



Рисунок 2 – Зависимость КСВ J-антенны от частоты:
 1 – с синтезированным СУ при попадании снега; 2 – с синтезированным СУ при попадании ветки; 3 – при попадании ветки; 4 – при попадании снега

Исходя из полученных результатов, следует, что синтезированная СЦ обеспечивает уменьшение степени влияния вариаций импеданса нагрузки на уровень передачи мощности J-антенны, вызванного попаданием инородных предметов между излучателем и обвесом, о чем свидетельствует значение $K_{PM} \leq 0,78$ в рабочем диапазоне частот. Таким образом, синтезированная СЦ позволяет значительно улучшить устойчивость J-антенны к изменению импеданса, вызванное внешними факторами.

Литература

1. Быстроразвертываемый сигнализационный комплекс нового поколения «Паук». – URL: <https://www.ruqrz.com/dvuhdiapazonnaya-j-antenna-na-vysokocha/> (дата обращения: 15.04.2025).
2. Дубовик, И. А. Методы синтеза согласующих цепей для широкополосных радиотехнических устройств с нестабильным импедансом нагрузки / И. А. Дубовик, П. В. Бойкачев, В. О. Исаев, А. А. Дмитренко // Доклады БГУИР. – 2021. – Т. 19, № 1. – С. 61–69.
3. Дубовик, И. А. Комплексный критерий синтеза широкополосных согласующих устройств на основе инварианта чувствительности / И. А. Дубовик, П. В. Бойкачев, В. О. Исаев // Информационные радиосистемы и радиотехнологии 2020 : материалы Республиканской научно-практической конференции, Минск, 28–29 октября 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богущ [и др.]. – Минск, 2020. – С. 41–44.

УДК 004.056:004.932:004.934

МЕТОДЫ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО ВСТРАИВАНИЯ ДАННЫХ В УЧАСТКИ ТИШИНЫ И СТАБИЛЬНЫЕ КАДРЫ ВИДЕОКОНТЕЙНЕРОВ

Н. В. Попеня

Белорусский государственный технологический университет,
 г. Минск, Республика Беларусь

В докладе рассматриваются методы видеостеганографии, использующие сегменты с низкой информационной плотностью для встраивания данных: участки тишины в аудиодорожках и квазистатические (стабильные) видеокдры. Анализируются

подходы, такие как модификация младших значащих битов (LSB) и манипуляции параметрами сжатия видео- и аудиокодеков. Оцениваются их ключевые характеристики: потенциальная емкость и незаметность встраивания. Подчеркивается основная проблема данных методов – крайне низкая робастность к стандартным операциям обработки видео, таким как сжатие с потерями и перекодирование. Отмечается их уязвимость к современным методам стегоанализа, что существенно ограничивает практическое применение.

В докладе анализируются методы видеостеганографии, использующие сегменты с низкой информационной плотностью: аудиальную тишину и квазистатические видеокадры. Обсуждаются различные техники встраивания и оцениваются их ключевые характеристики: емкость, незаметность, низкая робастность к трансформациям и уязвимость к современному стегоанализу.

Цифровая стеганография разрабатывает методы скрытой коммуникации путем встраивания информации в цифровые носители так, чтобы сам факт наличия скрытого канала оставался незамеченным, в отличие от криптографии, защищающей содержание [1]. Видеопоследовательности являются привлекательной средой для стеганографии из-за большого объема, внутренней избыточности и сложной структуры [2]. Цифровой видеофайл (например, MP4) объединяет видео- и аудиопотоки, сжатые кодеками типа H.265/HEVC или AV1 для видео [3] и AAC или Opus для аудио. Структура сжатых потоков, включая параметры кодирования, предоставляет точки для встраивания данных [4].

Аудиодорожки содержат периоды тишины или очень низкого сигнала. Их пониженная перцепционная значимость, согласно психоакустическим моделям [5], позволяет вносить малые модификации. Классическим методом является модификация младших значащих битов (LSB) отсчетов аудиосигнала, включая вариации LSB matching или адаптивное встраивание для минимизации статистических артефактов [1]. Также существуют подходы на основе фазового кодирования или добавления слабого шумоподобного сигнала [8]. Критическим недостатком методов, эксплуатирующих тишину, является крайне низкая робастность. Сжатие с потерями целенаправленно удаляет или грубо квантует информацию в незначимых (часто тихих) областях, разрушая встроенные данные. Даже фильтрация или нормализация могут повредить хрупкие LSB-данные. Стеганализ таких встраиваний ищет статистические аномалии: анализирует распределение LSB, гистограммы амплитуд или спектральные характеристики фонового шума [6].

Временная избыточность видеопотоков порождает сцены, где изменения между кадрами минимальны. Эта предсказуемость создает возможности для встраивания, предполагая, что малые изменения будут менее заметны [2]. Простейший подход – LSB-модификация пикселей в пространственной области, но он легко обнаруживается и не робастен [1]. Более перспективны методы, работающие в области сжатия и использующие структуру кодеков H.264/AVC, H.265/HEVC [3]. Стеганография может модифицировать квантованные коэффициенты преобразования, незначительно изменять околонулевые векторы движения [4] или манипулировать параметрами кодирования [2, 7]. Главный недостаток этих методов – чрезвычайная хрупкость. Операция перекодирования видео, даже с небольшим изменением битрейта, приводит к пересчету всех параметров сжатия, уничтожая встроенные данные [7].

Таким образом, комбинированное использование сегментов тишины и стабильных кадров теоретически увеличивает емкость и усложняет обнаружение. Несмотря на потенциал для скрытого встраивания данных в контролируемых условиях, практическое применение этих техник сильно ограничено их фундаментальной уязвимостью к операциям сжатия с потерями и перекодирования, которые являются неотъемлемой частью жизненного цикла цифрового видео.

Литература

1. Fridrich, J. Steganography in Digital Media: Principles, Algorithms, and Applications / J. Fridrich. – Cambridge : Cambridge University Press, 2009. – 451 p.
2. Kaur, P. Video Steganography: A Comprehensive Review / P. Kaur, A. Verma // Archives of Computational Methods in Engineering. – 2021. – Vol. 28, № 5. – P. 3467–3495.
3. Sullivan, G. J. Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard / G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, W.-J. Han, T. Wiegand // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. – 2012. – Vol. 22, № 12. – P. 1649–1668.
4. Aly, H. A. Data Hiding in Motion Vectors of Compressed Video Based on Their Associated Prediction Error / H. A. Aly // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – 2011. – Vol. 6, № 1. – P. 14–18.
5. Zwicker, E. Psychoacoustics: Facts and Models / E. Zwicker, H. Fastl. – 3rd ed. – Berlin, Heidelberg : Springer Science & Business Media, 2007. – 463 p.
6. Goljan, M. Rich Models for Steganalysis of Digital Images / M. Goljan, J. Fridrich, R. Cogranne // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – 2012. – Vol. 7, № 3. – P. 854–867.
7. Cao, Y. Robust Video Steganography against Transcoding Based on Motion Vector Locking / Y. Cao, X. Zhao, B. Feng, T. Gao // IEEE Access. – 2018. – Vol. 6. – P. 69967–69978.

УДК 621.7

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРНЫХ ТОРЦОВЫХ ФРЕЗ С БАЛАНСИРОВОЧНЫМ МЕХАНИЗМОМ

С. А. Портянко

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Полоцк, Республика Беларусь

Представлены результаты исследований в области проектирования сборных торцовых фрез и балансировочных механизмов. Разработана принципиально новая конструкция сборной блочно-модульной торцовой фрезы (БМТФ) с интегрированной системой динамической балансировки, обеспечивающей автоматическую компенсацию дисбаланса, снижение уровня вибраций, увеличение срока службы режущего инструмента. Применение программных продуктов SolidWorks и Компас-3D позволило спроектировать режущий инструмент с балансировочным механизмом и произвести компьютерное моделирование.

В современных условиях интенсификации машиностроительного производства особое значение приобретает повышение производительности механической обработки поверхностей деталей в процессе фрезерования. Сборные торцовые фрезы, составляющие более 60 % всего ассортимента фрезерного инструмента в производстве, обладают рядом существенных недостатков: выраженный дисбаланс при скорости резания свыше 10 000 об/мин, нарушение обтекаемости корпуса (вызывающие вихревые потоки), низкая ремонтпригодность отдельных элементов, а также трудоемкость технического обслуживания и переналадки оборудования.

Для устранения вышеперечисленных недостатков была разработана новая усовершенствованная конструкция сборной БМТФ с системой динамической балансировки, обеспечивающая повышение точности механической обработки поверхностей деталей, увеличение стойкости и уменьшения массы режущего инструмента. Для проектирования и компьютерного моделирования конструкции сборной БМТФ использовался комплекс CAD/CAE-систем SolidWorks и Компас-3D.