

ДОДАТОК А
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОПОДАВЛЕННЯ
У РЕДАКТОРАХ ЗВУКУ

Таблиця А.1 – Зведена таблиця результатів досліджень

Редактор/плагін	Параметри шумоподавлювача	Опис результату	Аудиофайл, спектрограма
Зашумлений запис		Промова на фоні гулу та шипіння	S+N.wav Рис.А.1
Audacity		Спотворення: -з'явився гул на НЧ і клацання в районі 1,7 с, -велика кількість "музичного шуму" (локальні сплески енергії на спектрограмі).	Audacity.wav Рис.А.2
Multiband NoiseGate NX3	0–700 Hz, 0,7–3,2 kHz, >3,2 kHz threshold -20 dB, attack 3 ms, release 100 ms	Спотворення: - Відкриття широкосмугових гейтів для слабких звуків, - Приглушення тембру.	MultibandGate.wav Рис.А.3
Sony (Sonic Foundry) Noise Reduction 2.0	mode 2, reduction = 25 dB	Неповне подавлення гулу.	Sony.wav Рис.А.4
Sonic NoNoise 7.3	sharpness = 2.0	Неповне подавлення гулу, приглушення тембру.	Nonoise.wav Рис.А.5
BIAS SoundSoap	–	Слабке подавлення гулу.	SoundSoap.wav Рис.А.6
BIAS SoundSoap Pro 2	snapshot mode	"Музичний шум", неповне подавлення гулу, шумове ехо.	SoundSoap_2.wav Рис.А.7
BIAS SoundSoap Pro 2	adaptive mode	Невелике подавлення тембру, в цілому – добрий результат	SoundSoap_2A.wav Рис.А.8
Magix Audio Cleaning Lab		Слабке подавлення гулу.	Magix.wav Рис.А.9
Sonnox Restore	reduction = 15 dB	Слабке подавлення гулу. Спотворення - клацання навколо свистячих звуків.	Sonnox.wav Рис.А.10
Adobe Audition 1.5, 2.0	reduction = 15 dB, spectral decay = 10%	Невеликий гул, ехо після промови, загалом – гарний результат.	Audition.wav Рис.А.11
iZotope RX	algo. C, подавлення 15 dB	Гарне подавлення шуму та шуму. Мінімум спотворень у сфері сплесків	iZotope_RX.wav Рис.А.12

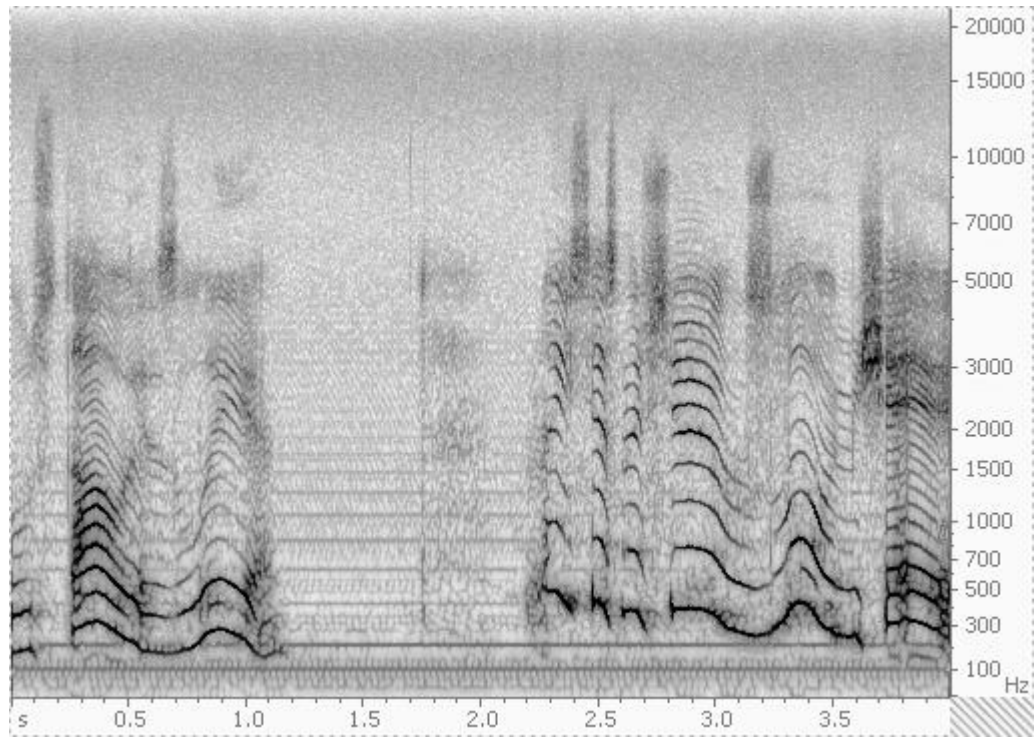


Рисунок А.1 – Спектрограма вхідного зашумленого запису

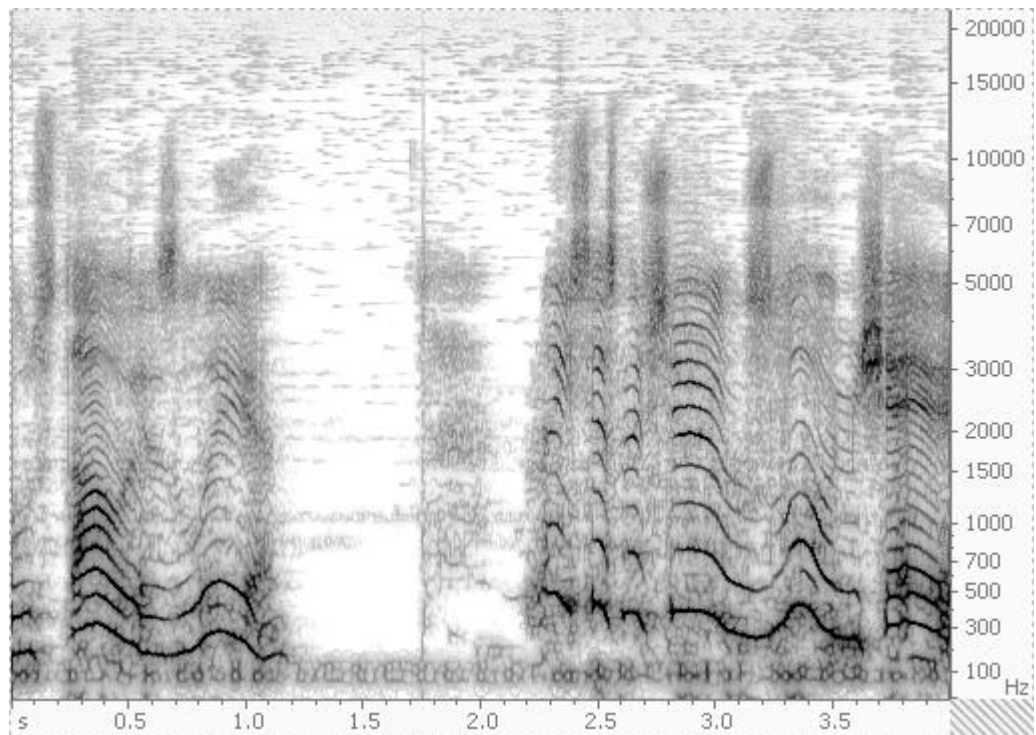


Рисунок А.2 – Спектрограма запису, обробленого в програмі Audacity

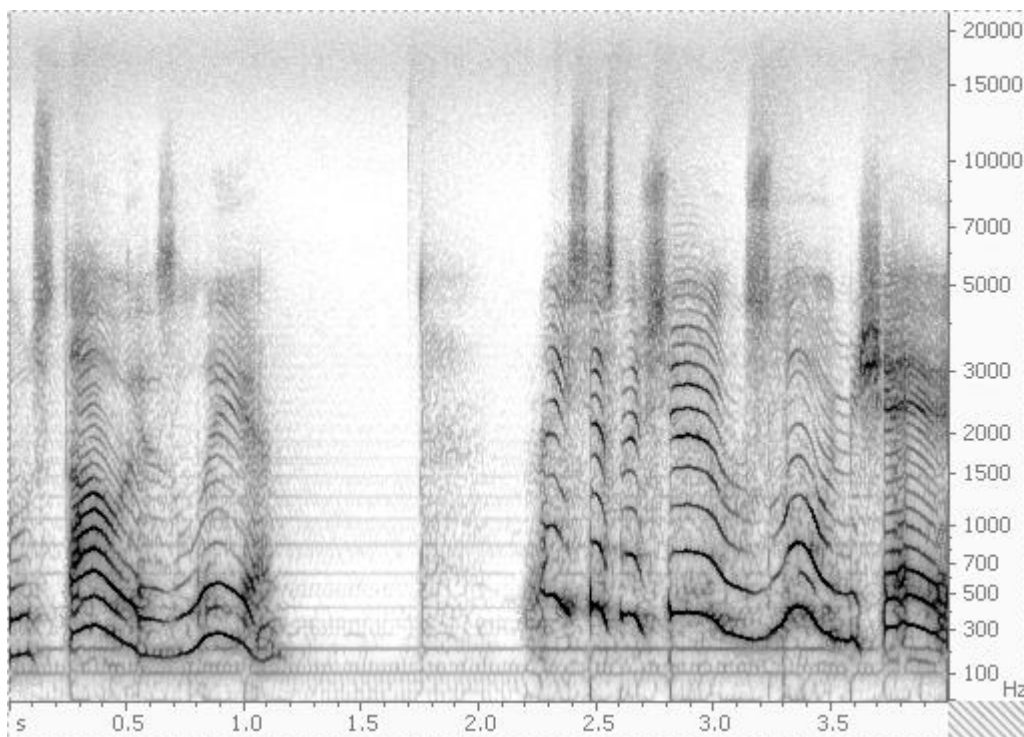


Рисунок А.3 – Спектрограма запису, обробленого в програмі Multiband NoiseGate NX3

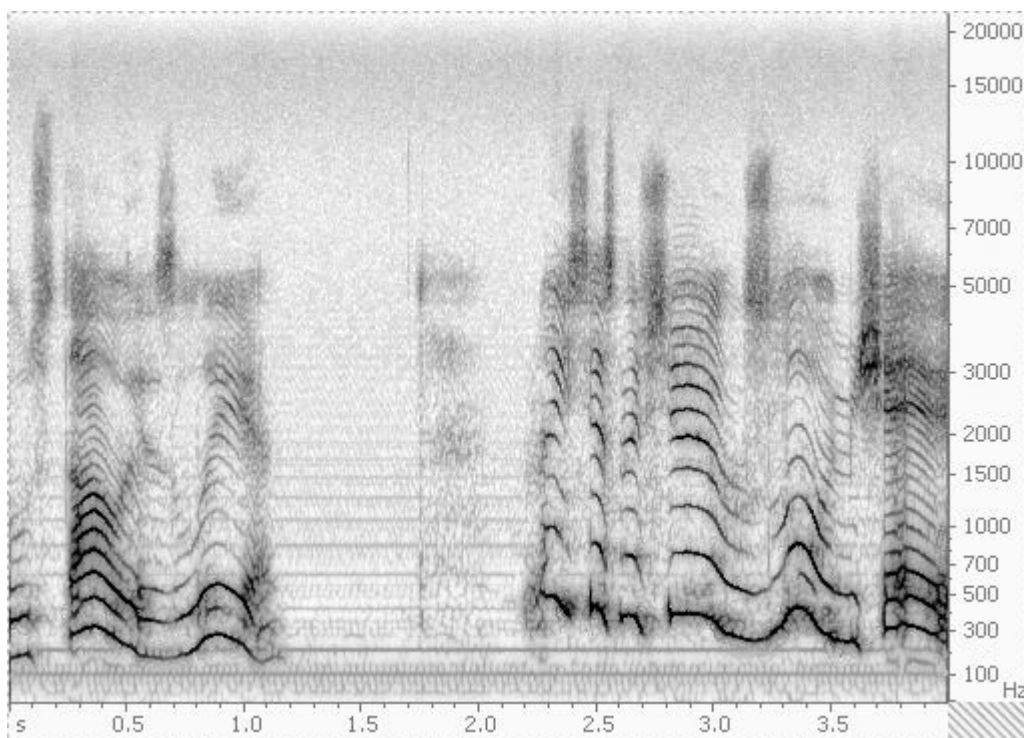


Рисунок А.4 – Спектрограма запису, обробленого в програмі Sony (Sonic Foundry) Noise Reduction 2.0

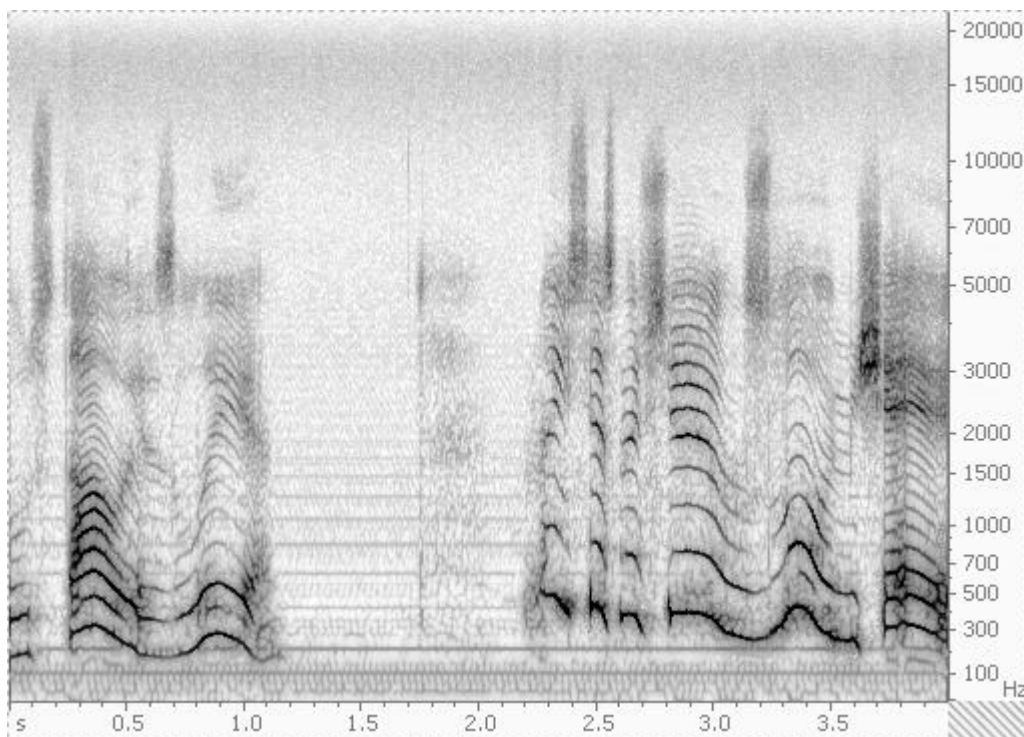


Рисунок А.5 – Спектрограма запису, обробленого в програмі Sonic NoNoise 7.3

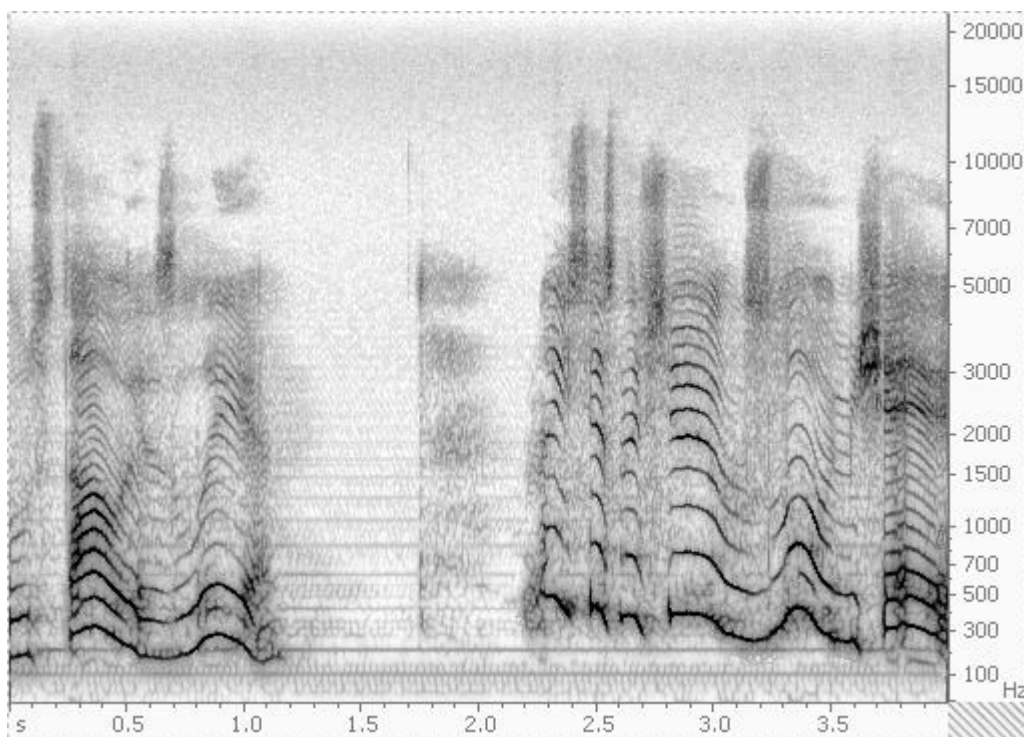


Рисунок А.6 – Спектрограма запису, обробленого в програмі BIAS SoundSoap

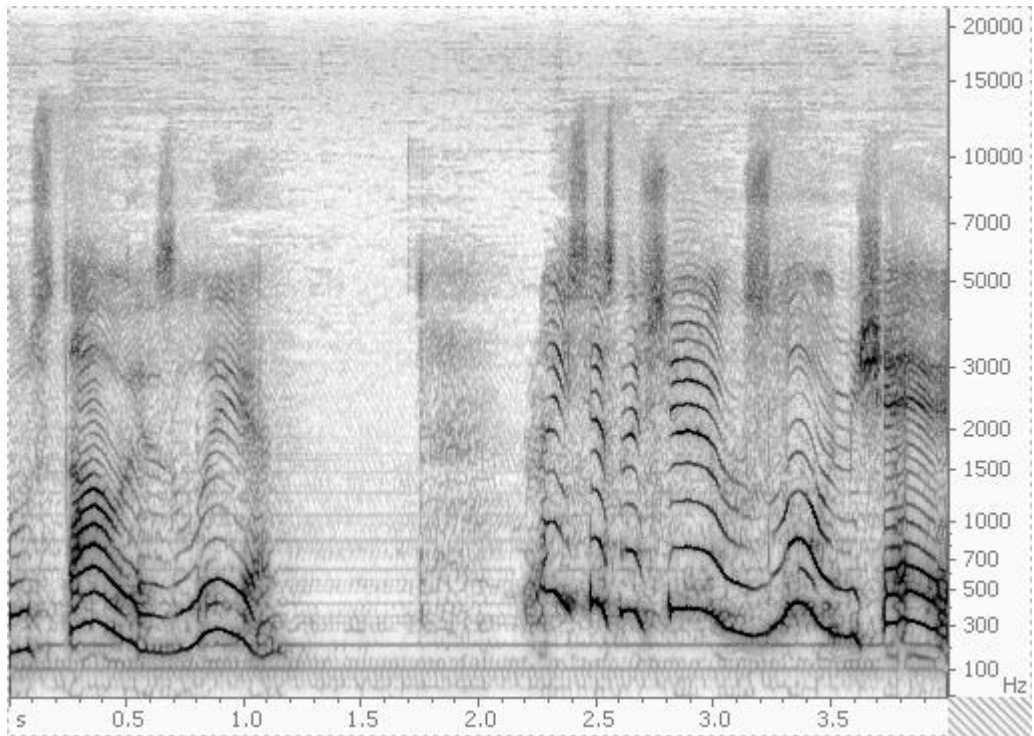


Рисунок А.7 – Спектрограма запису, обробленого в програмі BIAS SoundSoap Pro 2 (snapshot mode)

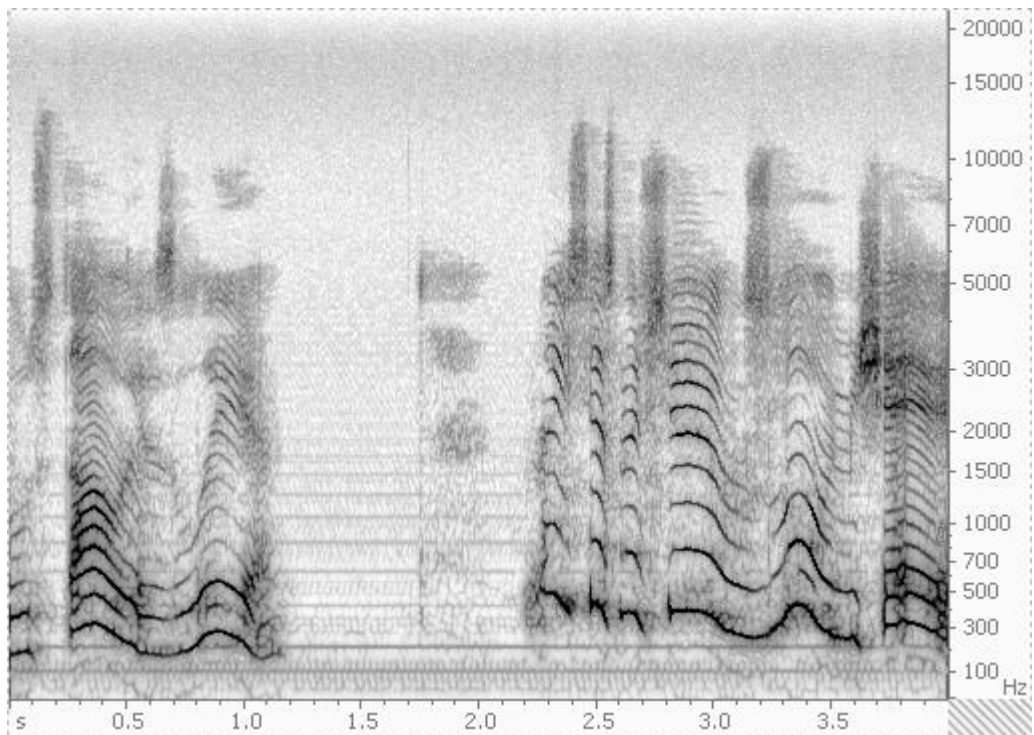


Рисунок А.8 – Спектрограма запису, обробленого в програмі BIAS SoundSoap Pro 2 (adaptive mode)

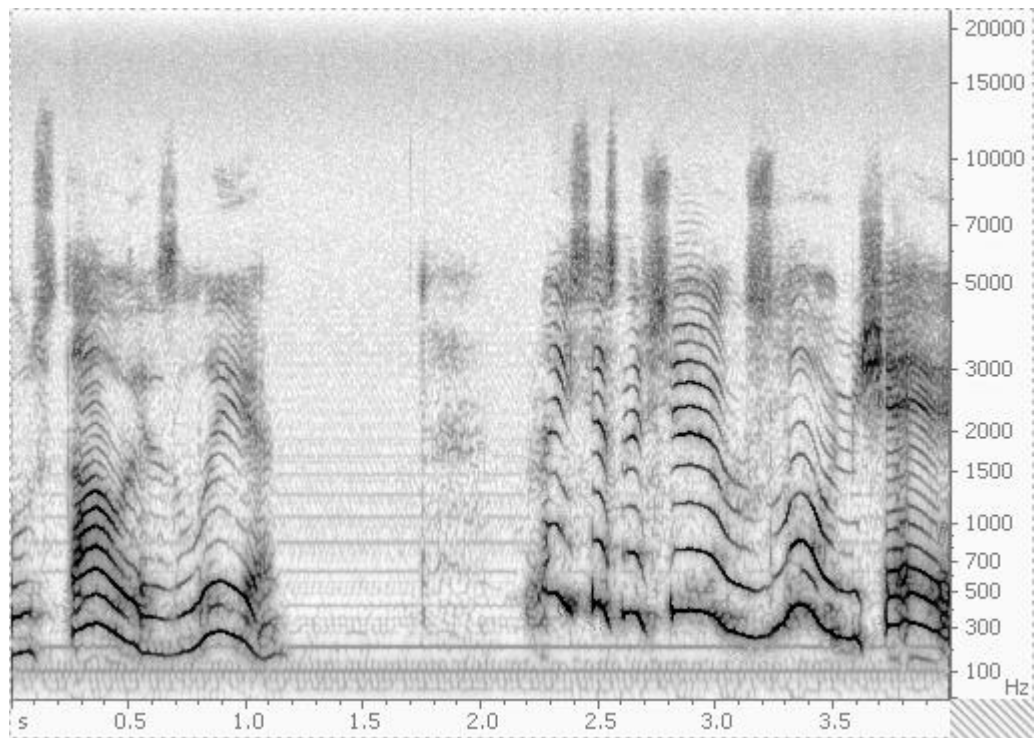


Рисунок А.9 – Спектрограма запису, обробленого в програмі
Magix Audio Cleaning Lab

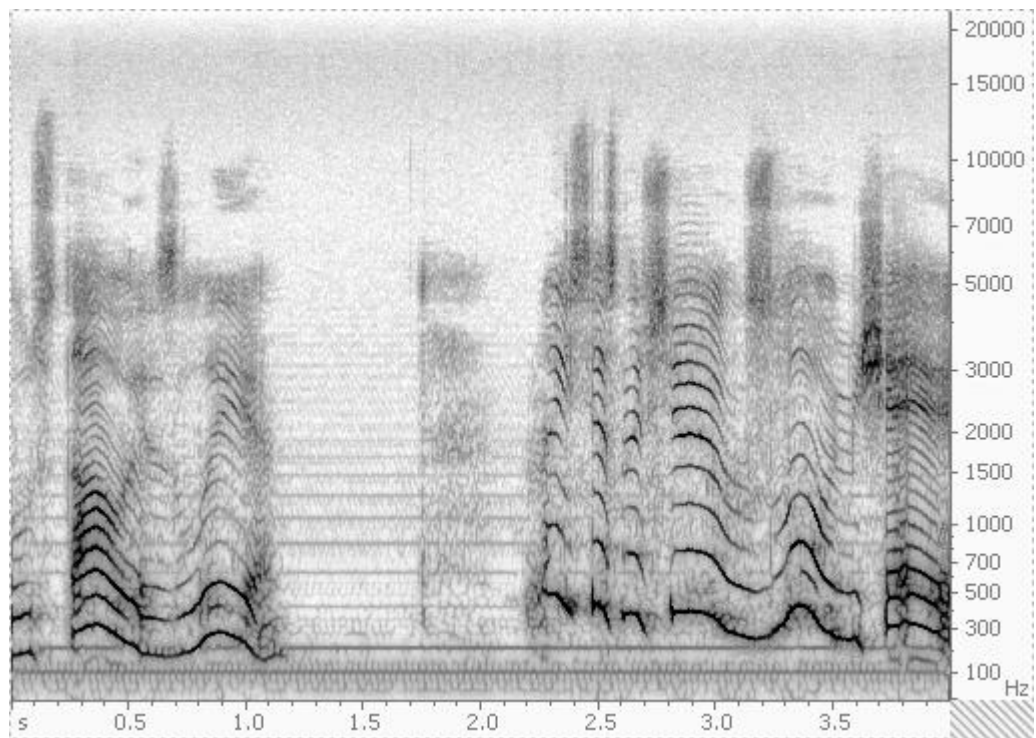


Рисунок А.10 – Спектрограма запису, обробленого в програмі
Sonnox Restore

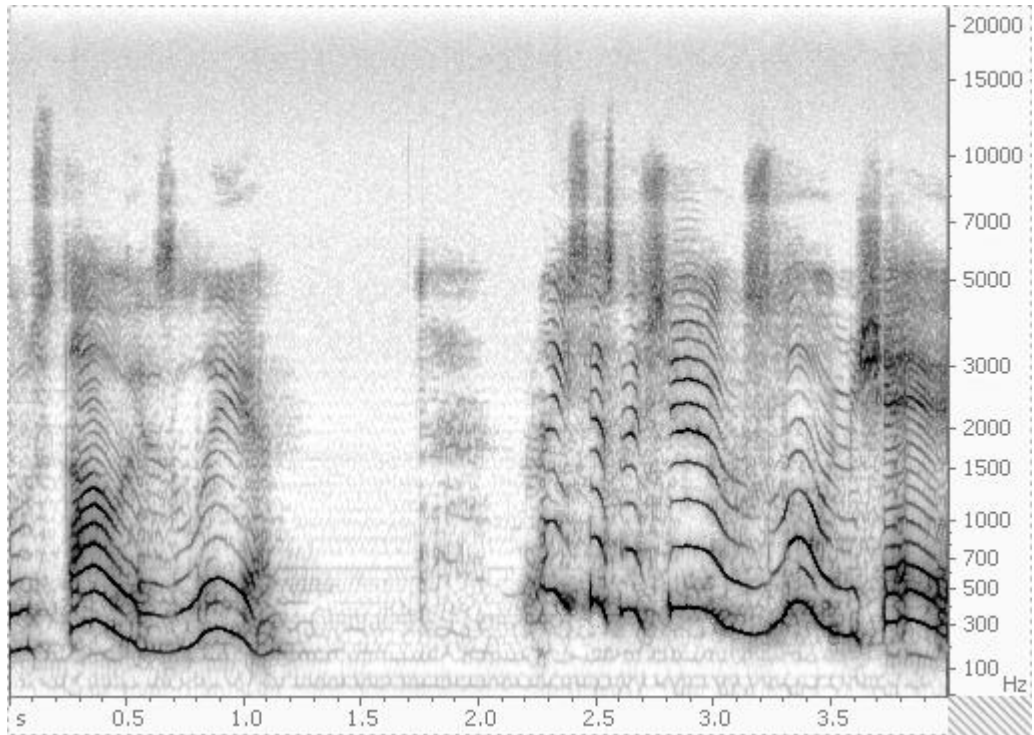


Рисунок А.11 – Спектрограма запису, обробленого в програмі Adobe Audition 1.5

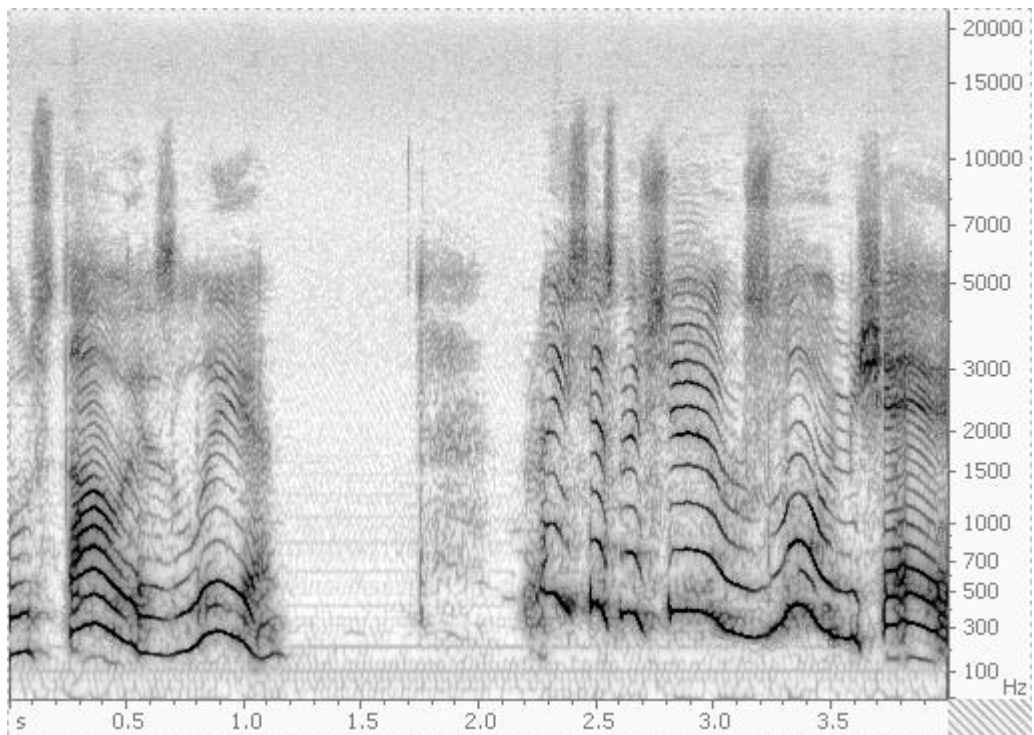
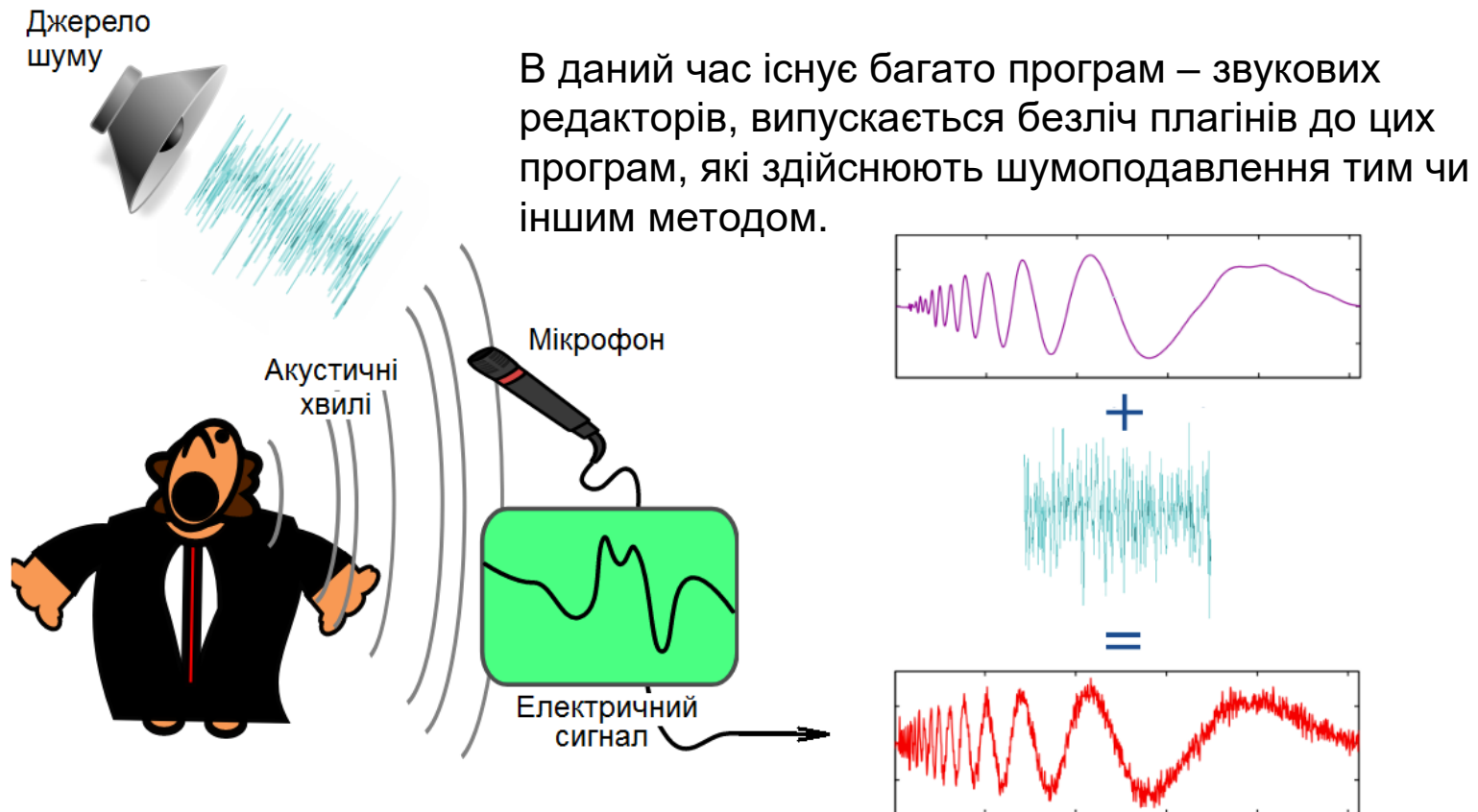


Рисунок А.12 – Спектрограма запису, обробленого в програмі iZotope RX

ДОДАТОК Б
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Проблемна ситуація



Опис для цих плагінів та програм носить в основному рекламний характер і не розкриває всіх подробиць алгоритму та детальних результатів обробки.

Рисунок Б.1 – Проблемна ситуація

Постановка задачі

У кваліфікаційній роботі виконано прикладні дослідження більше десятиох популярних шумоподавлювачів на тестових фонограмах та проведено детальний порівняльний аналіз результатів обробки.

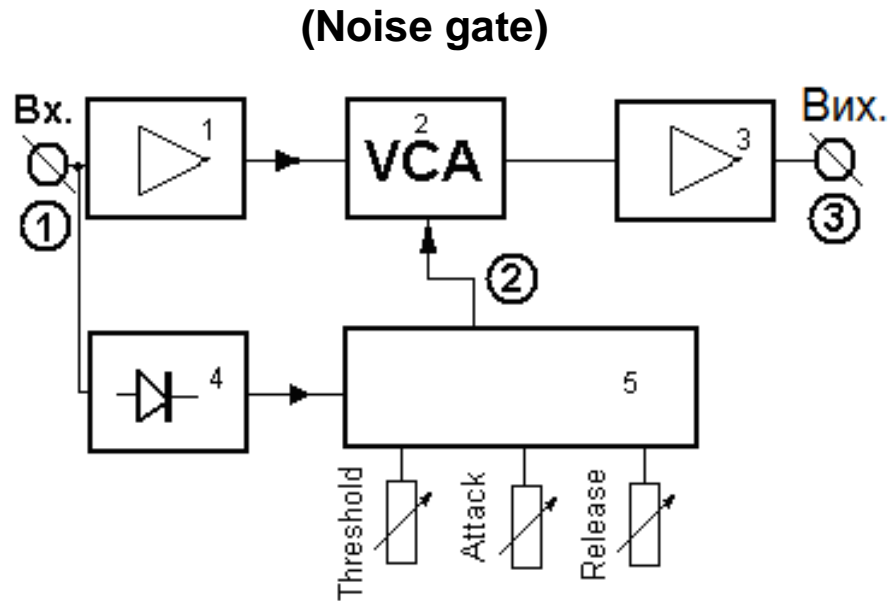
Розглядаються адитивні стаціонарні шуми. Тобто, потужність та спектр шуму не змінюються в часі. Це шум магнітної стрічки, шум наведень електромережі, шипіння мікрофонного підсилювача, шум вентиляції в студії.

Об'єкт дослідження – процес подавлення широкосмугового шуму у звукових сигналах.

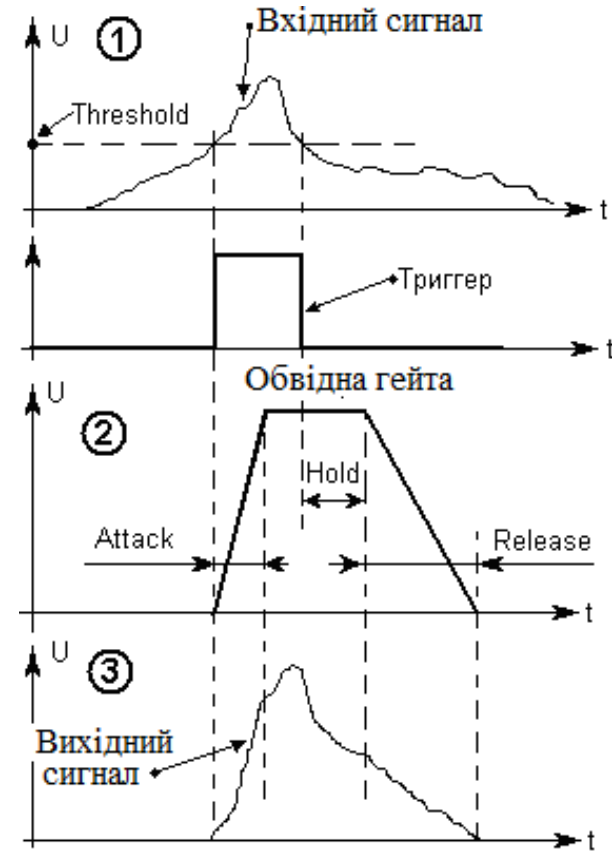
Мета дослідження – визначення числових і якісних характеристик різних алгоритмів шумоподавлення.

Рисунок Б.2 – Постановка задачі

Пороговий шумодавлювач



Структурна схема порогового шумодавлювача
(1,3 – підсилювач, 2 – керований підсилювач, 4 – детектор рівня, 5 – пристрій управління)

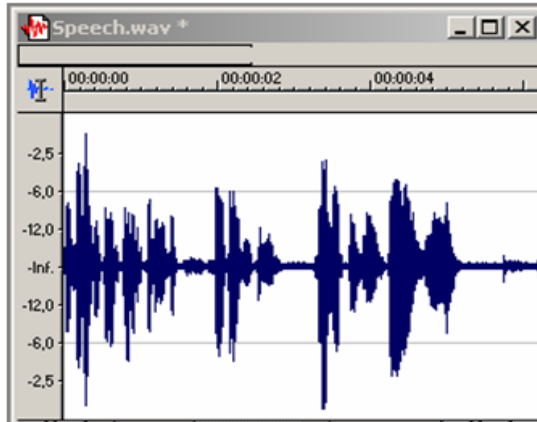


Осцилограми у схемі порогового шумодавлювача

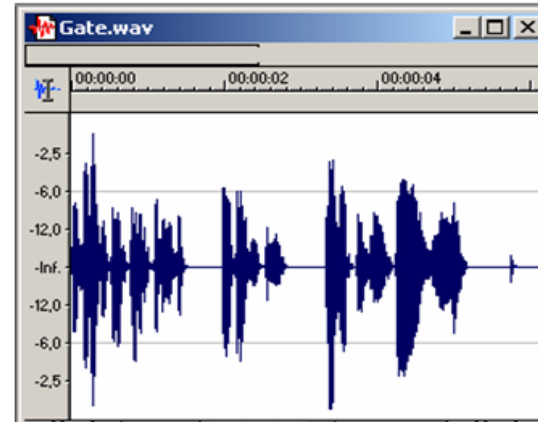
Рисунок Б.3 – Пороговий шумодавлювач

Дослідження порогового шумоподавлювача

Вхідна фонограма: Speech. wav
запис мови на фоні шуму.



Вихідна фонограма: Gate. wav



Параметри обробки: поріг -20 дБ, час атаки 3 мс, час відновлення 100 мс.

Результати обробки:

- Noise gate повністю подавляє шум у паузах.

Недоліки:

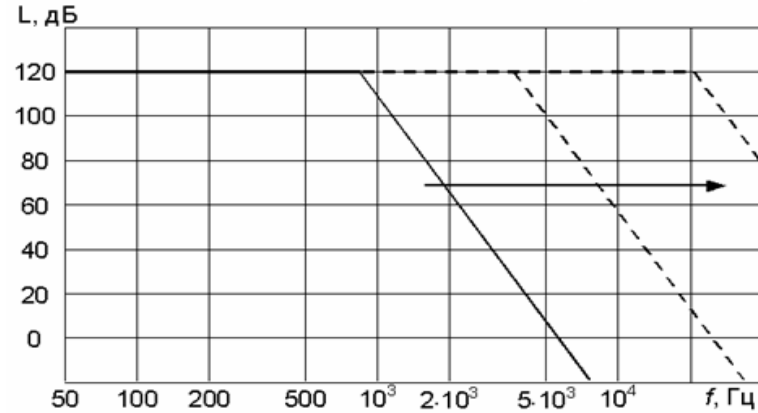
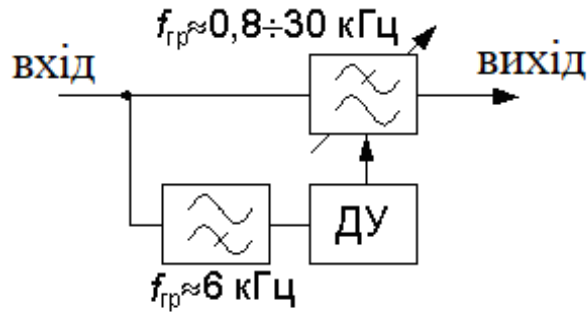
- Ефект модуляції шуму сигналами низької амплітуди;
- подавлення корисних сигналів низької амплітуди.
- гейт подавив шум лише у паузах, а під час звучання програми його дії немає.

Недоліки особливо виявляються при малому відношенні сигнал/шум.

Рисунок Б.4 – Дослідження порогового шумоподавлювача

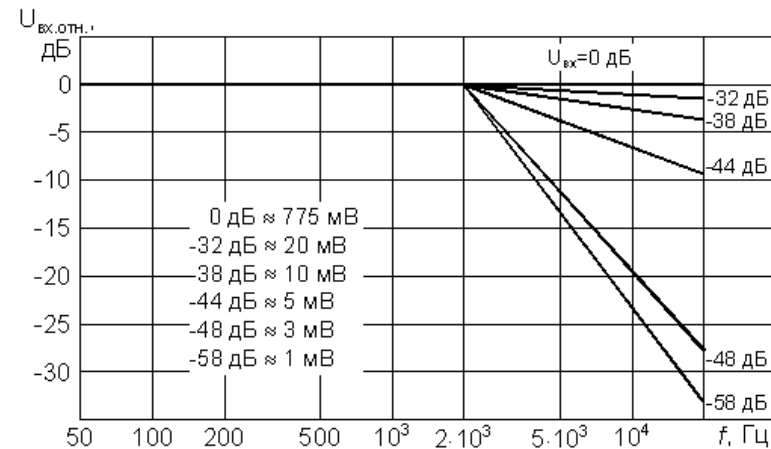
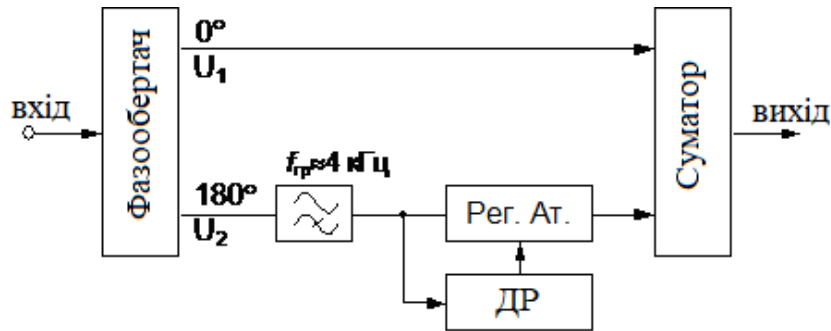
Динамічний шумоподавлювач

(DNR – Dynamic Noise Reduction)



АЧХ ФНЧ з керованою частотою зрізу

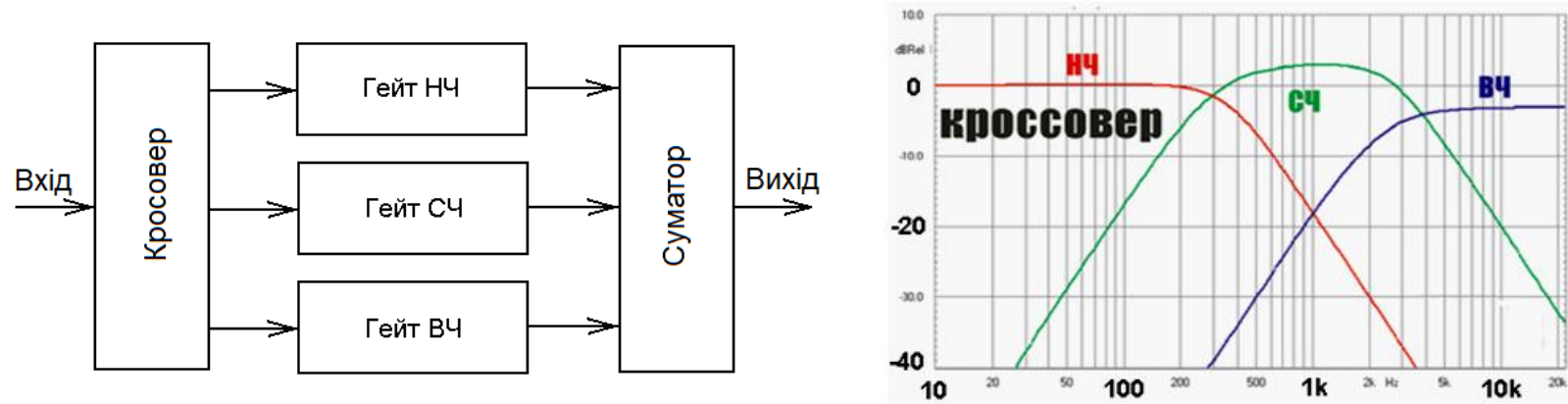
(Dynamic Noise Limiter – DNL)



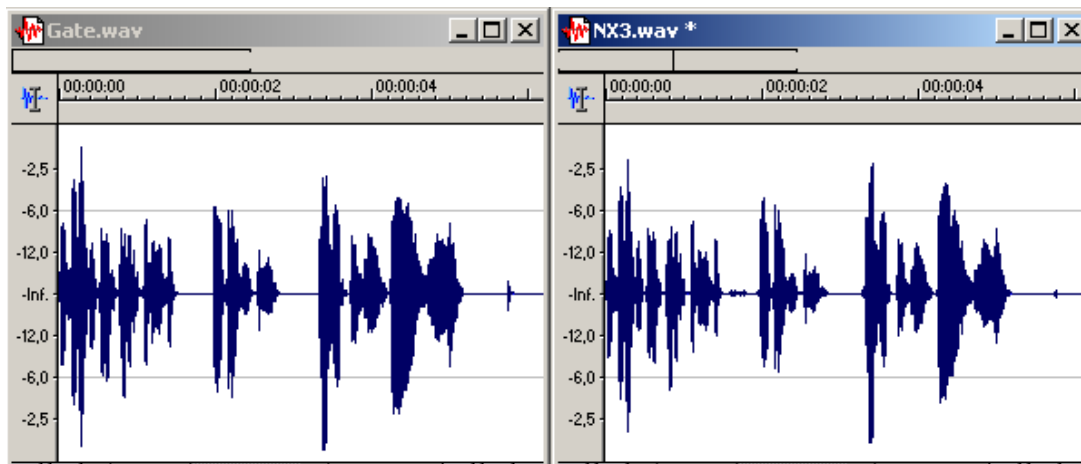
АЧХ динамічного обмежувача шуму

Рисунок Б.5 – Динамічний шумоподавлювач

Багатосмуговий гейт



Дослідження трисмугового гейту Multiband NoiseGate NX3



Параметри обробки:

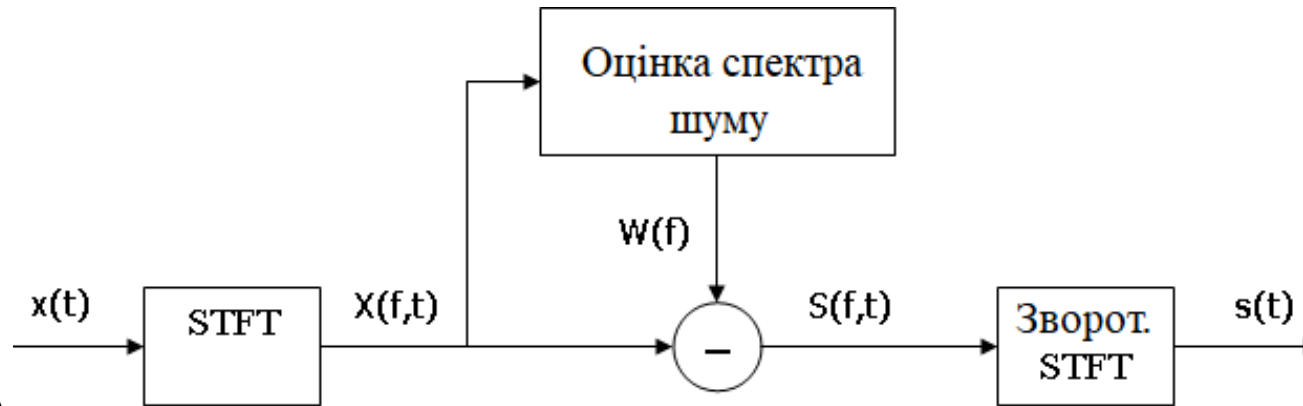
Межі частотних смуг:
0-700 Гц, 0,7-3,2 кГц,
> 3,2 кГц.

Поріг -20 дБ,
час атаки 3 мс,
час відновлення 100 мс.

Основні недоліки роботи трисмугового гейту пов'язані з малим числом смуг.

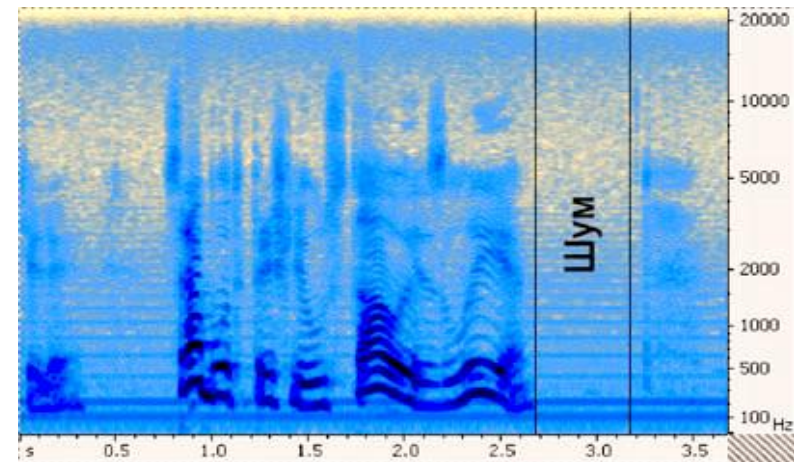
Рисунок Б.6 – Багатосмуговий гейт

Метод спектрального віднімання



Алгоритм складається з таких етапів:

- розкладання сигналу за допомогою короточасного перетворення Фур'є (STFT) або іншого перетворення, що компактно локалізує енергію сигналу;
- оцінка діапазону шуму;
- "віднімання" амплітудного спектра шуму з амплітудного спектра сигналу;
- зворотне перетворення STFT – синтез результуючого сигналу.

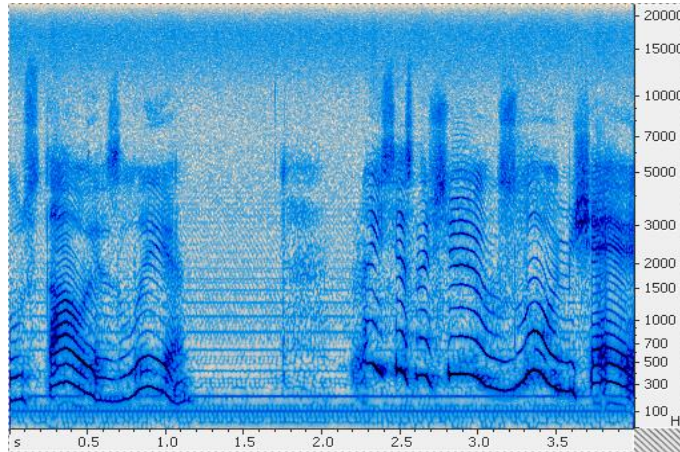


Спектрограма зашумленого запису

Рисунок Б.7 – Метод спектрального віднімання

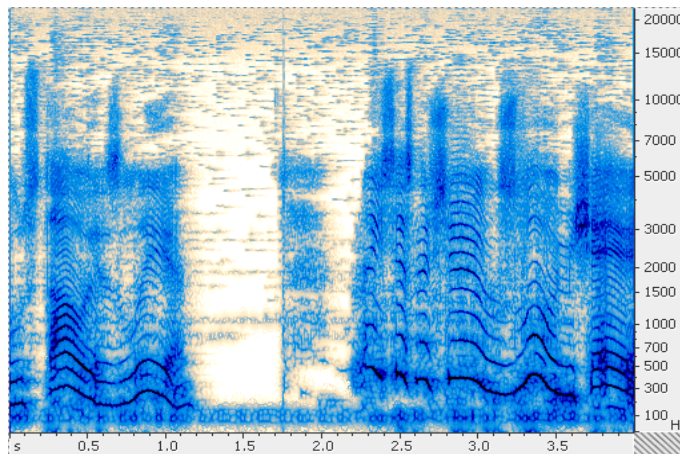
Дослідження спектрального віднімання

Спектрограма зашумленого запису



- горизонтальні лінії – це наведення, що гудуть
- візерунчастий фон – це широкосмуговий шум;
- хвилясті лінії – це гармоніки (обертони) голосу;
- вертикальні світлі області – це шиплячі та свистячі приголосні;
- шумова хмара в районі 2 с – це вдих;
- вертикальні штрихи в районі 1,7 с – це «плямкання», що супроводжує відкривання рота.

Спектрограма обробленого запису



- Загальний рівень шуму запису зменшився, але з'явилися деякі спотворення (артефакти):
- з'явився гул на низьких частотах (горизонтальна хмара внизу спектрограми);
 - з'явилося клацання в районі 1,7 сек., пов'язане з пропусканням та посиленням «плямкання»;
 - з'явилася велика кількість "музичного шуму" - локальних сплесків енергії на спектрограмі.

Рисунок Б.8 – Дослідження спектрального віднімання

Алгоритм мультирозрізнення

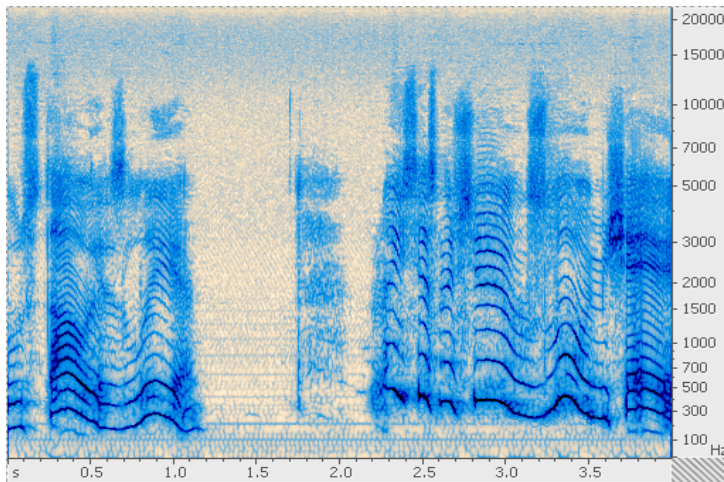
Боротьба з «музичним шумом»

Збільшення кількості смуг дозволяє
+ ефективніше відокремити шумові
смуги від сигналу,
- погіршує часове розрізнення.

Це ускладнює придушення шуму
поблизу різких сплесків енергії
аудіосигналу.

Алгоритм мультирозрізнення
адаптивно змінює смугу
для досягнення найкращої чіткості
спектрограм на кожній її ділянці.
- Високе часового розрізнення поблизу
сплесків.
- Високе частотне розрізнення для
тональних сигналів.

Дослідження мультирозрізнення в iZotope RX



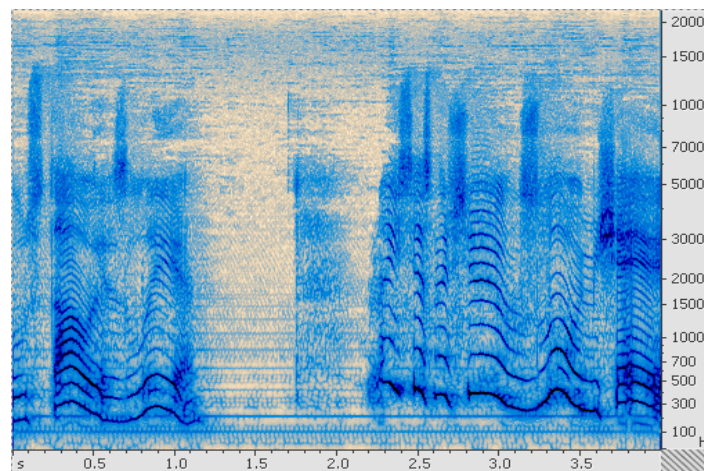
Алгоритм спектрального віднімання з
мультирозрізненням дозволяє отримати
досить хороше подавлення гулу
(більше 15 дБ) і широкосмугового шуму
при мінімальних спотвореннях сигналу в
області сплеску і згасання.

Рисунок Б.9 – Алгоритм мультирозрізнення

Зведена таблиця результатів

Редактор/плагін	Параметри шумоподавлювача	Опис результату	Аудиофайл, спектрограма
Исходная шумная запись		Промова на фоні гулу та шипіння	S+N.wav Рис.А.1
Audacity		Спотворення: -з'явився гул на НЧ і клацання в районі 1,7 с, -велика кількість "музичного шуму" (локальні сплески енергії на спектрограмі).	Audacity.wav Рис.А.2
Multiband NoiseGate NX3	0–700 Hz, 0,7–3,2 kHz, >3,2 kHz threshold -20 dB, attack 3 ms, release 100 ms	Спотворення: - Відкриття широкосмугових гейтів для слабких звуків, - Приглушення тембру.	MultibandGate.wav Рис.А.3
Sony (Sonic Foundry) Noise Reduction 2.0	mode 2, reduction = 25 dB	Неповне подавлення гулу.	Sony.wav Рис.А.4
Sonic NoNoise 7.3	sharpness = 2.0	Неповне подавлення гулу, приглушення тембру.	Nonoise.wav Рис.А.5
BIAS SoundSoap	–	Слабке подавлення гулу.	SoundSoap.wav Рис.А.6
BIAS SoundSoap Pro 2	snapshot mode	"Музичний шум", неповне подавлення гулу, шумове ехо.	SoundSoap_2.wav Рис.А.7
BIAS SoundSoap Pro 2	adaptive mode	Невелике подавлення тембру, в цілому – добрий результат	SoundSoap_2A.wav Рис.А.8
Magix Audio Cleaning Lab		Слабке подавлення гулу.	Magix.wav Рис.А.9
Sonnox Restore	reduction = 15 dB	Слабке подавлення гулу. Спотворення - клацання навколо свистячих звуків.	Sonnox.wav Рис.А.10
Adobe Audition 1.5, 2.0	reduction = 15 dB, spectral decay = 10%	Невеликий гул, ехо після промови, загалом – гарний результат.	Audition.wav Рис.А.11
iZotope RX	algo. C, подавлення 15 dB	Гарне подавлення шуму та шуму. Мінімум спотворень у сфері сплесків	iZotope_RX.wav Рис.А.12

Sound Soap PRO2



Adobe Audition

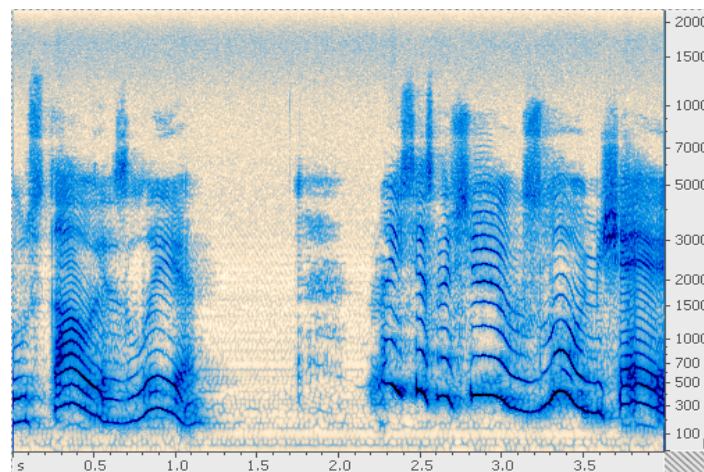


Рисунок Б.10 – Зведена таблиця результатів

Висновки

1. Розглянуто основні види шумів у звукових трактах і їх вплив на якісні показники звукозаписів.
2. Проведено аналіз і дослідження базових методів шумоподавлення.
3. Методом натурального експерименту досліджено багатосмуговий граничний шумоподавлювач із високим спектральним розрізненням.
4. Отримано числові характеристики поліпшення відношення сигнал-шум для різних умов.
5. Проведено аналіз методу спектрального віднімання.
6. Досліджено методи шумоподавлення на основі спектрального вирахування у звукових редакторах.
7. Отримано спектрограми зашумленого та обробленого сигналів, проведено аналіз результатів досліджень.

Рисунок Б.11 – Висновки

