

## Список использованных источников

1. Фетисенкова К.А., Рогожин А.Е. Нейроморфные системы: приборы, архитектура и алгоритмы // Микроэлектроника – Т.52(5) – С.404-422 (2023). DOI: 10.31857/S0544126923700461
2. Wang, C, Si, Z, Jiang, X, Malik, A, Pan, Y, Stathopoulos, S, Serb, A, Wang, S, Prodromakis, T & Papavassiliou, C. 2022, 'Multi-State Memristors and Their Applications: An Overview', IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems. DOI: 10.1109/JETCAS.2022.3223295
3. Z. Peng, F. Wu, L. Jiang, G. Cao, B. Jiang, G. Cheng, S. Ke, K.-C. Chang, L. Li, C. Ye, HfO<sub>2</sub>-Based Memristor as an Artificial Synapse for Neuromorphic Computing with Tri-Layer HfO<sub>2</sub>/BiFeO<sub>3</sub>/HfO<sub>2</sub> Design. *Adv. Funct. Mater.* 2021, 31, 2107131. DOI: 10.1002/adfm.202107131
4. Liu, X., Zeng, Z. Memristor crossbar architectures for implementing deep neural networks. *Complex Intell. Syst.* 8, 787–802 (2022). DOI: 10.1007/s40747-021-00282-4

УДК 681.5.08: 621.37

**И.А. Третьяков, Я.И. Рушечников, В.В. Данилов**

Донецкий государственный университет  
Донецк, Российская Федерация

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛА ПЭМИН

*Аннотация.* В работе рассматривается методика, позволяющая выделить из спектра экспериментальных данных составляющие, идентифицирующие и показывающие порядок размерности величин ПЭМИН во время проведения эксперимента.

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

Donetsk State University  
Donetsk, Russian Federation

## THE METHOD OF DETERMINING THE POWER CHARACTERISTICS OF THE TEMPEST SIGNAL

*Abstract.* The paper considers a technique that makes it possible to identify components from the spectrum of experimental data that identify and show the order of dimension of the TEMPEST values during the experiment.

Побочные электромагнитные излучения и наводки (ПЭМИН) представляют собой совокупность спектральных компонент, анализ

которых позволяет оценить степень риска и возможность перехвата данных из информационных систем. Исследование этого явления в условиях современной, постоянно усложняющейся электромагнитной обстановки является актуальной научно-технической задачей [1-3].

При оценке распространения ПЭМИН через электромагнитное поле необходимо учитывать не только интерфейс передачи сигнала (например, DP, HDMI, DVI, VGA), но и его гармоники, а также тот факт, что сигнал имеет сложную структуру [4, 5]. Также важно понимать, что из-за сложности и многокомпонентности сигнала его приём возможен лишь в ближней зоне электромагнитного поля, что требует использования специализированных антенн для точной локализации ПЭМИН.

Так как компоненты вычислительной техники и интерфейсы, через которые передаются конфиденциальные данные и на основе которых формируется ПЭМИН, не являются изотропными источниками излучения, можно выделить несколько характеристик ближней зоны радиообнаружения, которые повлияют на методику оценки ПЭМИН:

- В ближней зоне наблюдаются сильные колебания электромагнитного поля, при этом его интенсивность может значительно изменяться при незначительных изменениях расстояния.
- В этой зоне электрическое и магнитное поля тесно взаимосвязаны, и не образуют стабильных радиоволн, как это происходит в дальней зоне.
- Ближняя зона обычно ограничена расстоянием, меньшим, чем  $\lambda/2\pi$ , где  $\lambda$  — длина волны. Для антенн высокой частоты это может составлять всего несколько метров, а для низкочастотных — десятки метров.

Учитывая, что ПЭМИН от видеоинтерфейсов возникает на частотах от 1 МГц, а его гармоники могут достигать 600 МГц, применение стандартных методов для поиска и количественной оценки таких сигналов становится затруднённым. Это, в свою очередь, требует разработки адаптивных методик и алгоритмов для анализа экспериментальных данных.

Исследуемый спектральный диапазон показан на рис. 1. В качестве объекта исследования выбран промежуток от 5 МГц до 25 МГц, который включает в себя многочисленные составляющие ПЭМИН, источниками которых являются не только видеоинтерфейс, но и сам монитор. Как видно из разностной картины, содержащей два спектра, существует множество участков, где спектральные уровни

значительно отличаются. Выделение наиболее значимых участков в этом диапазоне позволит более точно рассчитать групповую мощность.

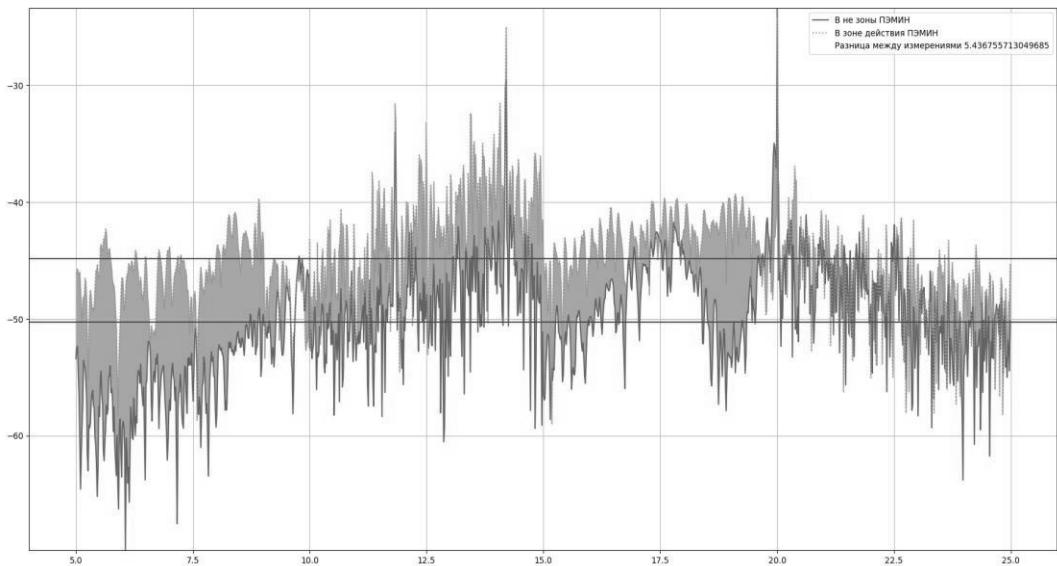


Рис. 1. Анализируемый участок спектра сигнала, содержащего ПЭМИН

Следующий этап формализованного алгоритма заключается в установлении порогового значения, ниже которого спектральные компоненты не будут учитываться. Этот шаг помогает чётче выделить последовательности и уменьшить спектральный шум между ними.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где  $\bar{x}$  - среднее арифметическое,  $x_i$  - значения элементов в последовательности,  $n$  - количество элементов в последовательности.

Важно отметить, что среднее арифметическое, особенно при анализе спектра, не является стабильным показателем, поскольку оно чувствительно к выбросам. Однако, в рамках алгоритма оценки в ближней и дальней зоне обнаружения и при многократном усреднении, влияние выбросов не оказывает значимого влияния на пороговый коэффициент. Результаты применения порогового значения можно увидеть на рис. 2.

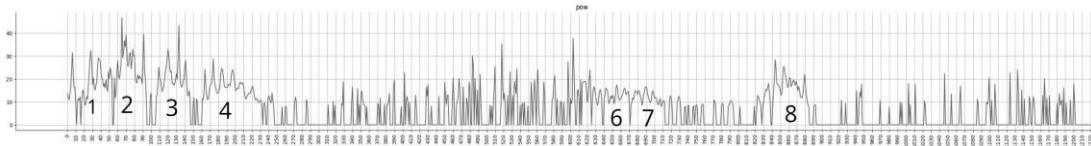


Рис. 2. Результат применения порогового значения

Как показано на рис. 2, выделяются несколько областей, содержащих немонотонные последовательности широкой полосы.

Именно эти последовательности подлежат подсчёту групповой мощности.

Следующим этапом после выделения значимых частей спектра является уплотнение. Это достигается путём исключения узких по частоте, но немонотонных компонентов. Результирующий спектр показан на рис. 3.

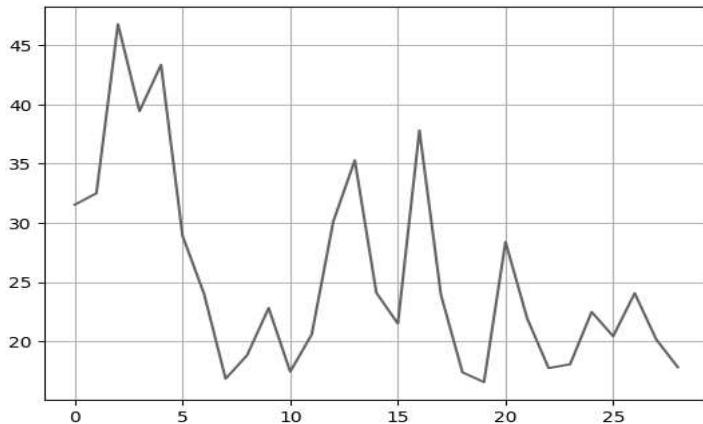


Рис. 3. Результирующий уплотнённый спектр анализируемого сигнала

Из уплотнённой спектральной последовательности с помощью метода суммирования можно вычислить величину разностной мощности, которая характеризует общие параметры ПЭМИН для выбранного диапазона. Для спектра, представленного на рис. 3, эта сумма составляет 740,94 условных единиц мощности, зафиксированных приёмником в частотном диапазоне от 5 МГц до 25 МГц в условиях разностной картины ближней и дальней зоны электромагнитного поля сигнала ПЭМИН.

Таким образом, описанная методика при помощи алгоритмической обработки спектров экспериментальных данных позволяет методом порогового выделения и уплотнения определить пространственные (на оси частот) характеристики мощности сигнала ПЭМИН в ближней и дальней зоне электромагнитного поля.

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

### Список использованных источников

1. Структура аппаратных средств для восстановления информации с дисплеев / И. А. Третьяков, Я. И. Рушечников, А. С. Куликова, В. В. Данилов // Технические средства защиты информации: материалы XXIII Международной научно-технической конференции (Минск, 08

- апреля 2025 г.). – Минск: БГУИР, 2025. – С. 324-326. – EDN WSCOKH.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Железняк, В. К. Методика оценки защищенности видеинформации 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.

УДК 631.8

**А.А. Чуприкова, Д.Л. Дедов**  
Тамбовский государственный технический университет  
г. Тамбов, Россия

## **ПОЛУЧЕНИЕ ОБОГАЩЕННЫХ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ МЕТОДОМ МЕХАНОАКТИВАЦИИ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы механоактивации водно-щелочных суспензий для получения жидких гуминовых удобрений. Показано, что обработка в роторно-импульсном аппарате (0,1 моль/л NaOH) совмещает диспергирование, сдвиг и кавитацию, ускоряя диффузию и извлечение ГК/ФК.