefficient, correlation

---

\* Исследование проводилось в рамках НИР «Исследование природы каналов побочных электромагнитных излучений и наводок элементов и устройств офисной вычислительной техники» (регистрационный номер 124012400347-2).

## Введение

Остро стоящие в данный момент проблемы автоматизированного радиомониторинга и радиопротиводействия имеют непосредственное влияние и на информационно-измерительные системы, основная цель которых не передача, а непосредственная обработка информации [1-5]. Такие системы в виде побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) непреднамеренно распространяют информацию как о своём поведении, так и о своих внутренних процессах. Подобного рода информационное воздействие фиксируется при помощи методов, описанных в [6-10], а противодействие или подавление реализуется механизмами, рассмотренными в [11-17], что в комплексе позволяет решать задачу детектирования и подавления ПЭМИН, но за счёт экспериментальной сложности реализует этот процесс условно не оптимальным способом. Из-за множества и сложности вычислений решение этой задачи невозможно без использования интеллектуальных инструментов идентификации и создания специализированных автоматизированных систем, таких как автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) радиоэлектронной обстановки [1-5]. Наиболее перспективной оптимизацией предложенных в [6-8], [16], [17] решений является синтез адаптивной системы с обратной связью, которая в непрерывном режиме будет заниматься периодическим тестированием наличия ПЭМИН и подавления наиболее выраженных спектральных составляющих с последующей оценкой качества подавления.

## Принцип детектирования сигнала ПЭМИН

В случаях пренебрежения фактором задач электромагнитной совместимости при разработке разнообразных устройств, побочные излучения, в той или иной мере будут проявлять себя на определённых частях частотного спектра. Иногда эти частоты явно коррелированы программно-аппаратными технологиями (например, с технологией HDMI), но очень часто эти частоты могут быть смещены в большую или меньшую сторону, что связано с несовершенством как аппаратных частей, так и кабельной продукции, реализующей информационную технологию. Задачи по выявлению частот ПЭМИН активно решаются как в научно-инженерной практике в виде разнообразных исследований, так и в конкретно прикладной области, при помощи специальных программно-аппаратных систем, примером которой является комплекс «Навигатор-ПЗМ» [9], [13-18].

Описанные выше способы в некоторых случаях качественно, в некоторых случаях с инструментальной точностью определяют разнообразные характеристики сигнала, что для задач детектирования и подавления может быть несколько излишне, как по производительности, так и по объёму метаинформации о сигнале.

Оптимизация процесса автоматизированного поиска может заключаться в запуске определённого модельного сигнала по типу телевизионной настроечной таблицы и сканирование диапазона частот, коррелированного с технологией, через которую происходит эманация побочного излучения. Этот диапазон не сильно широкий, а также относительно его можно найти и гармоники сигналов. Предложенная методика позволит использовать самые доступные программно-определяемые платформы (SDR) для сканирования, что, несомненно, снизит конечную стоимость адаптивной автоматизированной системы подавления ПЭМИН.

На рисунке 1 представлена блок-схема алгоритма, реализующего поиск частот ПЭМИН методом сканирования эфира и сравнения звуковых отпечатков модельного сигнала с сигналом, записанным на просканированных частотах. Приём и демодуляция сигнала позволит по представленному на рисунке 1 алгоритму отнести сигнал к группе ПЭМИН даже в условиях электромагнитной обстановки средней жёсткости.

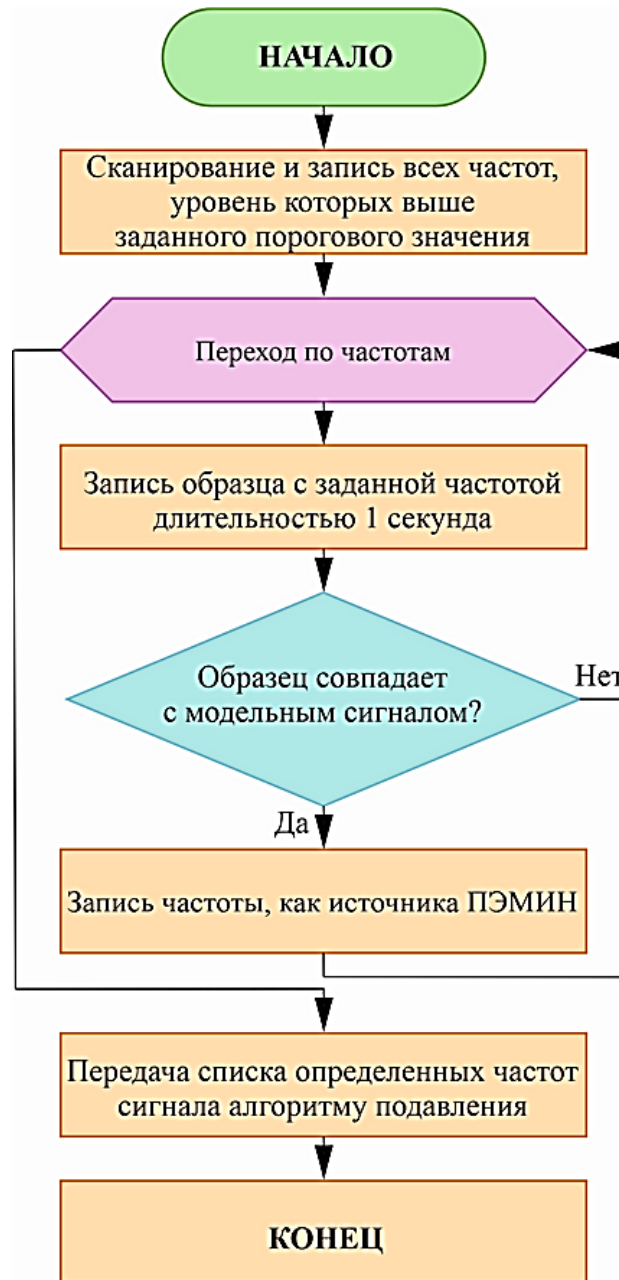


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма поиска частот ПЭМИН

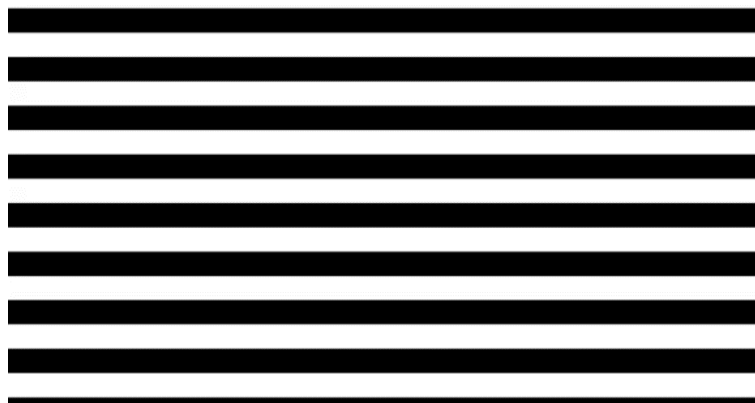


Рисунок 2 – Графическое представление модельного сигнала

В качестве модельного сигнала использовалась специальная видеопоследовательность, которая запускалась на персональном компьютере, и представляла из себя набор чередующихся горизонтальных линий (рисунок 2), которые после демодуляции и записи на SDR системе интерпретируются оператором как звук. Записанный и оцифрованный звук является тем самым модельным сигналом.

По сути наборы из таких комбинаций модельных сигналов, схожих с настроечной таблицей кинескопных телевизоров, можно сформировать в пакет, аналоги которой в отрасли информационной безопасности называются «Сигурд» [8], [18], [19].

Спектр модельного сигнала воспринимаемый SDR системой и интерпретированный представленным выше алгоритмом как ПЭМИН имеет форму, представленную на рисунке 3. Из представленного снимка спектра видно не только максимальную по уровню несущую ПЭМИН, но также много групповых составляющих, которые в динамике изменяют свои энергетические характеристики. Кроме того, можно заметить широкополосность сигнала, которая не вмещается в обозреваемую полосу приёмника.

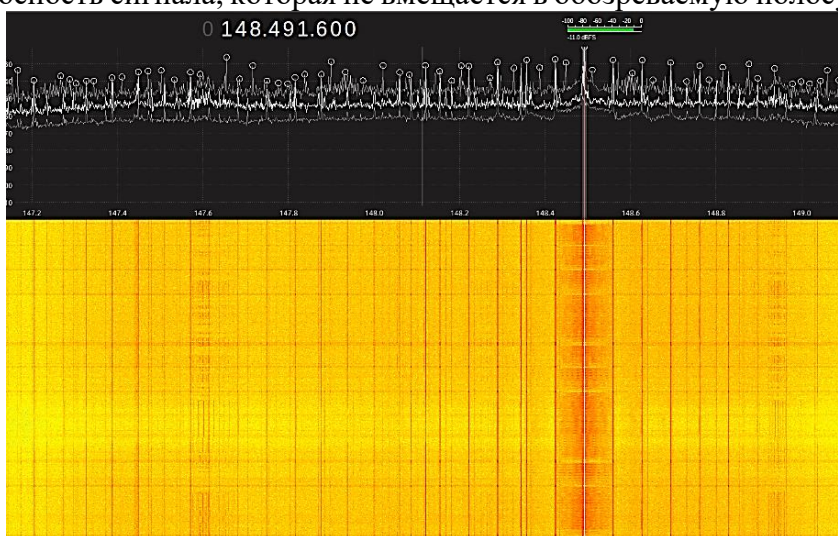


Рисунок 3 – Спектр ПЭМИН, полученный в результате воспроизведения модельного сигнала

Сопоставление модельного сигнала с его демодулированным образом происходит при помощи быстрого преобразования Фурье и алгоритмической задачи поиска подпоследовательности в последовательности. Факт наличия подпоследовательности в последовательности однозначно определяет наличие ПЭМИН на частоте, с которой был записан образец. Предложенный алгоритм позволяет решать задачу определения частот ПЭМИН на абсолютно любой SDR платформе, начиная от самых доступных, например RTL SDR.

## Методика подавления ПЭМИН

Задачи подавления радиосигналов, в том числе и ПЭМИН, решены многократно при помощи большого разнообразия средств и методик. основополагающим фактором являются следующие параметры:

1. Наличие конфигурируемого передатчика, способного перестраиваться в широких пределах по частоте.
2. Уровень мощности передатчика должен быть сопоставим с уровнем подавляемого сигнала.
3. Передатчик должен обладать стабильностью частоты, или её флуктуации не должны негативным образом сказываться на подавлении.

В качестве подобной системы гибкой генерации сигналов целесообразно использовать синтезатор частоты на базе микросхемы SI5351 (рис. 4), который путём несложных манипуляций позволяет опираясь на опорный сигнал кварцевого резонатора получить один или более выходных сигналов с частотой до 160 МГц, чего вполне достаточно для подавления ПЭМИН на частотах около 150 МГц. Кроме того, программируемый генератор позволяет менять параметры выходного сигнала в широких пределах во время работы.

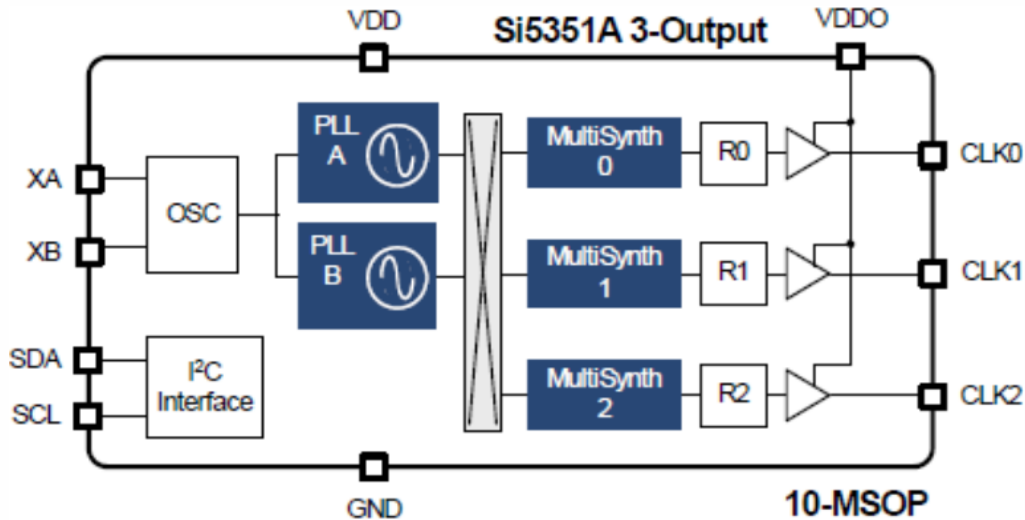


Рисунок 4 – Структурная схема конфигурируемого генератора SI5351

Принцип работы схемы, представленной на рисунке 4 следующий:

- В качестве источника тактирования используется внешний кварцевый осциллятор.
- Тактовый сигнал попадает на цепи фазовой автоподстройки частоты, на выходе которой получается высокая промежуточная частота, порядка 900 МГц.
- Следующая стадия – дробление сигнала при помощи специальных целочисленных делителей, благодаря которым есть возможность настроиться с высокой точностью на генерацию в пределах от 2,5 кГц до 160 МГц.
- Последним функциональным блоком схемы является маршрутизирующая матрица, которая позволяет распределить сформированные тактовые сигналы по нескольким выходам.

Отличительной способностью данного генератора является наличие функции расширения спектра, что позволит генерировать условно широкополосный стабильный сигнал без использования свипирования по времени. Формат расширения спектра представлен на рисунке 5.

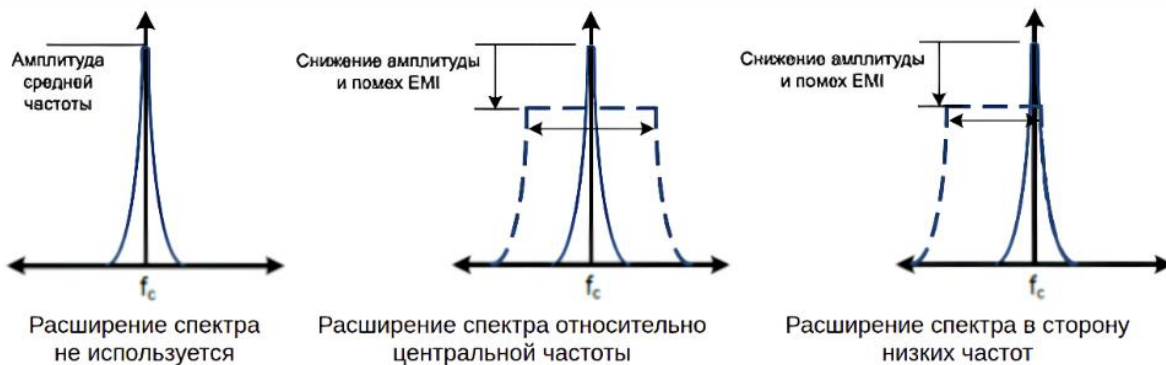


Рисунок 5 – Схемы расширения спектра SI5351

Представленный на рисунке 6 модуль за счёт реализованного согласования на нагрузку в 50 Ом позволяет получить на одном из выходов генератора мощность в эквиваленте не более 15мВт составляющую порядка 12 дБм, что значительно больше, нежели сигнал ПЭМИН с порядком мощности -60 дБм.

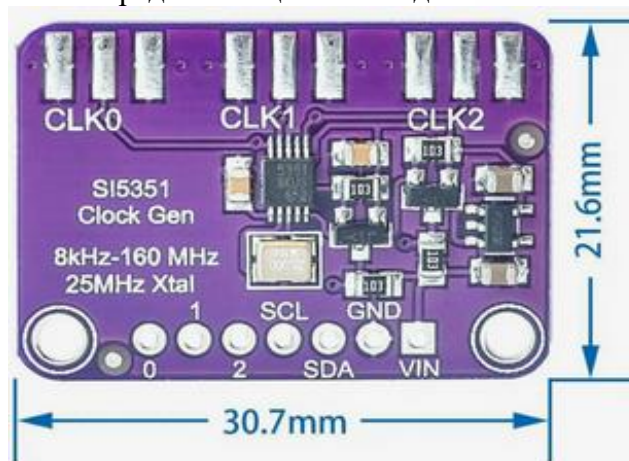


Рисунок 6 – Модуль генератора SI5351

Используемый в качестве генератора модуль SI5351 управляется по интерфейсу I2C проходя следующие конфигурационные стадии:

1. Тест доступности генератора.
2. Выбор канала для генерации (мощность вещания пропорционально делится между каналами).
3. Назначение коэффициентов коррекции и предделителей для получения промежуточной и результирующей частоты.
4. Передача тактирования на выход, согласованный с 50 Ом.

При реализации сигнала подавления, явно влияющего на ПЭМИН, можно получить следующий спектр, представленный на рисунке 7.

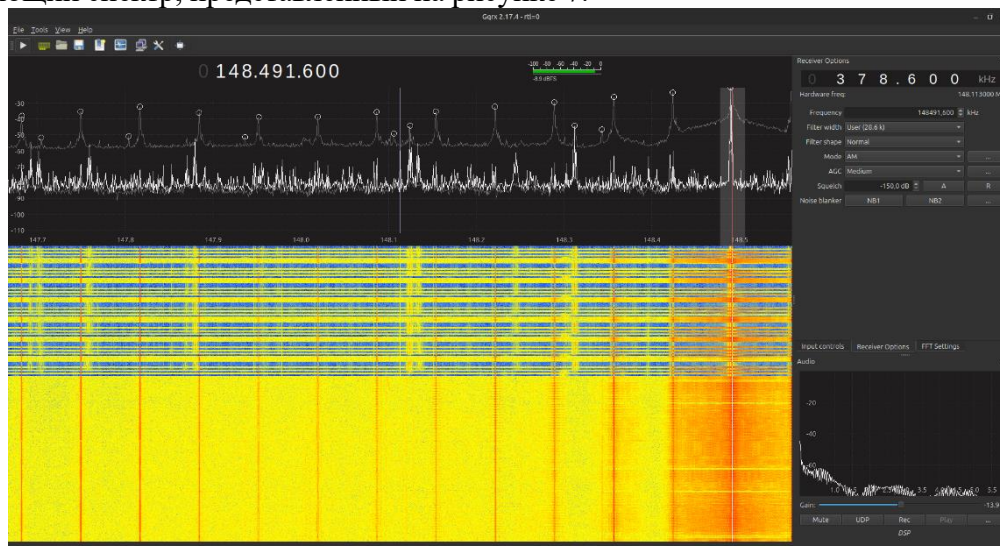


Рисунок 7 – Спектр работы подавителя сигнала ПЭМИН

Как видно из спектрограммы в соответствии с рисунком 7, мешающий сигнал с определённым периодическим паттерном перебивает сигнал ПЭМИН, что явным образом снижает вероятность декодирования и распознавания информационных составляющих сигнала при помощи современных SDR систем.

## Систематизация обратной связи и оценка эффективности подавления

Описанные выше концепции, такие как поиск ПЭМИН при помощи алгоритма сопоставления сигнала с модельным и также средства подавления сигнала можно увязать в единую информационно-управляемую систему с обратной связью, состоящую из следующих элементов:

- Объект управления – процесс поиска и подавления ПЭМИН
- Датчик - перестраиваемый генератор.
- Сравнивающее устройство - компьютер, определивший или классифицировавший сигнал как ПЭМИН.
- Регулятор - микроконтроллер и генератор, реализующие концепцию адаптивного подавления.
- Обратная связь - канал, по которому информация о результате возвращается к регулятору.

Концептуальный вид системы представлен на рисунке 8, содержащем схему, работающую по следующему алгоритму:

1. На исследуемо-управляемом компьютере запускается воспроизведение модельного «Сигурд» сигнала.
2. SDR система ищет частоты методом сканирования, записи и сопоставления сигнала с первообразного модельного сигнала.
3. В случае классификации сигнала как ПЭМИН в момент сравнения с моделью происходит отправка команды генератору, чтобы тот инициировал процедуру подавления на определённой частоте.

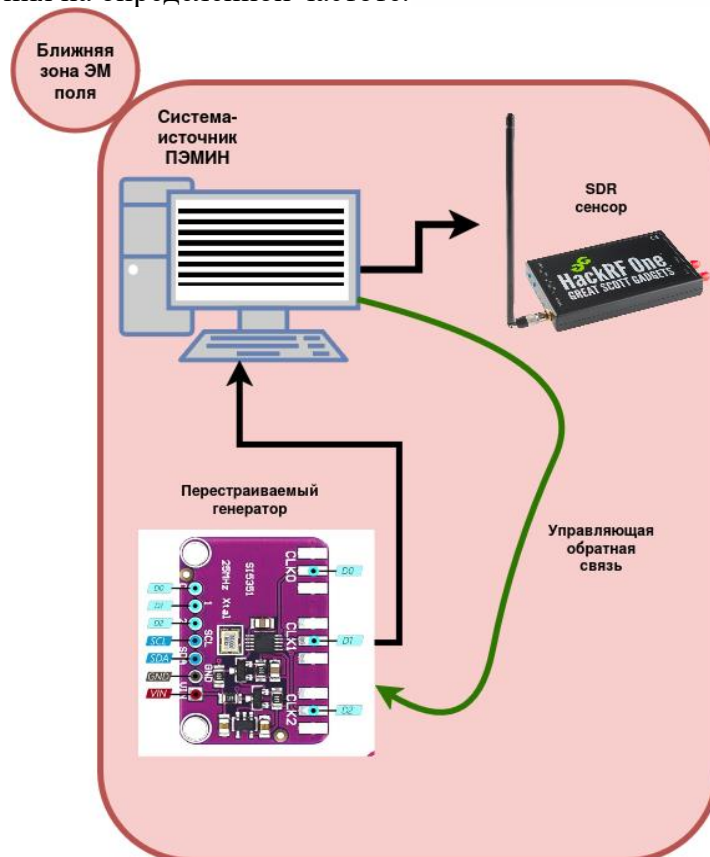


Рисунок 8 – Функциональная схема адаптивной автоматизированной системы подавления ПЭМИН

Немаловажным этапом процесса подавления сигнала ПЭМИН является выработка механизма оценки характеристик качества подавления. Несмотря на то, что в результате трансляции сигнала подавления в ближнюю зону действия ПЭМИН программное средство «TempestSDR» не в состоянии синхронизировать и воспроизвести картинку, происходящую на мониторе (то есть, по сути, сигнал подавлен), необходимо выработка механизма количественной оценки в виде коэффициента совпадения.

В качестве такого коэффициента совпадения можно использовать результат корреляции записи модельного сигнала ПЭМИН с записью формата модельный сигнал + сигнал подавления. Такой коэффициент покажет, насколько оригинальный сигнал отличается от группового, и если такой коэффициент малоразмерный, то эффективность мероприятия по подавлению была высокая, и наоборот. Описанная задача уже многократно решена и имеет своё название «Получение и детерминация отпечатков звуковых файлов» [20], [21], а также имеет качественную, доступную и переносимую реализацию на языке Python.

Представленные на рисунке 9а и 9б диаграммы совпадения, из которых можно взять глобальный максимум могут являться относительным индикатором качества мероприятий по подавлению, а сам выраженный коэффициент имеет инверсный порядок (чем меньше размерность коэффициента, тем выше качество подавления).

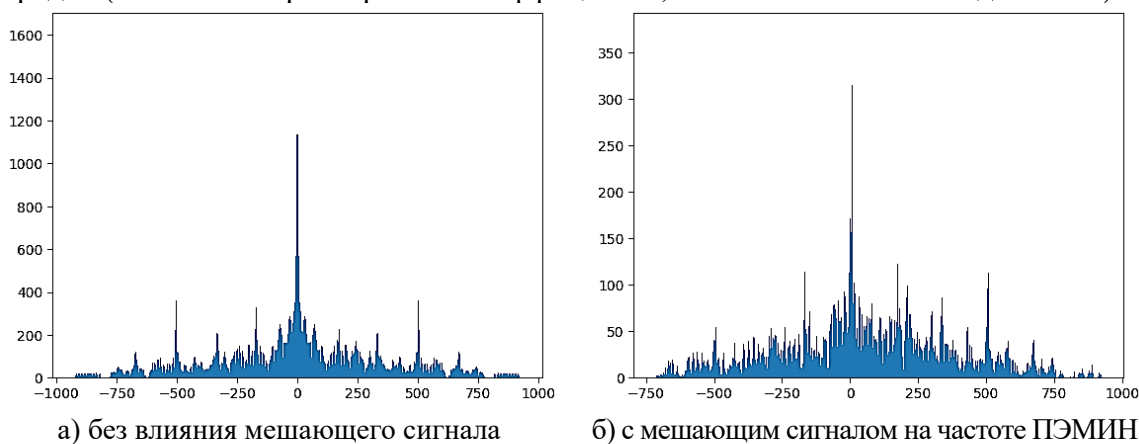


Рисунок 9 – Диаграммы совпадения

Как видно из рисунка 9, без влияния мешающего сигнала размерность максимума диаграммы значительно выше, нежели с его влиянием, что явным образом коррелирует с возможностью получения информационных составляющих анализируемого ПЭМИН сигнала.

## Заключение

Разработка комплексных, доступных, автоматизированных систем подавления сигналов непреднамеренных каналов утечки информации, к которым относят ПЭМИН, является востребованной научно-технической задачей, результаты решения которой могут быть внедрены в системы, предназначенные для компьютеризированной обработки конфиденциальной информации. Данный класс адаптивных автоматизированных систем предназначен и актуален исключительно для компьютерных систем, для интерфейсной номенклатуры которых ещё не решена задача полной электромагнитной совместимости, ведь в случае её решения функции подавления станут невостребованными.

Таким образом, описана методика описана комплексная методика поиска и последующего подавления обнаруженных сигналов ПЭМИН, позволяющая применять самые доступные программно-определяемые платформы для сканирования радиообстановки, что существенно снижает стоимость адаптивной автоматизированной системы подавления таких сигналов.

## Список литературы

1. Ашихмин, А. В. Автоматизированная система радиомониторинга / А. В. Ашихмин, В. А. Козьмин, А. М. Рембовский. *Спецтехника и связь*. 2012. № 1. С. 43-50. EDN OXUPNJ.
2. Соловьев, А. М. О результатах разработки автоматизированной системы научных исследований средств мониторинга радиоэлектронной обстановки в АСУТП / А. М. Соловьев, А. А. Головин, Р. К. Кинденев. *Технические науки - от теории к практике*. 2015. № 53. С. 80-88. EDN VDWRPV.
3. Рушечников, Я. И. Информационная технология радиомониторинга на основе программно-определяемой радиосистемы / Я. И. Рушечников, В. В. Данилов. *Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки*. 2020. № 1. С. 31-36. EDN PXYYTX.
4. Третьяков, И. А. Функциональные блоки для АСНИ радиосигналов / И. А. Третьяков, В. В. Данилов. *Донецкие чтения 2024: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: материалы IX Международной научной конференции (Донецк, 15–17 октября 2024 г.)*. Т. 2. Ч. 2. Донецк: Изд-во ДонГУ, 2024. С. 88-91. EDN ZEFZIV.
5. Элементы автоматизированных систем научных исследований радиоэлектронной обстановки / И. А. Третьяков, М. В. Бабичева, Я. И. Рушечников, В. В. Данилов. *Проблемы искусственного интеллекта*. 2025. № 3(38). С. 172-181. DOI 10.24412/2413-7383-2025-3-38-172-181. EDN HKDOZN.
6. Хорев, А. А. Оценка возможности обнаружения побочных электромагнитных излучений видеосистемы компьютер / А. А. Хорев. *Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*. 2014. № 2(32). С. 207-213. EDN SEBGWX.
7. Железняк, В. К. Методика оценки защищенности видеoinформации ШИМ-преобразователя средств вычислительной техники / В. К. Железняк, С. В. Харченко. *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки*. 2020. № 4. С. 23-30. EDN JRRBRM.
8. Шпилевой, А. А. О возможности аналитического обнаружения сигнала ПЭМИН в видеоинтерфейсах стандарта HDMI / А. А. Шпилевой, А. А. Персичкин. *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Физ.-мат. и техн. науки*. 2022. № 1. С. 34-39. EDN AWTJYC.
9. Методика автоматизированной оценки объёма побочных электромагнитных излучений / Я. И. Рушечников, В. В. Данилов, И. А. Третьяков, В. А. Ступак. *Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки*. 2024. № 2. С. 51-57. DOI 10.5281/zenodo.12548548. EDN UHOZKU.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025688246 Российская Федерация. Программа для определения качественных характеристик побочных электромагнитных излучений и наводок элементов и устройств офисной вычислительной техники : заявл. 26.05.2025 : опубл. 17.10.2025 / Я. И. Рушечников, И. А. Третьяков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный университет». EDN HSARZF.
11. Кулешов, И. А. Анализ способов некриптографической защиты информации от побочных электромагнитных излучений и наводок на объектах связи / И. А. Кулешов, А. И. Спивак, А. Е. Львов. *Техника средств связи*. 2021. № 3(155). С. 67-73. EDN SXQOTD.
12. Паршуткин, А. В. Повышение защищенности информации от утечки через побочные электромагнитные излучения / А. В. Паршуткин, М. Р. Неаскина. *Вопросы кибербезопасности*. 2022. № 3(49). С. 82-89. DOI 10.21681/2311-3456-2022-3-82-89. EDN ARQCJO.
13. Язов, Ю. К. Пути построения многоагентной системы защиты информации от утечки по техническим каналам / Ю. К. Язов, А. О. Авсентьев. *Вопросы кибербезопасности*. 2022. № 5(51). С. 2-13. DOI 10.21681/2311-3456-2022-5-2-13. EDN DGYOEF.
14. Паршуткин, А. В. Экспериментальные исследования возможности применения программно-реализуемых мер снижения информативности побочных электромагнитных излучений видеосистемы стандарта DVI / А. В. Паршуткин, М. Р. Неаскина, И. П. Степанов. *СПБНТОРЭС: труды ежегодной НТК*. 2023. № 1(78). С. 126-129. EDN LAZWZX.

15. Язов, Ю. К. Проблемные вопросы управления защитой информации от утечки по техническим каналам с применением многоагентных систем / Ю. К. Язов, А. О. Авсентьев. *Вопросы кибербезопасности*. 2024. № 6(64). С. 85-97. DOI 10.21681/2311-3456-2024-6-85-97. EDN DDTRVS.
16. Алгоритм генерации высокочастотной ШИМ-помехи / Я. И. Рушечников, И. А. Третьяков, В. А. Ступак, Д. Р. Зеленченко. *69-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета (Астрахань, 26–30 мая 2025 г.): материалы*. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2025. С. 188-190. EDN VUWJJV.
17. Третьяков, И. А. Подавление ПЭМИН в видеоинтерфейсах посредством высокочастотной ШИМ помехи / И. А. Третьяков, Я. И. Рушечников, В. В. Данилов. *Информационные системы и технологии: материалы XI международного научного конгресса по информатике. В 2 ч. (Минск, 29–31 октября 2025 г.)*. Ч. 1. Минск: БГУ, 2025. С. 111-114.
18. Бедердинова, О. И. Оценивание защищенности конфиденциальной информации от утечки по техническим каналам / О. И. Бедердинова, И. В. Жукова. *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки*. 2015. № 4. С. 119-130. DOI 10.17238/issn2227-6572.2015.4.119. EDN VRWNZV.
19. Зайцев, А. П. Автоматизация расчетов показателей защищенности защищаемого помещения от утечки информации / А. П. Зайцев, Д. А. Толстунов. *Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*. 2010. № 1-1(21). С. 74-77. EDN MPWCRB.
20. A review of audio fingerprinting / Cano P. et [al.]. *Journal of VLSI signal processing systems for signal, image and video technology*. 2005. V. 41. № 3. P. 271-284. DOI:10.1007/s11265-005-4151-3.
21. Веялкин, И. А. Обзор структур алгоритмов поиска на основе отпечатков аудиоданных / И. А. Веялкин, Д. В. Шиман. *Труды БГТУ. №6. Физико-математические науки и информатика*. 2015. № 6(179). С. 195-199. EDN XCSNLH.

## References

1. Ashikhmin, A. V. Avtomatizirovannaiia sistema radiomonitoringa / A. V. Ashikhmin, V. A. Kozmin, A. M. Rembovskii. *Spetstekhnika i sviaz*. 2012. № 1. S. 43-50. EDN OXUPNJ.
2. Solovev, A. M. O rezultatakh razrabotki avtomatizirovannoi sistemy nauchnykh issledovaniy sredstv monitoringa radioelektronnoi obstanovki v ASUTP / A. M. Solovev, A. A. Golovin, R. K. Kindenov. *Tekhnicheskie nauki - ot teorii k praktike*. 2015. № 53. S. 80-88. EDN VDWRPV.
3. Rushechnikov, Ia. I. Informatsionnaia tekhnologiia radiomonitoringa na osnove programmno-opredeliaemoi radiosistemy / Ia. I. Rushechnikov, V. V. Danilov. *Vestnik Donetskogo natsionalnogo universiteta. Serii G: Tekhnicheskie nauki*. 2020. № 1. S. 31-36. EDN PXYTYX.
4. Tretiakov, I. A. Funktsionalnye bloki dlia ANSI radiosignalov / I. A. Tretiakov, V. V. Danilov. *Donetskie chteniia 2024: obrazovanie, nauka, innovatsii, kultura i vyzovy sovremennosti: materialy IX Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (Donetsk, 15–17 oktiabria 2024 g.)*. T. 2. Ch. 2. Donetsk: Izd-vo DonGU, 2024. S. 88-91. EDN ZEFZIV.
5. Elementy avtomatizirovannykh sistem nauchnykh issledovaniy radioelektronnoi obstanovki / I. A. Tretiakov, M. V. Babicheva, Ia. I. Rushechnikov, V. V. Danilov. *Problemy iskusstvennogo intellekta*. 2025. № 3(38). S. 172-181. DOI 10.24412/2413-7383-2025-3-38-172-181. EDN HKDOZN.
6. Khorev, A. A. Otsenka vozmozhnosti obnaruzheniia pobochnykh elektromagnitnykh izlucheniia videosistemy kompiuter / A. A. Khorev. *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniia i radioelektroniki*. 2014. № 2(32). S. 207-213. EDN SEBGWX.
7. Zhelezniak, V. K. Metodika otsenki zashchishchennosti videoinformatsii ShIM-preobrazovatel'ia sredstv vychislitelnoi tekhniki / V. K. Zhelezniak, S. V. Kharchenko. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Serii S. Fundamentalnye nauki*. 2020. № 4. S. 23-30. EDN JRRBRM.
8. Shpilevoi, A. A. O vozmozhnosti analiticheskogo obnaruzheniia signala PEMIN v videointerfeisakh standarta HDMI / A. A. Shpilevoi, A. A. Persichkin. *Vestnik Baltiiskogo federalnogo universiteta im. I. Kanta. Serii: Fiz.-mat. i tekhn. nauki*. 2022. № 1. S. 34-39. EDN AWTJYC.
9. Metodika avtomatizirovannoi otsenki obieema pobochnykh elektromagnitnykh izlucheniia / Ia. I. Rushechnikov, V. V. Danilov, I. A. Tretiakov, V. A. Stupak. *Vestnik Donetskogo natsionalnogo universiteta. Serii G: Tekhnicheskie nauki*. 2024. № 2. S. 51-57. DOI 10.5281/zenodo.12548548. EDN UHOZKU.
10. Svidetelstvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlia EVM № 2025688246 Rossiiskaia Federatsiia. Programma dlia opredeleniia kachestvennykh kharakteristik pobochnykh elektromagnitnykh izlucheniia i navodok elementov i ustroystv ofisnoi vychislitelnoi tekhniki : zaiavl. 26.05.2025 : opubl. 17.10.2025 / Ia.

- I. Rushechnikov, I. A. Tretiakov ; zaiavitel Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Donetskii gosudarstvennyi universitet». EDN HSARZF.
11. Kuleshov, I. A. Analiz sposobov nekriptograficheskoi zashchity informatsii ot pobochnykh elektromagnitnykh izlucheniia i navodok na obiektakh svyazi / I. A. Kuleshov, A. I. Spivak, A. E. Lvov. *Tekhnika sredstv svyazi*. 2021. № 3(155). S. 67-73. EDN SXQOTD.
  12. Parshutkin, A. V. Povyshenie zashchishchennosti informatsii ot utechki cherez pobochnye elektromagnitnye izlucheniia / A. V. Parshutkin, M. R. Neaskina. *Voprosy kiberbezopasnosti*. 2022. № 3(49). S. 82-89. DOI 10.21681/2311-3456-2022-3-82-89. EDN ARQCJO.
  13. Iazov, Iu. K. Puti postroeniia mnogoagentnoi sistemy zashchity informatsii ot utechki po tekhnicheskim kanalam / Iu. K. Iazov, A. O. Avsentev. *Voprosy kiberbezopasnosti*. 2022. № 5(51). S. 2-13. DOI 10.21681/2311-3456-2022-5-2-13. EDN DGYOEF.
  14. Parshutkin, A. V. Eksperimentalnye issledovaniia vozmozhnosti primeneniia programmno-realizuemykh mer snizheniia informativnosti pobochnykh elektromagnitnykh izlucheniia videosistemy standarta DVI / A. V. Parshutkin, M. R. Neaskina, I. P. Stepanov. *SPbNTORES: trudy ezhegodnoi NTK*. 2023. № 1(78). S. 126-129. EDN LAZWZX.
  15. Iazov, Iu. K. Problemnye voprosy upravleniia zashchitoi informatsii ot utechki po tekhnicheskim kanalam s primeneniem mnogoagentnykh sistem / Iu. K. Iazov, A. O. Avsentev. *Voprosy kiberbezopasnosti*. 2024. № 6(64). S. 85-97. DOI 10.21681/2311-3456-2024-6-85-97. EDN DDTRVS.
  16. Algoritm generatsii vysokochastotnoi ShIM-pomekhi / Ia. I. Rushechnikov, I. A. Tretiakov, V. A. Stupak, D. R. Zelenchenko. *69-ia Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (Astrakhan, 26–30 maia 2025 g.): materialy*. Astrakhan: Izd-vo AGTU, 2025. S. 188-190. EDN VUWJJV.
  17. Tretiakov, I. A. Podavlenie PEMIN v videointerfeisakh posredstvom vysokochastotnoi ShIM pomekhi / I. A. Tretiakov, Ia. I. Rushechnikov, V. V. Danilov. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii: materialy XI mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa po informatike. V 2 ch. (Minsk, 29–31 oktiabria 2025 g.)*. Ch. 1. Minsk: BGU, 2025. S. 111-114.
  18. Bederdinova, O. I. Otsnivanje zashchishchennosti konfidentsialnoi informatsii ot utechki po tekhnicheskim kanalam / O. I. Bederdinova, I. V. Zhukova. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federalnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2015. № 4. S. 119-130. DOI 10.17238/issn2227-6572.2015.4.119. EDN VRWNZV.
  19. Zaitsev, A. P. Avtomatizatsiia raschetov pokazatelei zashchishchennosti zashchishchaemogo pomeshcheniia ot utechki informatsii / A. P. Zaitsev, D. A. Tolstunov. *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniia i radioelektroniki*. 2010. № 1-1(21). S. 74-77. EDN MPWCRB.
  20. A review of audio fingerprinting / Cano P. et [al.]. *Journal of VLSI signal processing systems for signal, image and video technology*. 2005. V. 41. №. 3. P. 271-284. DOI:10.1007/s11265-005-4151-3.
  21. Veialkin, I. A. Obzor struktur algoritmov poiska na osnove otpechatkov audiodannykh / I. A. Veialkin, D. V. Shiman. *Trudy BGTU. №6. Fiziko-matematicheskie nauki i informatika*. 2015. № 6(179). S. 195-199. EDN XCSNLH.

## RESUME

*Ya. I. Rushechnikov, I. A. Tretiakov., V. V. Danilov*

### *Adaptive automated system for suppression of electromagnetic side effects and interference*

The development of complex, accessible, automated systems for suppressing signals from unintended information leakage channels is a sought-after scientific and technical task, the results of which can be implemented into systems designed for the computerized processing of confidential information. Due to the multitude and complexity of calculations, the solution of this problem is impossible without the use of intelligent identification tools and the creation of specialized automated systems, such as automated systems for scientific research of the electronic environment. This paper describes a comprehensive technique for searching for and subsequent suppression of detected electromagnetic side effects and interference signals within a single feedback suppression software and hardware package. The proposed technique will make it possible to use the most accessible software-defined platforms for scanning radio settings, which will reduce the final cost of an adaptive automated system for suppressing such signals.

## РЕЗЮМЕ

*Я. И. Рушечников, И. А. Третьяков, В. В. Данилов*  
*Адаптивная автоматизированная система подавления побочных электромагнитных излучений и наводок*

Разработка комплексных, доступных, автоматизированных систем подавления сигналов непреднамеренных каналов утечки информации, является востребованной научно-технической задачей, результаты решения которой могут быть внедрены в системы, предназначенные для компьютеризированной обработки конфиденциальной информации. Из-за множества и сложности вычислений решение этой задачи невозможно без использования интеллектуальных инструментов идентификации и создания специализированных автоматизированных систем, таких как автоматизированные системы научных исследований радиоэлектронной обстановки. В настоящей работе описана комплексная методика поиска и последующего подавления обнаруженных сигналов побочных электромагнитных излучений и наводок в рамках единого программно-аппаратного комплекса подавления с использованием обратной связи. Предложенная методика позволит использовать самые доступные программно-определяемые платформы для сканирования радиообстановки, что снизит конечную стоимость адаптивной автоматизированной системы подавления таких сигналов.

**Рушечников Ярослав Иванович** – старший преподаватель, кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк, Российская Федерация. *Область научных интересов:* автоматизированные системы радиомониторинга, нейронные сети, методы и системы защиты информации, информационная безопасность. Эл. почта [ya.rushechnikov@donnu.ru](mailto:ya.rushechnikov@donnu.ru), адрес 283001, РФ, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

**Третьяков Игорь Александрович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой радиофизики и инфокоммуникационных технологий ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк, Российская Федерация. *Область научных интересов:* автоматизация научных исследований и автоматизированные системы; оптические информационные технологии; методы и системы защиты информации, информационная безопасность. Эл. почта [i.tretiakov@mail.ru](mailto:i.tretiakov@mail.ru), адрес 283001, РФ, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

**Данилов Владимир Васильевич** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», г. Донецк, Российская Федерация. *Область научных интересов:* оптические информационные технологии; автоматизация научных исследований и автоматизированные системы; информационно-измерительные системы. Эл. почта [ut5iv@mail.ru](mailto:ut5iv@mail.ru), адрес 283001, РФ, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

Статья поступила в редакцию 06.10.2025.