

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРОГРАММ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ РЕЧЕВЫХ СООБЩЕНИЙ В ПРЕОБРАЗОВАННОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Алефиренко Виктор Михайлович,  
Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь*

*E-mail: alefirenko@bsuir.by*

*Асиненко Алексей Михайлович,  
Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь*

*E-mail: asinenko2016@mail.ru*

*Ефремова Александра Юрьевна,  
Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь*

*E-mail: al617e13@gmail.com*

**Аннотация.** Приведены результаты преобразования графической информации в аудиофайл, представленный при помощи использования спектрограмм. Показаны различия исходного аудиофайла и аудиофайла со скрытым сообщением, а также различия между соответствующими им графическими изображениями.

**Ключевые слова:** спектрограмма, речевые сообщения, графическая информация, аудиофайлы, защита информации, скрытие информации.

В настоящее время требуется разработка новых специальных программно-аппаратных технических средств защиты речевой информации, основная цель которых – это достижение значительной экономии временных и материальных ресурсов, затрачиваемых на разработку традиционных средств специальной техники. Также возможно увеличение срока использования такого вида новой техники за счет обновления программных и аппаратных компонентов. Отставание на сегодняшний день наблюдается в методах качественной конвертации преобразованной графической информации в исходное изображение [1].

Для осуществления процессов аудио преобразований, посредством цифровой обработки графической информации и изображений динамических

спектрограмм, желательно выбрать модель аналитического представления звукового сигнала, с которой в дальнейшем удобно работать [2]. Необходимые для расчета параметров (амплитуд и фаз) следов фонообъектов данные могут содержаться в динамических спектральных развертках речевого сигнала – амплитудно-фазовых, частотно-временных описаниях мгновенных спектров речи с заданным шагом наблюдения (анализа) по времени и по частоте, – и, прежде всего, в изображениях узкополосных амплитудных сонограмм. Примером такой технологии можно назвать кратковременный Фурье анализ-синтез звуковых сигналов, часто используемый в цифровых системах речепреобразования [3].

Для преобразования аудиофайлов используются различные программные средства, например, такие как *Sonic Visualiser*, *Oscenaudio*, *АудиоМАСТЕР*, *SoundArt* и др. В нашем исследовании использовались программные средства *Oscenaudio* (для преобразования аудиофайлов) и *SoundArt* (для преобразования графической информации).

На основании вышесказанного проведем исследование: возьмем изображение (рисунок 1), преобразуем его в аудиофайл, спектрограмма которого представлена на рисунке 2, и обратно конвертируем в изображение (рисунок 3).



Рис. 1 Исходное изображение

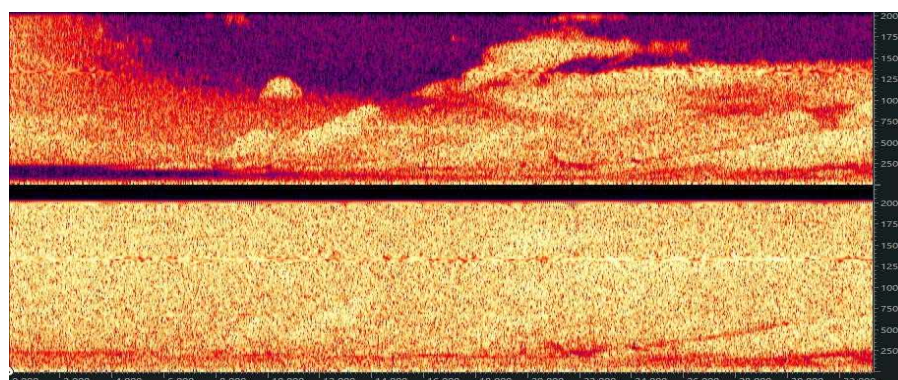


Рис. 2 Спектрограмма исходного изображения

## SCIENCE TIME



Рис. 3 Преобразованный аудиофайл

Как можно заметить, наблюдается потеря качества изображения, что может быть связано с выбранным программным средством. Однако, наша задача состоит в том, чтобы посмотреть, как влияет добавление скрытого сообщения на качество изображения.

Возьмем аудиофайл, спектрограмма которого представлена на рисунке 4, добавим его в аудиофайл исходного изображения (рисунок 5) и получим изображение, представленное на рисунке 6.

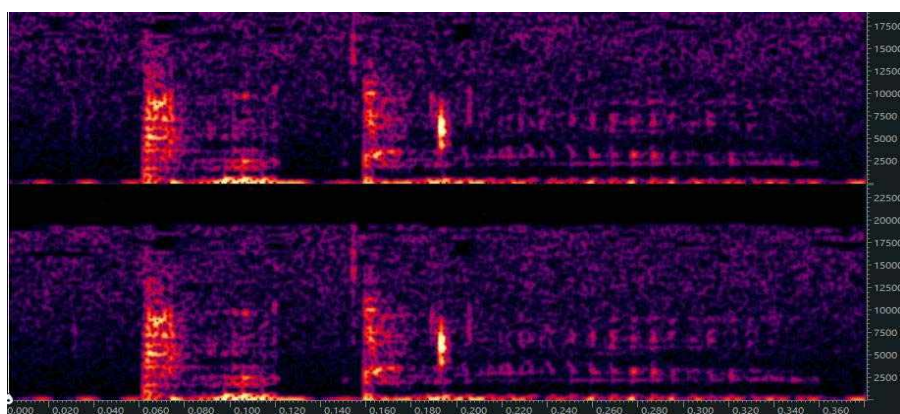


Рис. 4 Спектрограмма скрытого аудиофайла

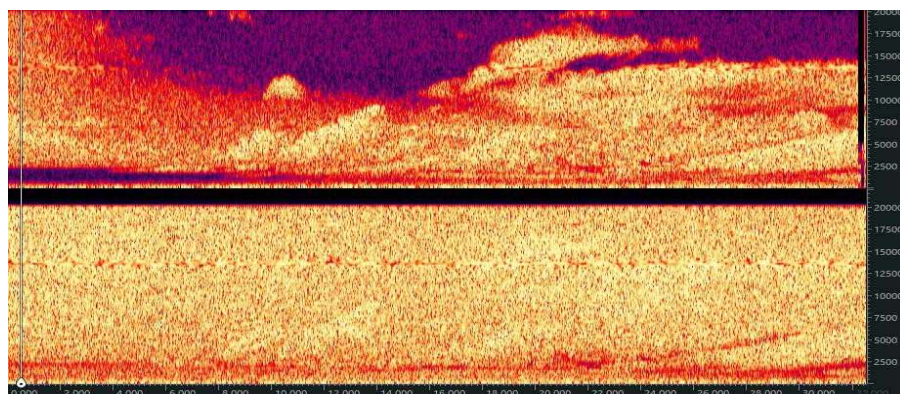


Рис. 5 Спектрограмма исходного изображения с внедренным скрытым сообщением



Рис. 6 Изображение с внедренным скрытым сообщением

В результате можно увидеть, что на спектрограмме рисунка 5 отчетливо виден след от модификации исходного аудиофайла в виде черной вертикальной полосы на фиолетово-оранжевом фоне в крайней верхней правой части спектрограммы модифицированного изображения, а при детальном рассмотрении изображений на рисунках 3 и 6 эти различия практически не обнаруживаются, хотя при тщательном рассмотрении рисунка 6 можно заметить на том же месте такой же след несколько другого оттенка, мало отличающегося от цвета фона.

Полученные данные свидетельствуют о том, что, если рассматривать картинку в целом, то зрительно обнаружить изменения в преобразованной графической информации практически невозможно. А незначительные локальные изменения могут быть объяснены как следствие помех, вносимых тем или иным используемым программным средством. Однако использование спектрограмм и специализированных программных средств анализа позволяет решить данную проблему.

Также следует учесть, что в современных системах безопасности речевой связи основными требованиями к компьютерным технологиям цифровой обработки сигналов и изображений являются быстрота и эффективность выполнения различных процедур обработки речевого сигнала. При этом в меньшей мере учитываются такие факторы как безопасность речевых файлов и верификация речевых сообщений [3].

### Литература:

1. Асиненко А.М. Использование спектрограмм для защиты речевой информации / Асиненко А.М. // Электронные системы и технологии: сборник материалов 60-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 22-26 апреля 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2024. – С. 46-48.
2. Цифровая обработка изображений динамических спектрограмм аудио сигналов в задачах безопасности речевой связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=496&lvl=04.03>.
3. Naykin, S. Adaptive Filter Theory. – 4-th edition. – Prentice Hall, 2002.