

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО «РГРТУ» имени В.Ф. Уткина

Кафедра «Космические технологии»

## ОТЧЕТ

к лабораторной работе

по курсу "Мультимедийные технологии"

по теме

«Запись и обработка звука»

Выполнил: студент гр. 748

Иванов В.В.

Проверил: доц. каф. КТ.

Наумов Д.А.

Рязань 2020

## **ЗАПИСЬ И ОБРАБОТКА ЗВУКА**

Цель работы:

- изучение аппаратных и программных средств звукозаписи, процесса записи звука в Adobe Audition;
- изучение средств анализа звука;
- изучить средства анализа цифрового звука, получить навыки в анализе звукового сигнала;
- изучение основных средств шумоподавления в Adobe Audition, а также получение практических навыков в применении данных инструментов для улучшения качества звука;
- изучение инструментов редактирования звука;
- изучение фильтров, эквалайзеров – инструментов для выполнения частотной коррекции тембра звука;
- изучение инструментов динамической обработки и их применения для цифровой обработки звука.

## **ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

### **1 ЗАПИСЬ ЗВУКА**

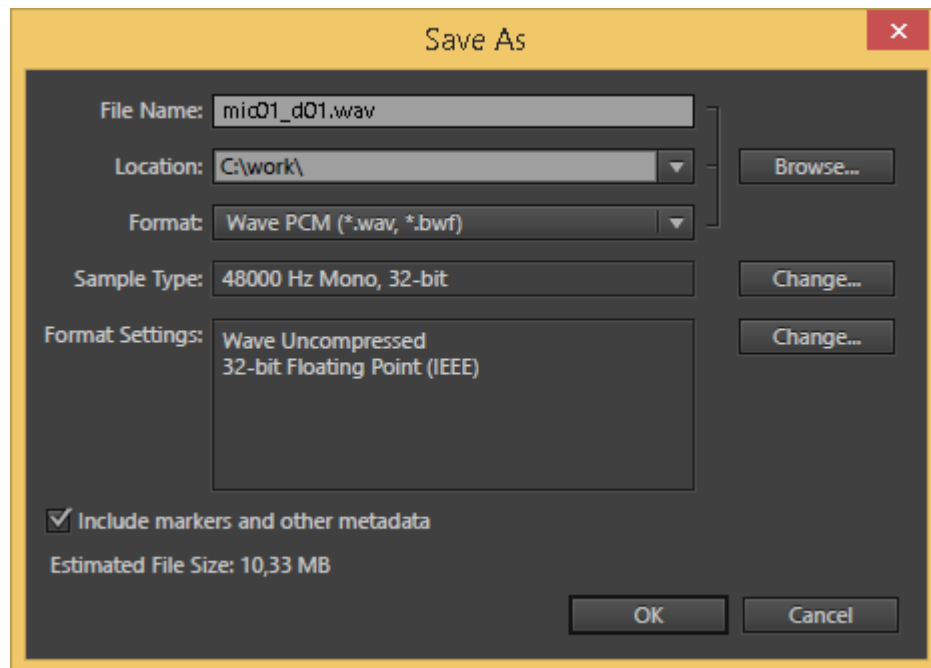
Для выполнения работы по теме "Запись и обработка звука" было выбрано стихотворение В.В. Маяковского "Американские русские".

Запись производилась с использованием следующих средств:

- микрофон Invotone 610CM;
- микрофон Shure PG68;
- аудиомодуль M-Audio FW Solo;
- Adobe Audition CS6;
- помещение: ауд. 203а.

Было записано 4 дубля (по два на каждый микрофон), результаты сохранены в формате:

- Wave PCM;
- частота дискретизации 48 кГц;
- моно;
- разрядность 32 бита.



**Рисунок 1.1 – Формат звукового файла**

## **2 АНАЛИЗ ЗВУКА**

Для выполнения анализа звука были использованы следующие средства:

- мониторинг – был прослушан каждый дубль, было оценено качество записи каждого дубля;
- визуальный анализ волновой формы – определена динамика записи, наличие участков абсолютной тишины, наличие клиппирования, наличие щелчков, наличие шоновых шумов и т.д.
- статистический амплитудный анализ – дубли сравнивались по следующим параметрам: пиковая амплитуда, смещение постоянного тока, количество клиппи-

рованных отсчетов, громкость и воспринимаемая громкость, минимальная средне-квадратичная мощность. Также проанализирована гистограмма каждого дубля, определив наличие и границу фоновых шумов, а также уровень для ограничения громкости.

- визуальный анализ спектрограммы – определить наличие и количество фоновых шумов, шумов оборудования, наличие низкочастотного гула, наличие щелчков;

- анализ спектра – определить наличие низкочастотного гула, наличие наводок от сети переменного тока, определить верхнюю границу ограничения спектра.

- анализ фонограммы на моносовместимость.

## **2.1 Мониторинг**

При прослушивании были получены следующие результаты:

- дубль 1 пригоден для дальнейшей обработки, хотя уровень громкости запись достаточно низкий, что может привести к сложности в процессе редактирования и шумоподавления;

- в процессе записи дубля 2 микрофон был расположен слишком близко ко рту диктора, в результате отдельные звуки (так называемые "взрывные согласные") записались слишком громко; дубль 2 не пригоден для обработки;

- дубль 3 пригоден для дальнейшей обработки, уровень громкости запись достаточный;

- дубль 4 пригоден для дальнейшей обработки, хотя диктор подчеркивает отдельные фразы.

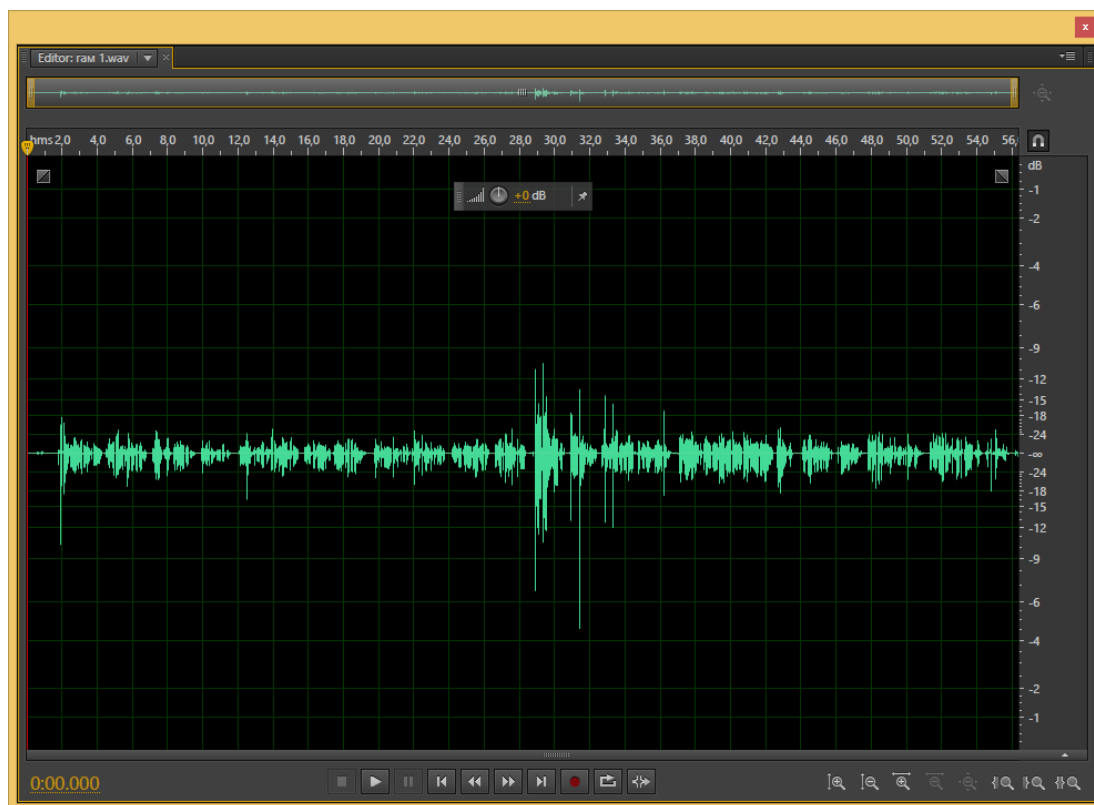
## **2.2 Визуальный анализ волновой формы**

Визуальный анализ волновых форм подтверждает результаты прослушивания:

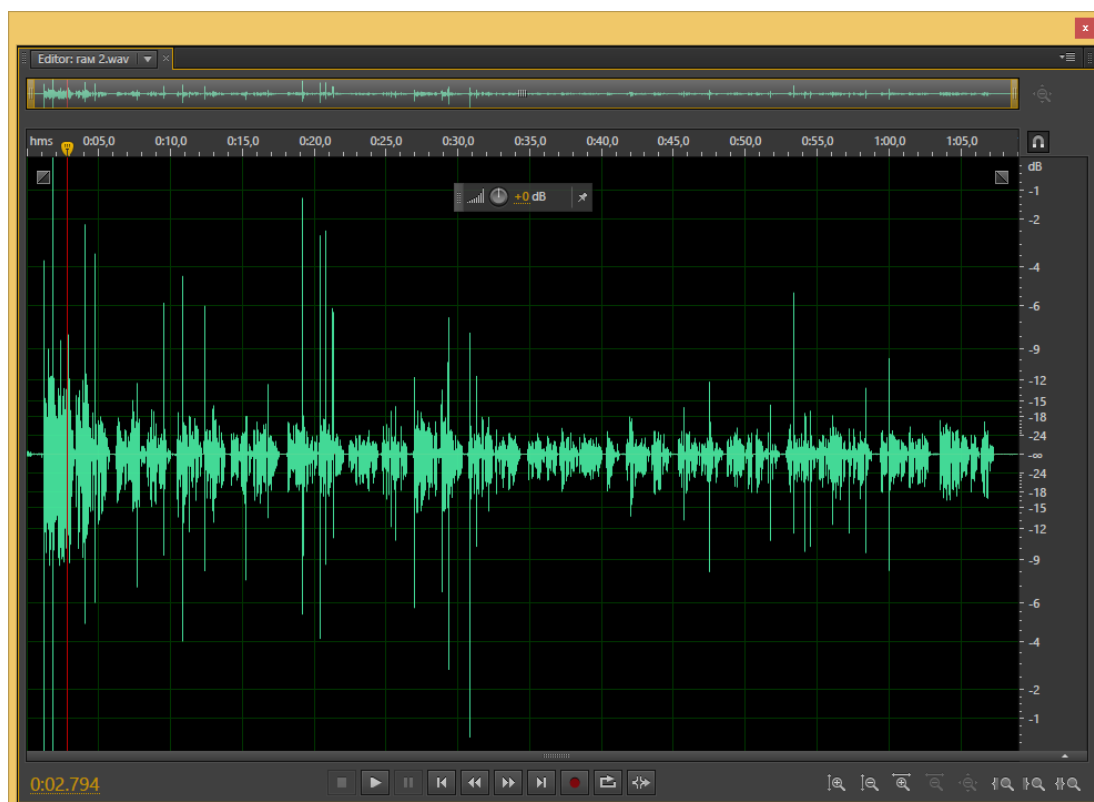
- дубль 1 слишком тихий, присутствуют звуки "взрывных согласных" с 28с. по 36с.;

- дубль 2 громкий, но "взрывные согласные" присутствуют почти по всей записи; максимальный уровень громкости достигает 0дБ;

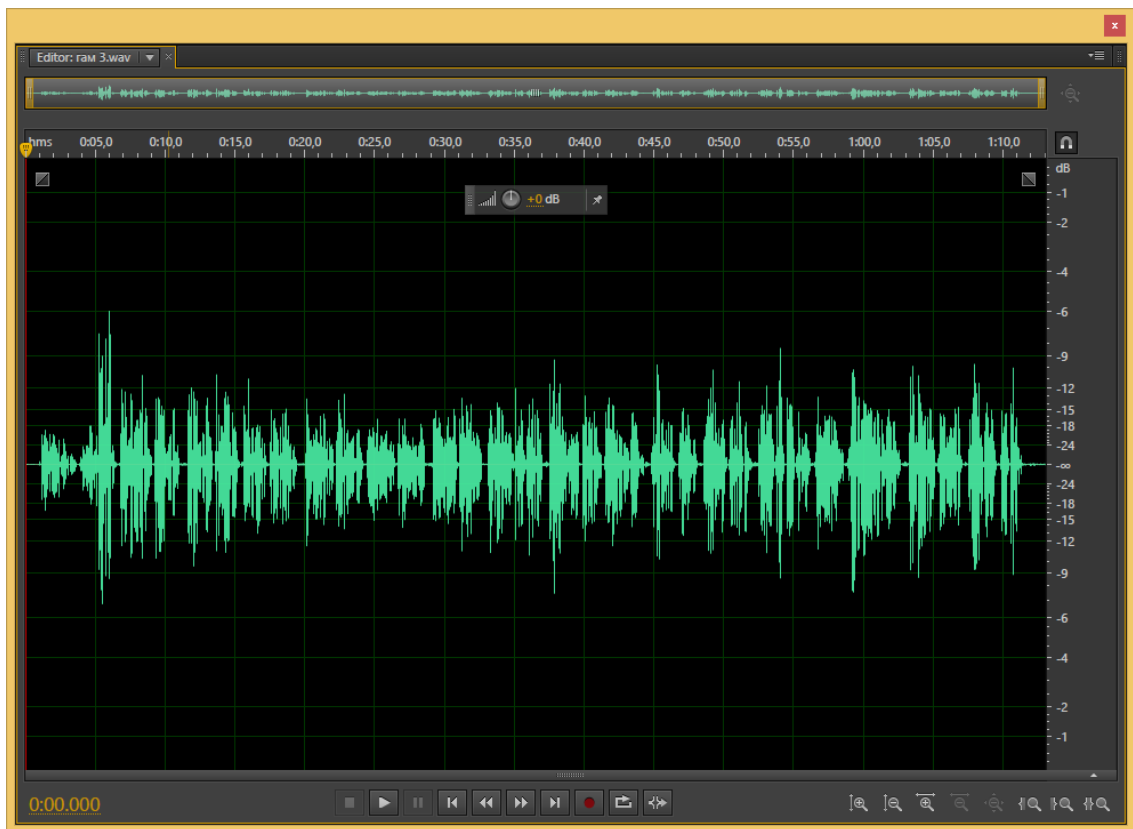
– дубли 3 и 4 имеют практически идентичные волновые формы, но диктор подчеркивает голосом разные фразы.



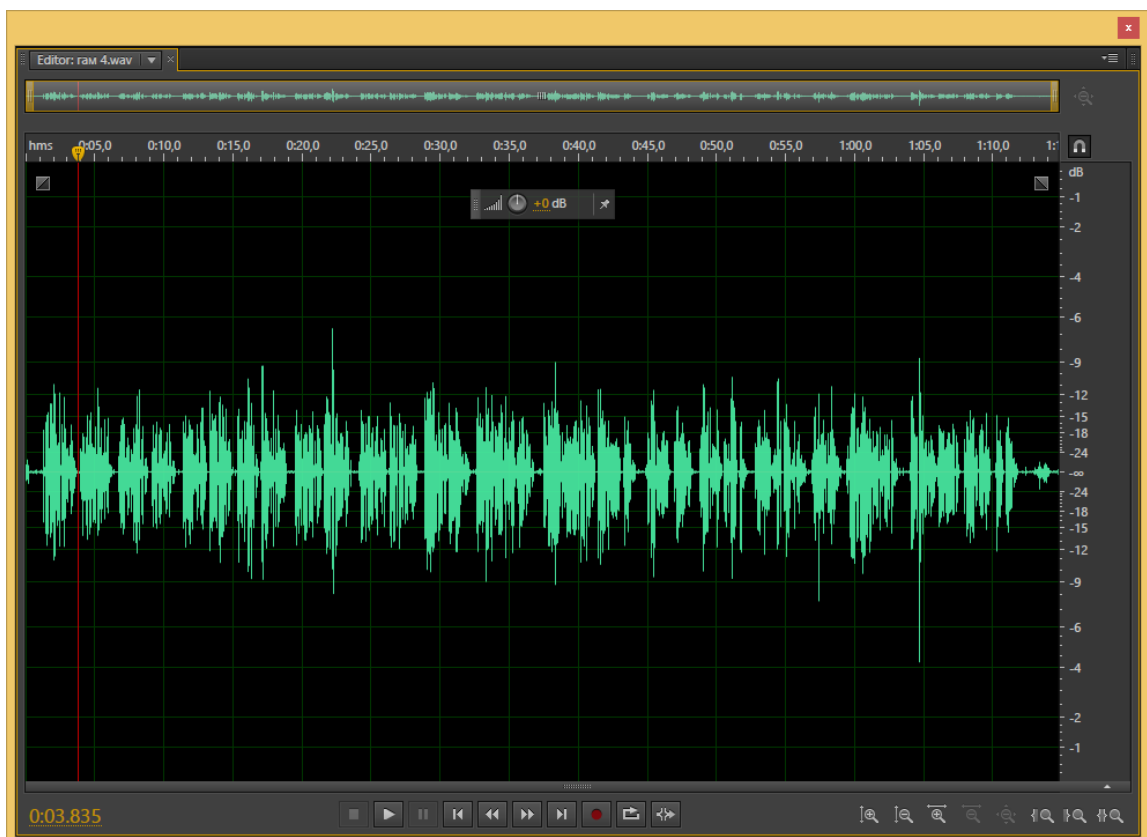
**Рисунок 2.1 – Волновая форма. Дубль 1**



**Рисунок 2.2 – Волновая форма. Дубль 2**



**Рисунок 2.3 – Волновая форма. Дубль 3**



**Рисунок 2.4 – Волновая форма. Дубль 4**

## 2.3 Статистический амплитудный анализ

Для проведения статистического амплитудного анализа проанализируем дубли по следующим показателям:

- peak amplitude (пиковая амплитуда);
- possibly clipped samples (количество клипированных отчетов);
- minimum RMS amplitude (минимальная RMS амплитуда);
- DC oiffset (смещение постоянного тока);
- Loudness (громкость).

**Таблица 1 – Сравнение дублей при помощи статистических показателей**

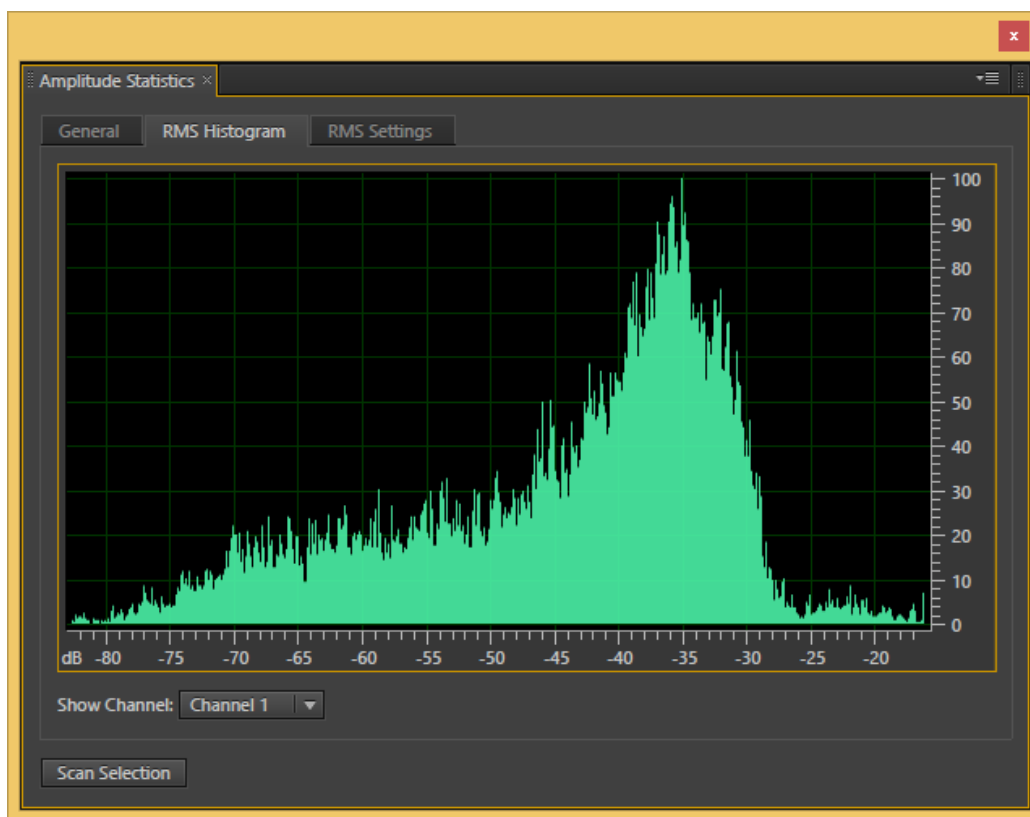
№	Показатель	Значение показателя			
		дубль 1	дубль 2	дубль 3	дубль 4
1	пиковая амплитуда, дБ	-4.55	0,00	-5.97	-4.21
2	клипированных отчетов, шт.	0	48	0	0
3	минимальная RMS амплитуда, дБ	-82.65	-78.69	-70.43	-65.80
4	смещение постоянного тока, %	0,00	0,00	0,00	0,00
5	громкость, дБ	-19.70	-14.84	-23.48	-22.96

Дубль 2 самый громкий, но имеет клипированные отчеты и был ранее исключен из списка пригодных для обработки дублей. Остальные дубли примерно одинаковы как по пиковой амплитуде, так и по громкости.

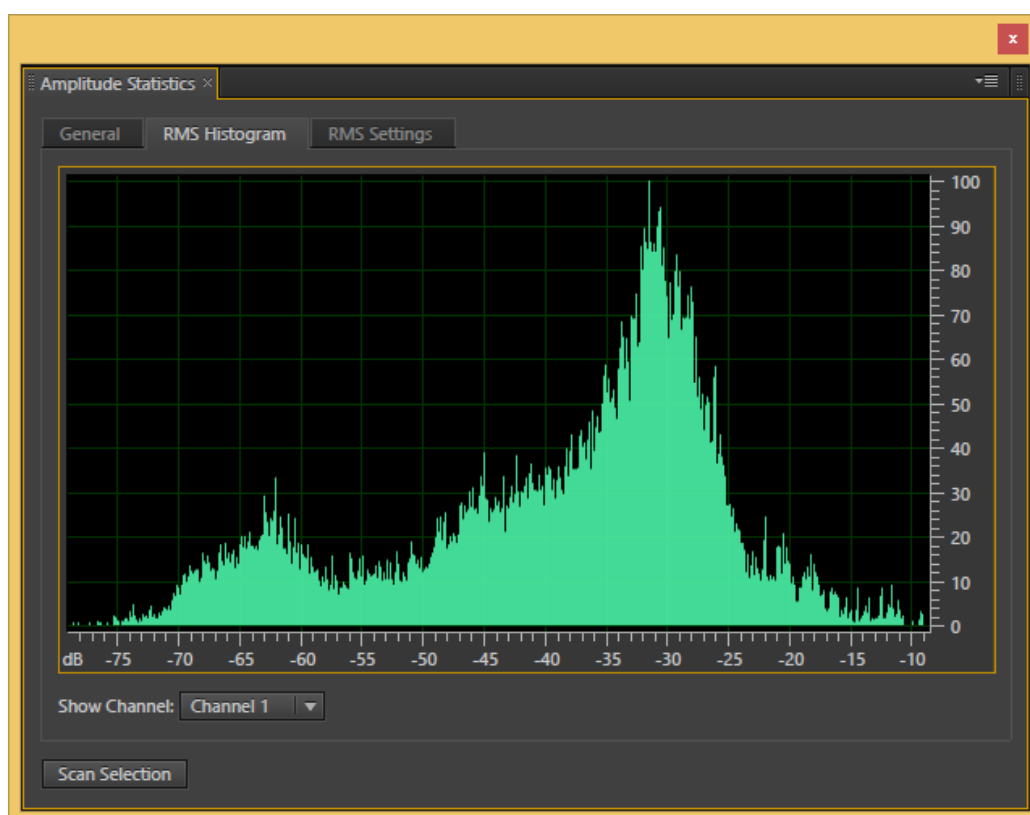
Во всех дублях отсутствует смещение постоянного тока.

Наибольшее количество фоновых шумов – в дубле 4 (по показателю минимальная RMS амплитуда), наименьшее – в дубле 1.

Проведем анализ гистограммы.

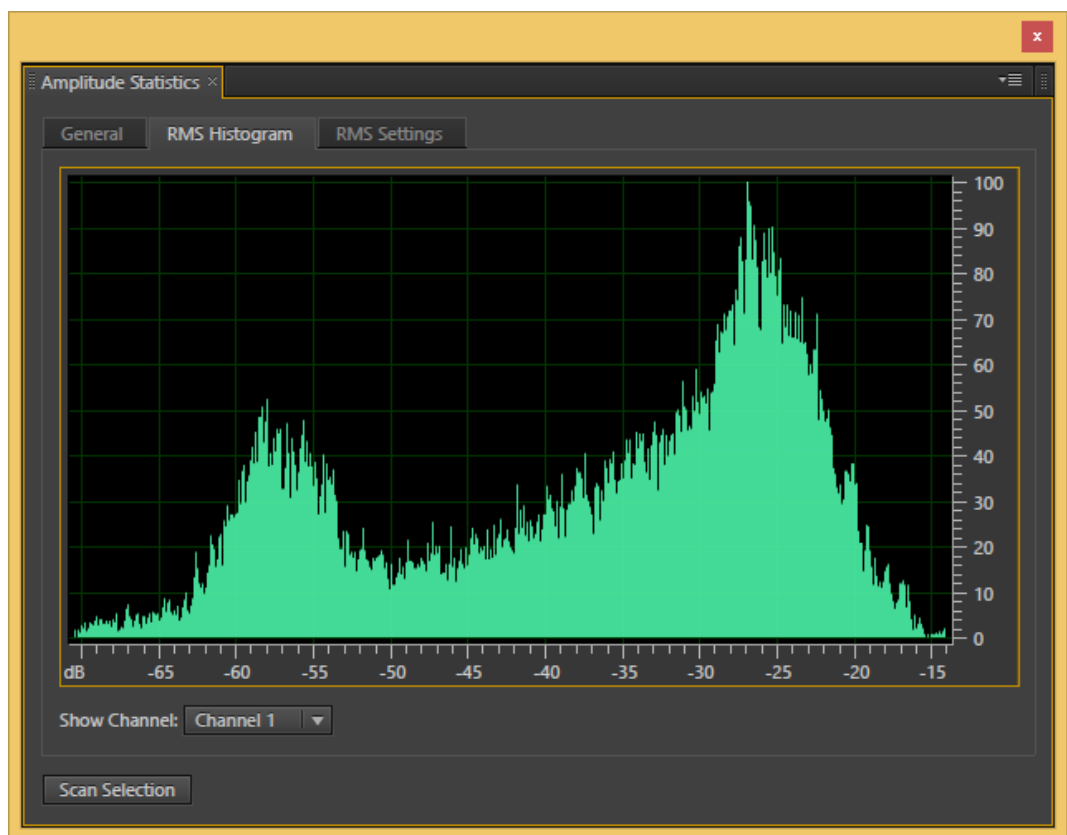


**Рисунок 2.5 – Гистограмма. Дубль 1**

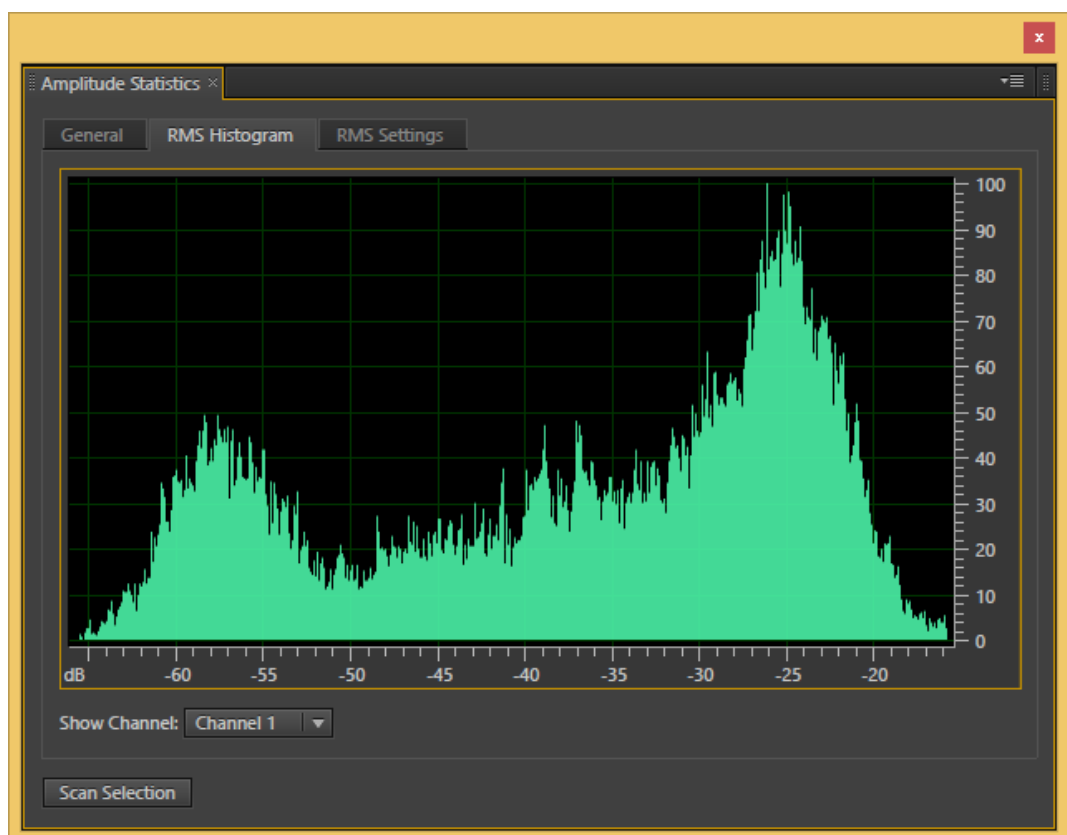


**Рисунок 2.6 – Гистограмма. Дубль 2**





**Рисунок 2.7 – Гистограмма. Дубль 3**



**Рисунок 2.8 – Гистограмма. Дубль 4**

Для проведения анализа гистограмм проанализируем дубли по следующим показателям:

- граница фонового шума;
- граница для компрессии;
- граница для лимитера.

**Таблица 2 – Сравнение дублей при помощи показателей гистограмм**

№	Показатель	Значение показателя			
		дубль 1	дубль 2	дубль 3	дубль 4
1	граница фонового шума, дБ	не выражена	-55 дБ	-50 дБ	-50 дБ
2	граница для компрессии, дБ	-35 дБ	-37 дБ	-27 дБ	-25 дБ
3	граница для лимитера, дБ	-27 дБ	-20 дБ	-16 дБ	-18 дБ

Во всех дублей, кроме первого, определена граница громкости фонового шума. В первом дубле граница не выражена скорее всего из-за малой громкости записи, и фоновый шум неотличим от речи.

Величина границы фонового шума позволит эффективно применить динамическую обработку сигнала и ослабить фоновый шум (при необходимости).

Лимитирование позволит при необходимости увеличить громкость в два-три раза, совместно с применением компрессии.

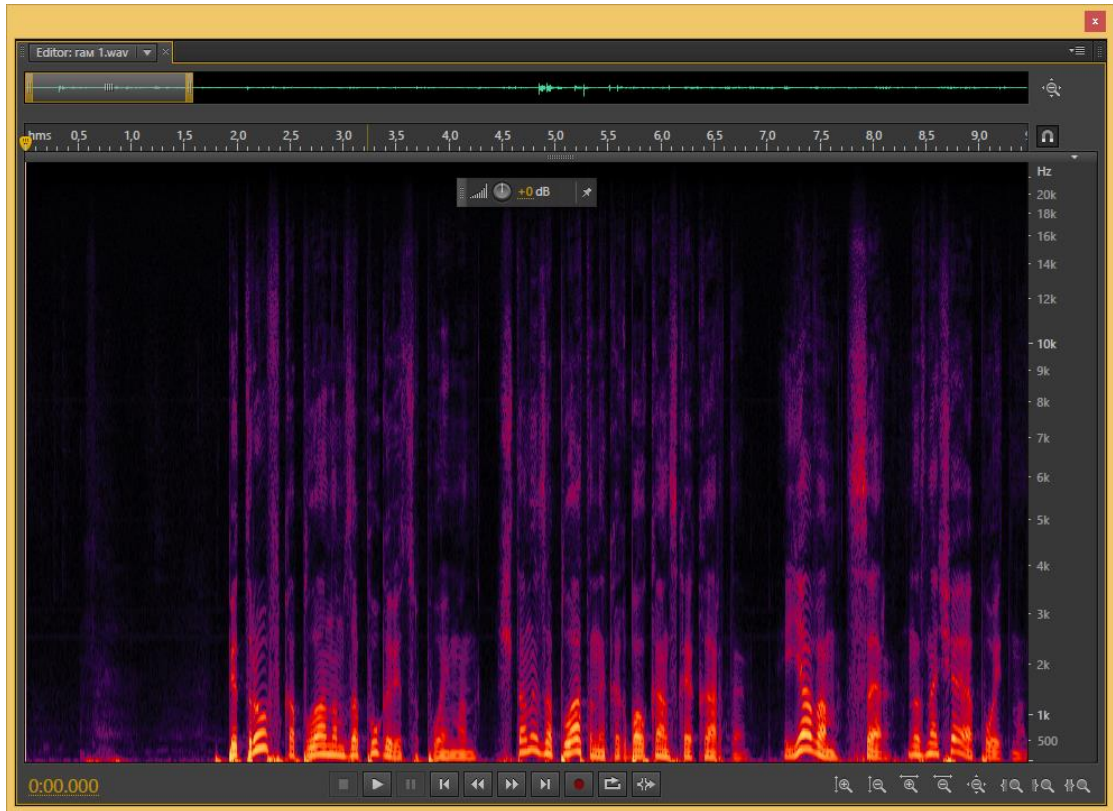
## **2.4 Анализ спектра**

Проанализируем спектр при помощи следующих инструментов:

- визуальный анализ спектрограммы каждого дубля;
- график спектра каждого дубля.

В дубле 1 из спектрограммы видно, что:

- уровень фоновых шумов невелик;
- есть тихий тональный шум оборудования;
- уровень громкости шипящих звуков небольшой.

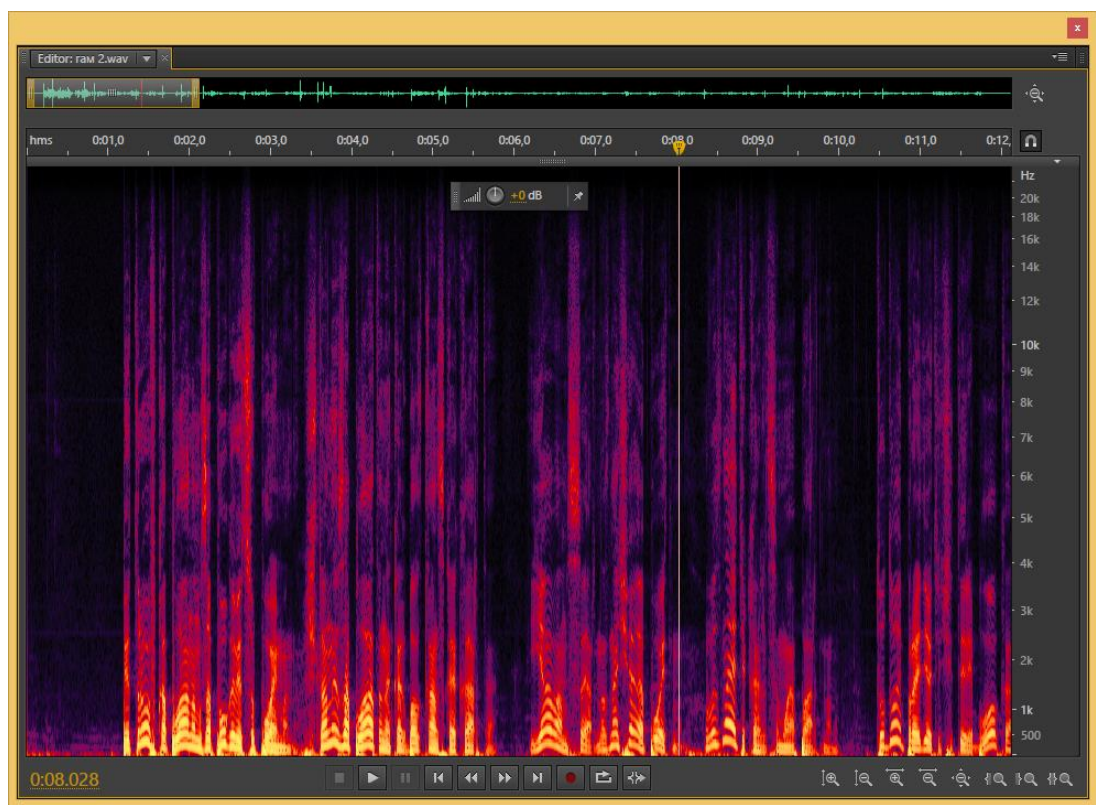


**Рисунок 2.9 – Спектрограмма. Дубль 1**

В дубле 2 из спектрограммы видно, что:

- уровень фоновых шумов невелик;
- есть тихий тональный шум оборудования;
- уровень громкости шипящих звуков небольшой.

Дубли 1 и 2 записаны на один и тот же микрофон в схожих условиях.



**Рисунок 2.10 – Спектрограмма. Дубль 2**

В дубле 3 из спектрограммы видно, что:

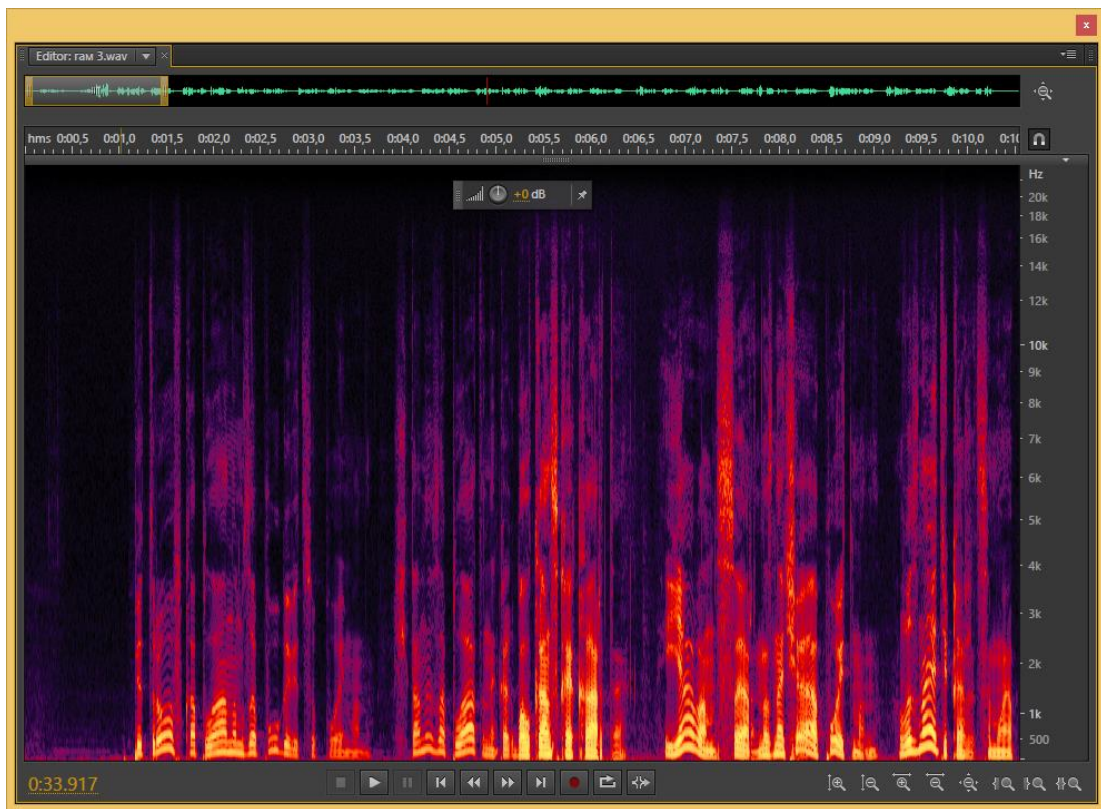
- фоновые шумы громче, чем в дублях 1,2;
- тональные шумы отсутствуют;
- уровень громкости шипящих звуков большой, необходимо будет применение диэсера;
- присутствуют звуки размыкания губ (похожие на щелчки).

В дубле 4 из спектрограммы видно, что:

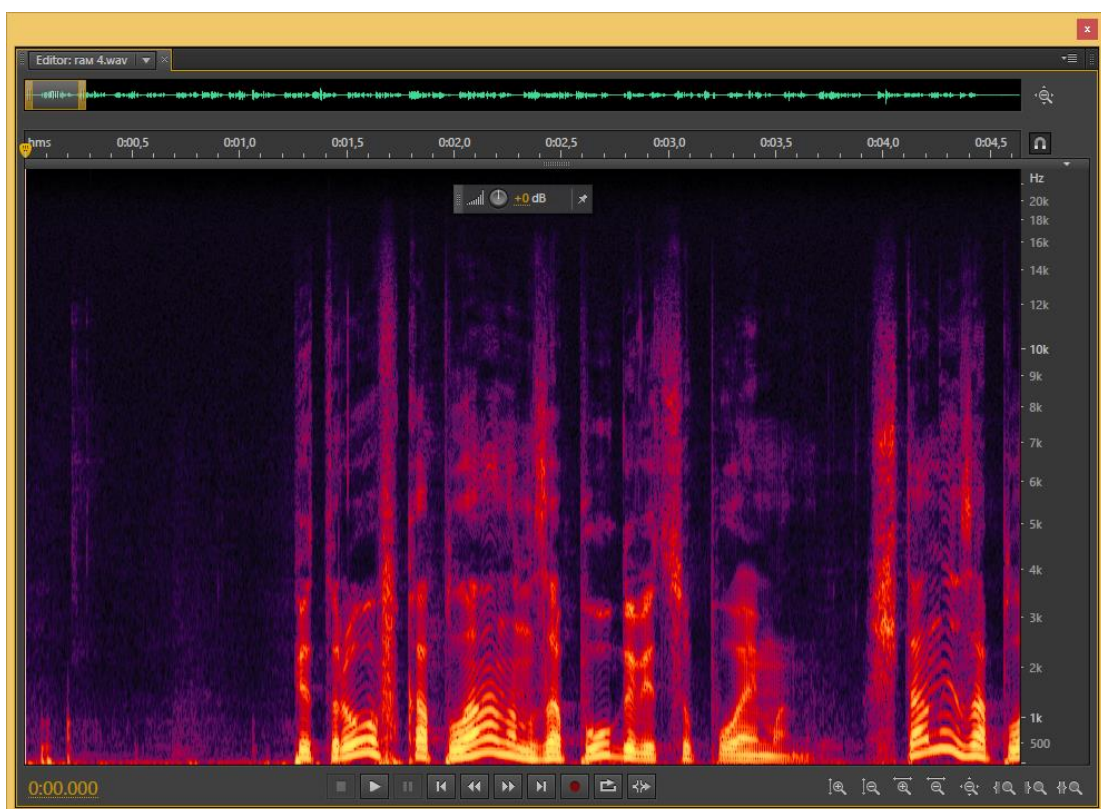
- фоновые шумы громче, чем в дублях 1,2 и громче дубля 3;
- тональные шумы отсутствуют;
- уровень громкости шипящих звуков большой;
- присутствуют звуки размыкания губ (похожие на щелчки).

Дубли 3 и 4 записаны на один и тот же микрофон в схожих условиях, но микрофон при записи дубля 4 был расположен слишком близко ко рту диктора.





**Рисунок 2.11 – Спектрограмма. Дубль 3**



**Рисунок 2.12 – Спектрограмма. Дубль 4**

Проанализируем дубль 1 и 3 при помощи графика спектра:

- низкочастотный гул отсутствует;
- наводки от сети переменного тока отсутствуют;

– на дубле 1 видны частоты шума оборудования (пики на 2,5 и 8 кГц).

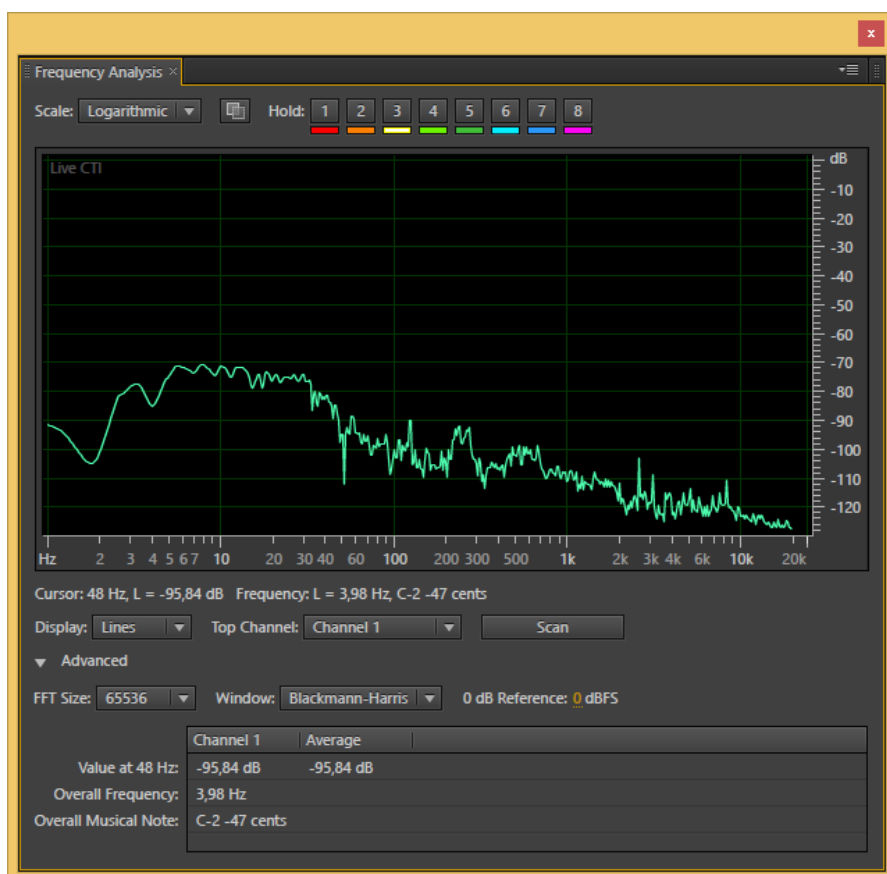


Рисунок 2.13 – График спектра. Дубль 1

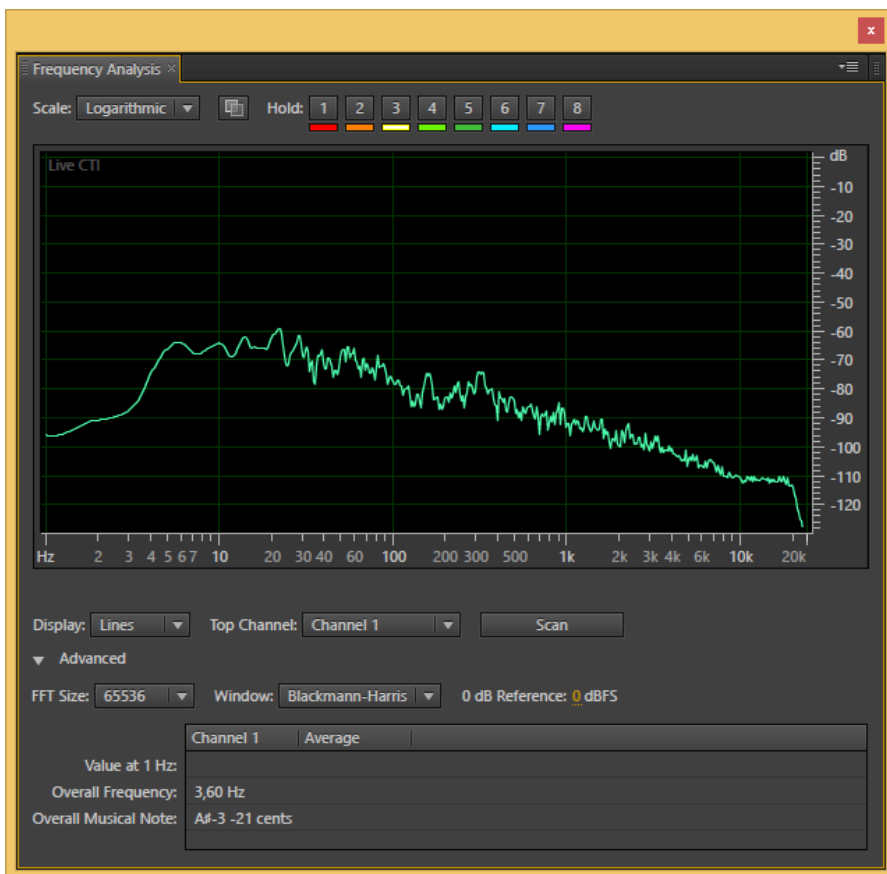


Рисунок 2.14 – График спектра. Дубль 3

## 2.5 Моносовместимость

Все дубли записаны в моно, поэтому проверка на моносовместимость исходных файлов не требуется.

На основе результатов анализа выберем для дальнейшей обработки **дубль 4**.

## 3 ШУМОПОДАВЛЕНИЕ

Выполним следующие действия для проведения шумоподавления:

- применим эффект Noise Reduction;
- применим эффект Automatic Click Remover.

### 3.1 Применение эффекта Noise Reduction

Для применения эффекта Noise Reduction необходимо выделить фрагмент сигнала, содержащего только фоновый шум.

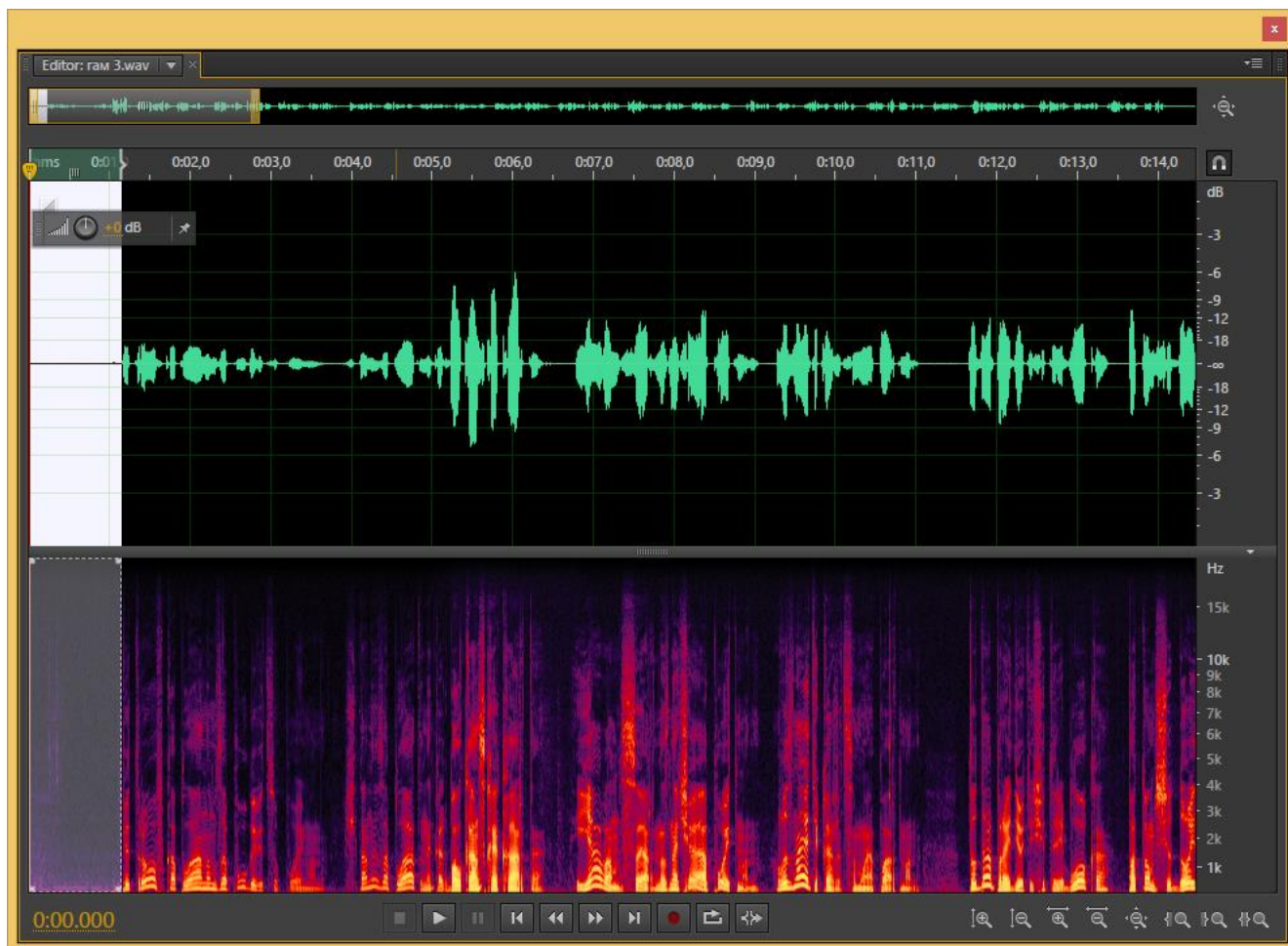


Рисунок 3.1 – Выделение фрагмента сигнала для получения профиля шума

Вызовем окно эффекта Noise Reduction:

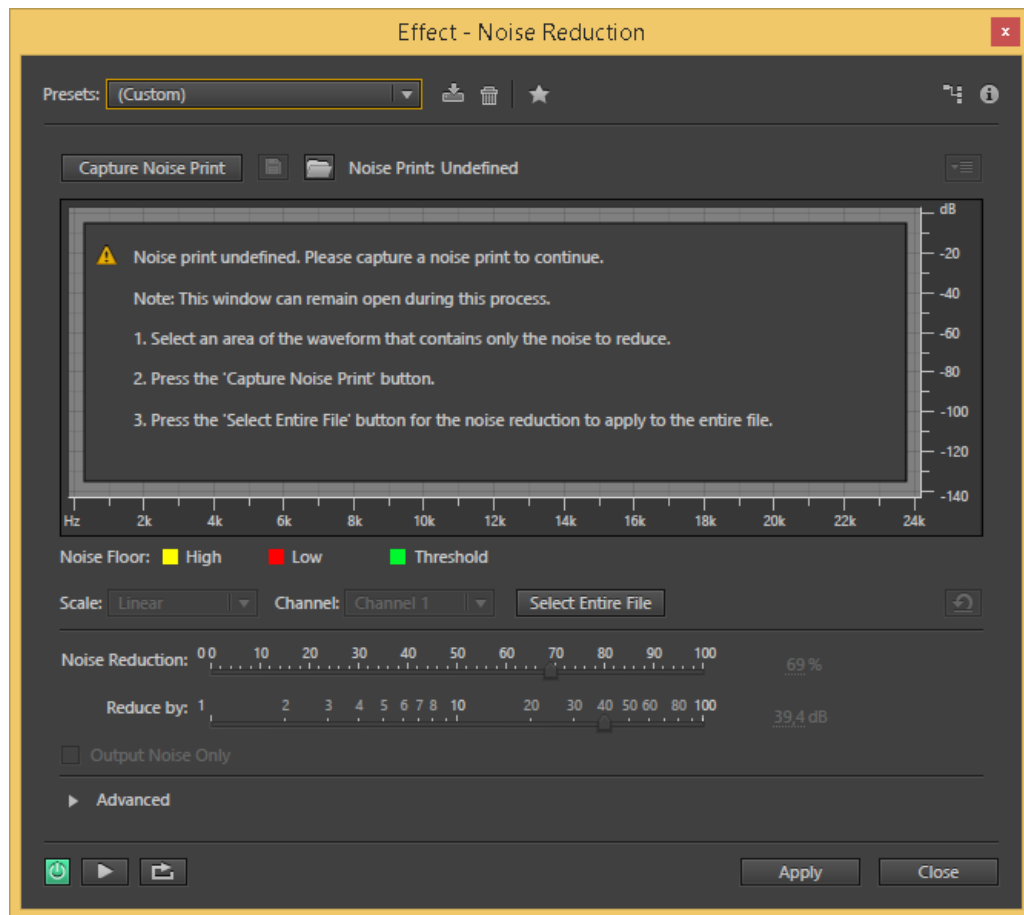


Рисунок 3.2 – Окно эффекта

Получим профиль шума, нажав на кнопку "Capture Noise Print":

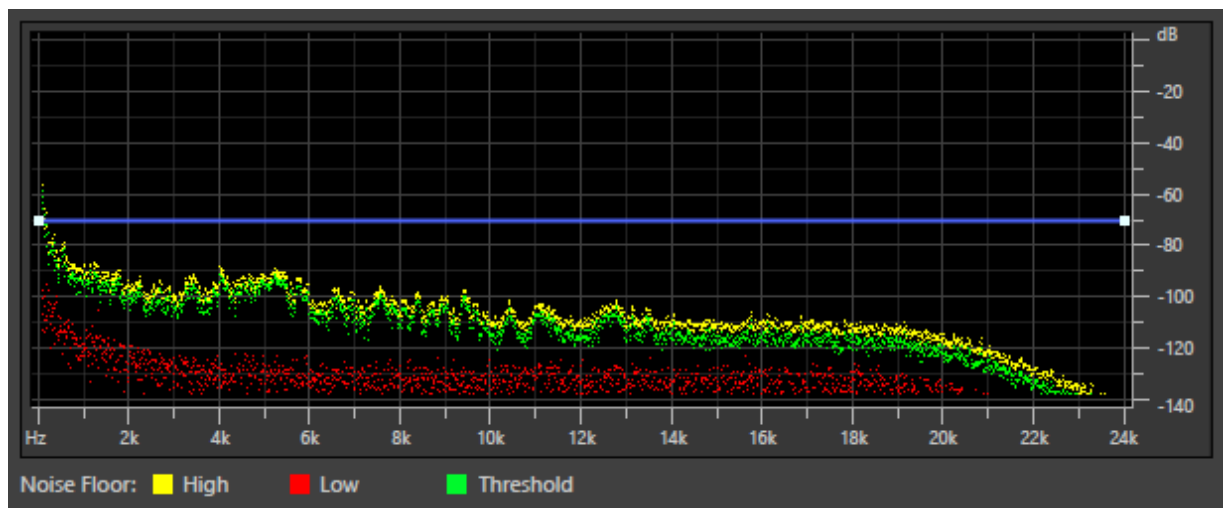


Рисунок 3.3 – Профиль шума

Определим уровень шумоподавления (70%), регулируя параметр Noise Reduction, включая и выключая флаг Output Noise Only, выделив весь файл (Select Entire File).



Применим эффект ко всему файлу, нажав кнопку Apply.

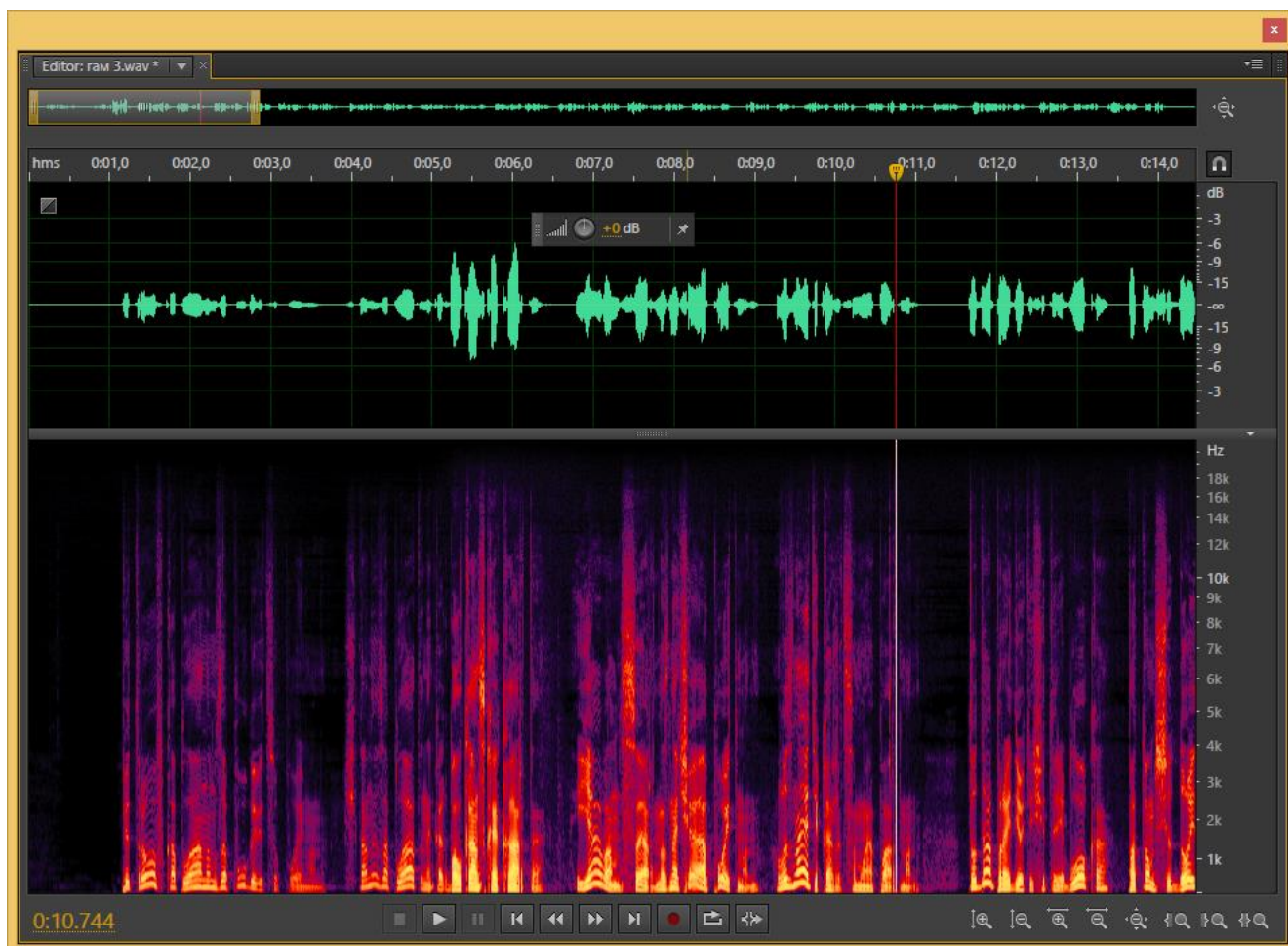


Рисунок 3.4 – Результат применения эффекта

### 3.2 Удаление щелчков

Инструмент удаления щелчков может помочь избавиться от нежелательных резких изменений уровней громкости, например, от звука размыкания губ.

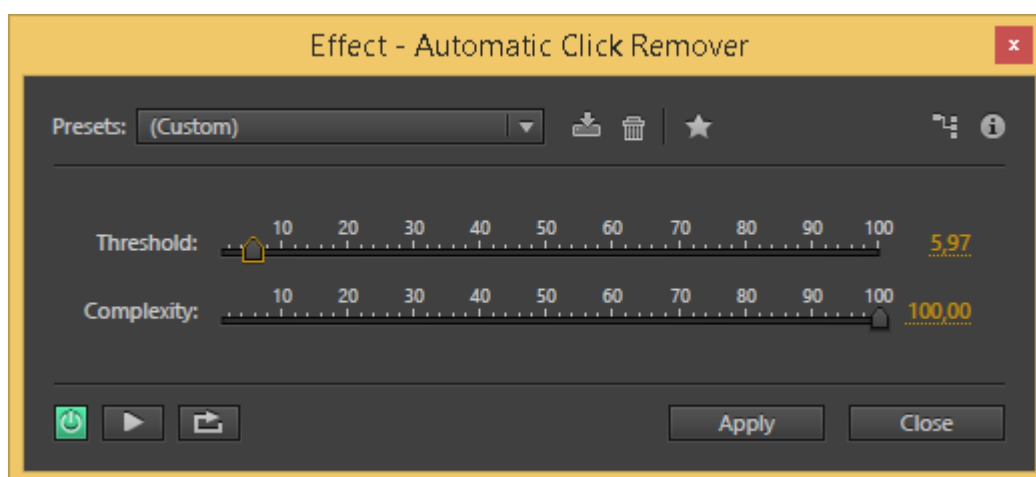
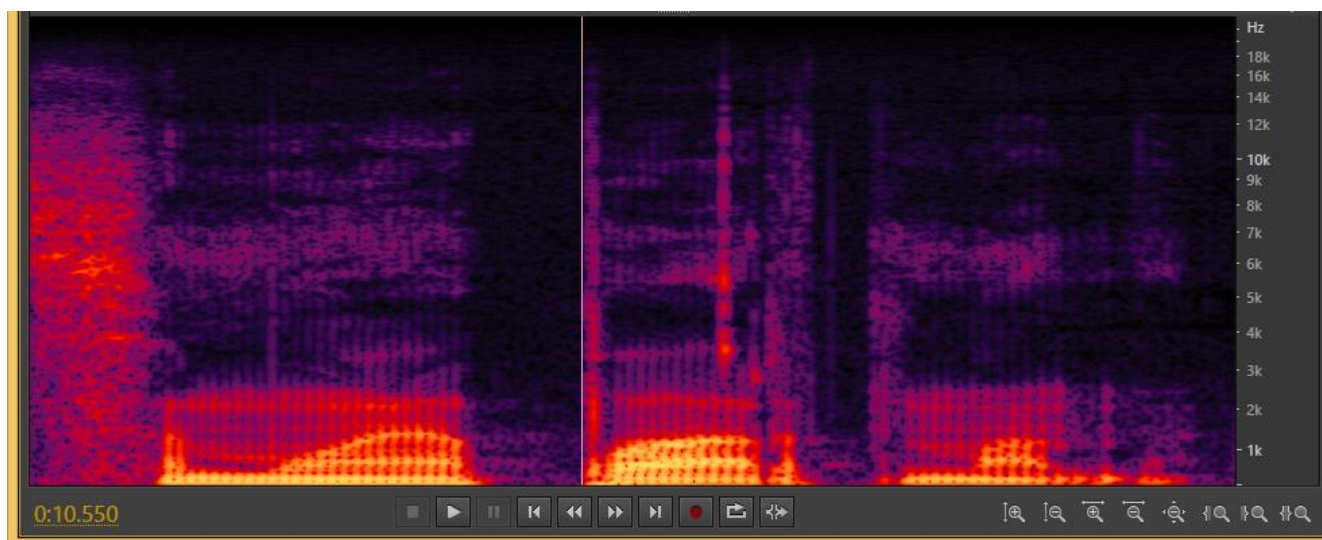
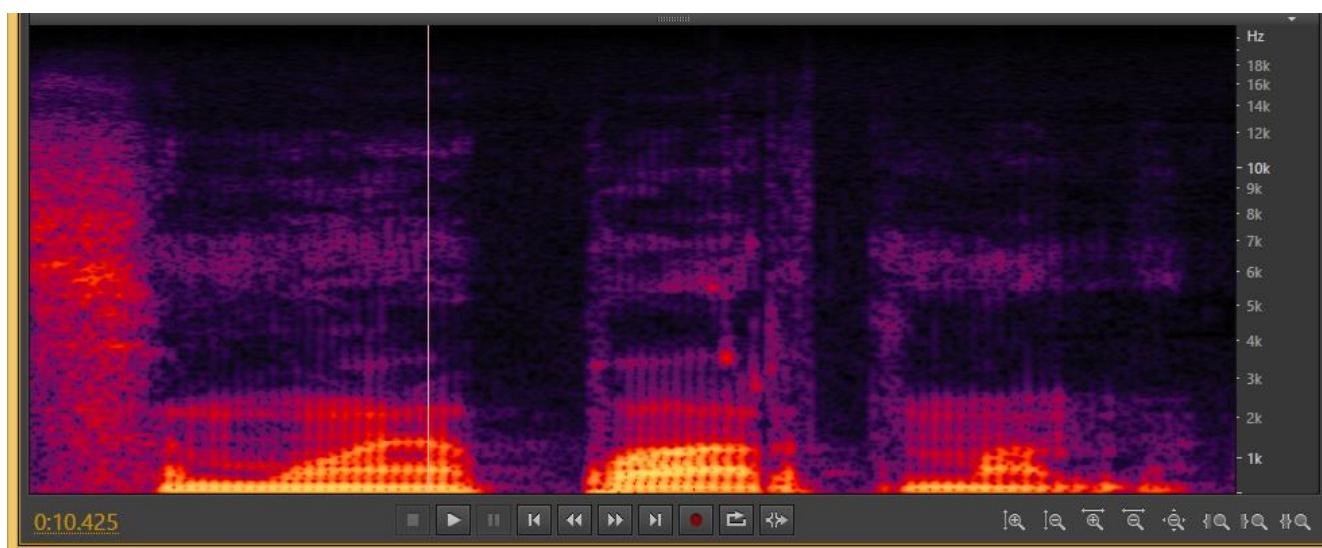


Рисунок 3.5 – Эффект для удаления щелчков

Результат применения эффекта заметен при увеличении масштаба спектрограммы:



**Рисунок 3.6 – Спектрограмма фрагмента сигнала до обработки**



**Рисунок 3.7 – Спектрограмма фрагмента сигнала после обработки**

Эффект избавления от клипирования не применяем, так как клипированные отсчеты в данном дубле нет.

## **4 ЧАСТОТНАЯ КОРРЕКЦИЯ**

На данном этапе обработки звука частотная коррекция будет применяться для решения следующих задач:

- удаление частот ниже 100 Гц;
- удаление частоты 50 Гц и ее гармоник;

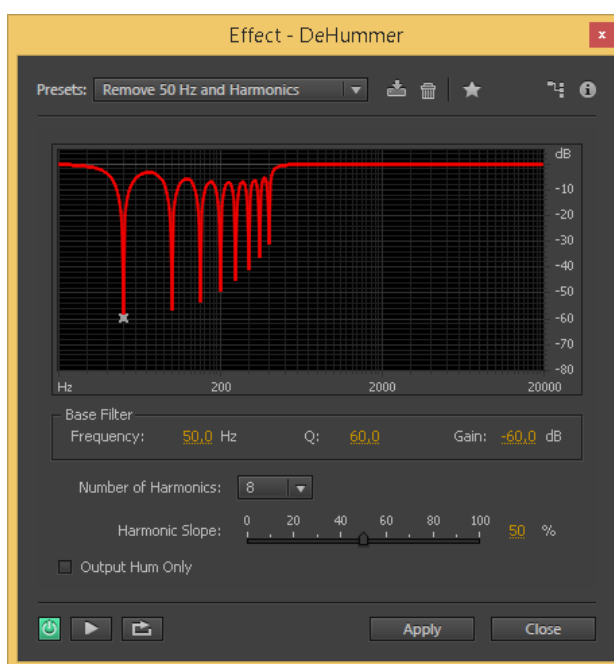
- удаление резонансных частот помещения звукозаписи.

В записи отсутствует высокочастотное шипение, и поэтому высокие частоты удаляться не будут.

Для выполнения перечисленных задач можно использовать следующие эффекты:

- режекторный фильтр для удаления частот, кратных 50 Гц (DeHummer);
- параметрический эквалайзер (Parametric Equalizer).

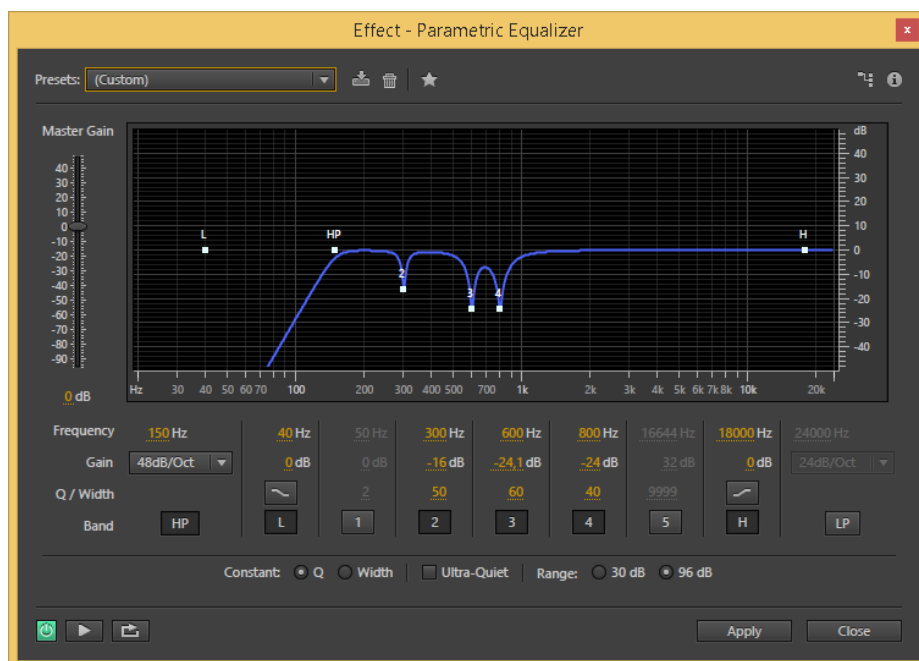
Для эффекта DeHummer в поле Presets был выбран шаблон Remove 50 Hz and Harmonics и применен к файлу.



**Рисунок 4.1 – Окно эффекта DeHummer**

Для настройки параметрического эквалайзера необходимо:

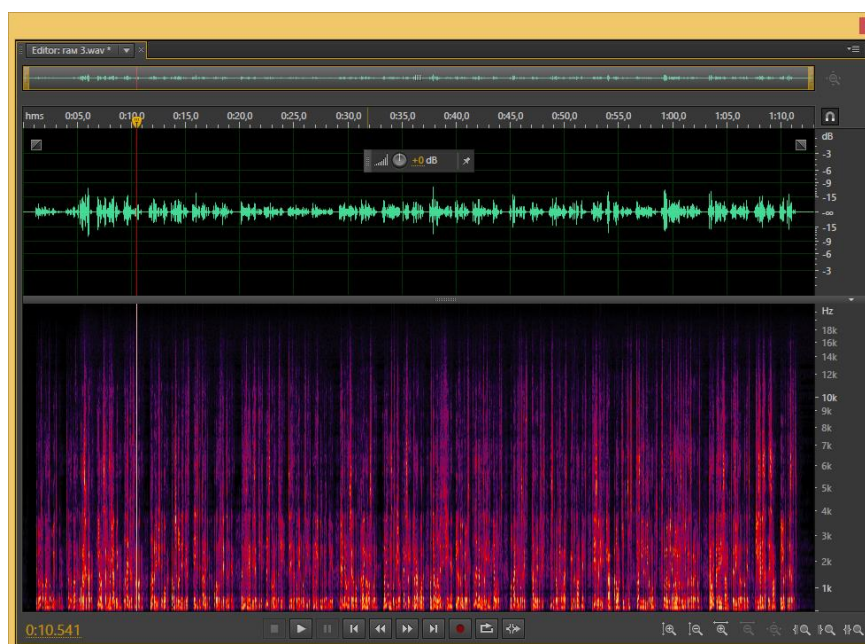
- определить более точно частоту среза ФВЧ;
- определить резонансные частоты помещения;
- задать коэффициент ослабления и добротность полос для каждой резонансной частоты.



**Рисунок 4.2 – Окно эффекта Parametric Equalizer**

В результате настроек были определены следующие параметры:

- частота среза ФВЧ (HP filter) – 150 Гц, порядок фильтра – 8;
- резонансные частоты помещения, коэффициенты ослабления и добротность:
  - 300 Гц: -16 дБ,  $Q = 50$
  - 600 Гц: -24 дБ,  $Q = 60$
  - 800 Гц: -24 дБ,  $Q = 40$ .



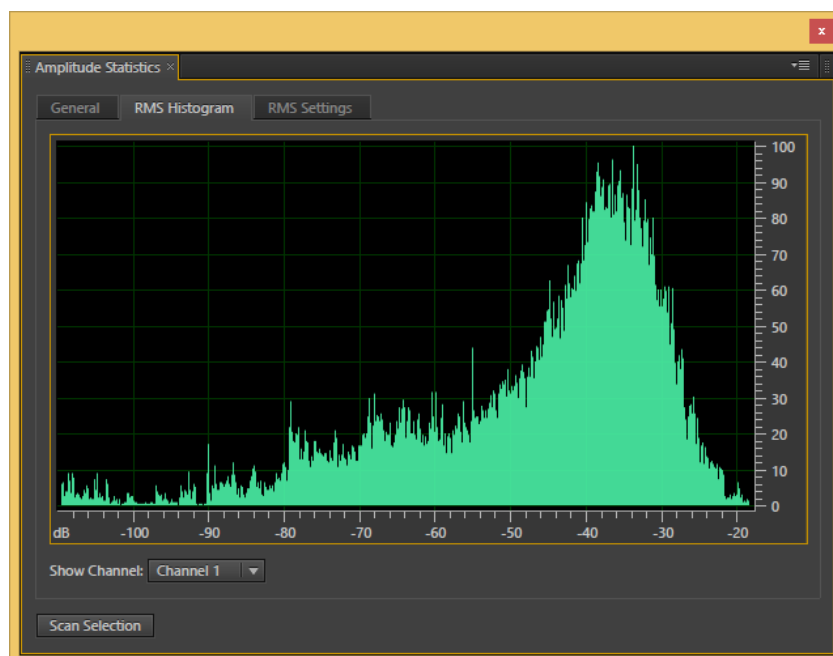
**Рисунок 4.3 – Результат применения эффектов**

## 5 ДИНАМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

В процессе динамической обработки необходимо решение следующих задач:

- избавиться (или сильно уменьшить) уровень фоновых шумов;
- уменьшить громкость шипящих звуков;
- увеличить громкость звука за счет применения эффектов увеличения амплитуды и компрессии, лимитирования.

Для удаления фоновых шумов применим универсальную динамическую обработку в режиме Noise Gate, предварительно заново определив границу громкости фоновых шумов (так как в процессе применения предыдущих эффектов уровень громкости менялся).

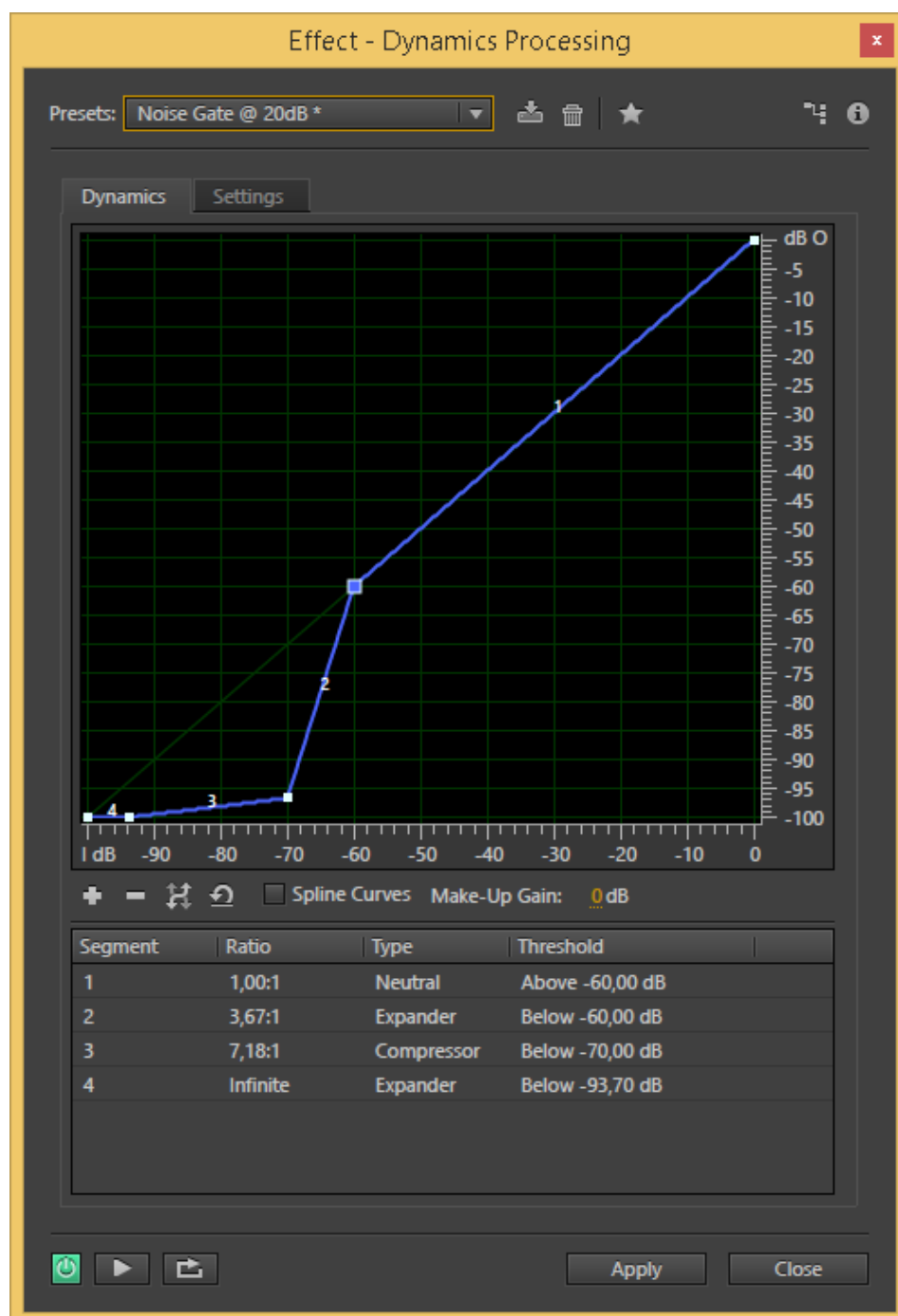


**Рисунок 5.1 – Гистограмма**

На гистограмме отсутствует выраженная граница шума – это результат применения эффекта Noise Reduction. Но все же применим Noise Gate в порогом -60 дБ:

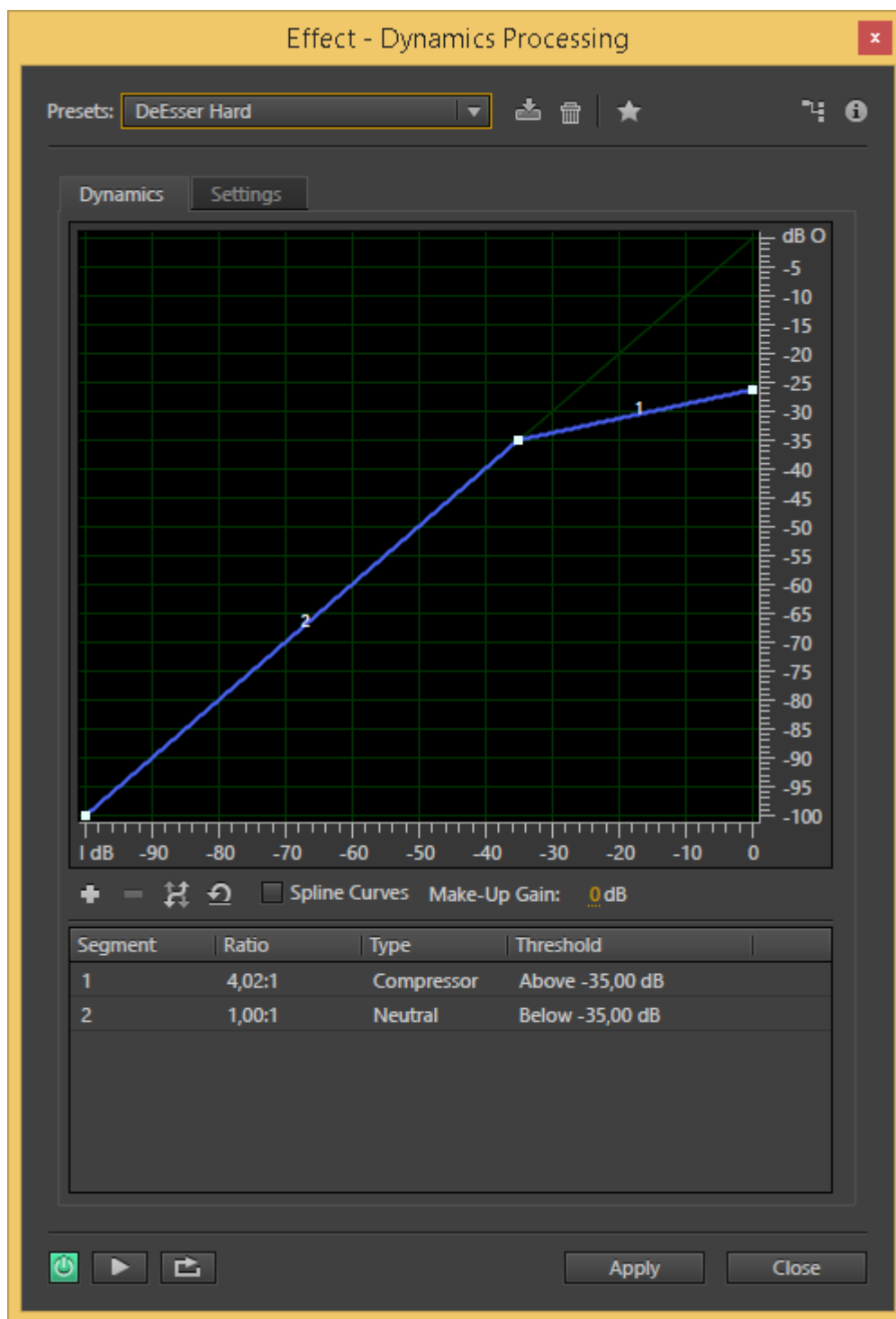
- выберем в шаблонах Noise Gate @ 20dB;
- зададим следующие области:
  - первый порог: -60дБ (точка -60/-60);
  - второй порог: -70 дБ (точка -70/-96)





**Рисунок 5.2 – Окно эффекта универсальной динамической обработки с амплитудной характеристикой порогового шумоподавителя**

Для уменьшения громкости шипящих звуков применим универсальную динамическую обработку в режиме DeEsser, выбрав в качестве шаблона DeEsser Hard (и не изменяя настройки по-умолчанию).



**Рисунок 5.2 – Окно эффекта универсальной динамической обработки с настройками дизсера**

Для увеличения громкости трека применим компрессор (эффект Tube-modeled compressor) со следующими настройками: порог: -24 дБ, коэффициент сжатия 4:1, атака 10мс, восстановление 100 мс, компенсирующее усиление 8 дБ.

Настройки подобраны в процессе прослушивания результатов применения эффекта в режиме реального времени.

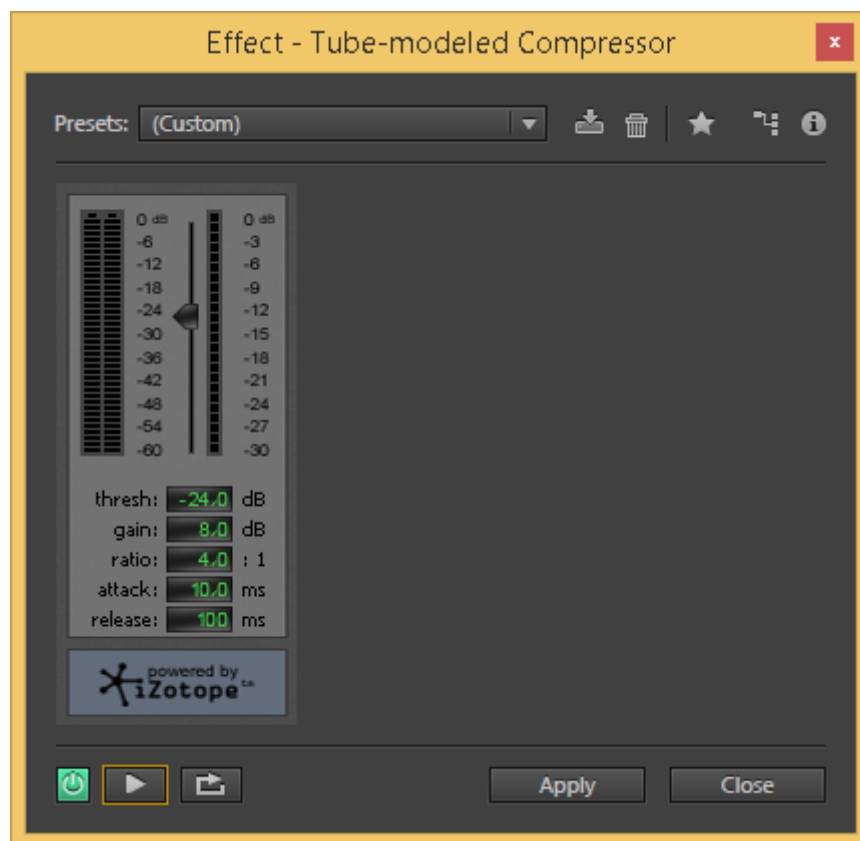


Рисунок 5.3 – Окно компрессора

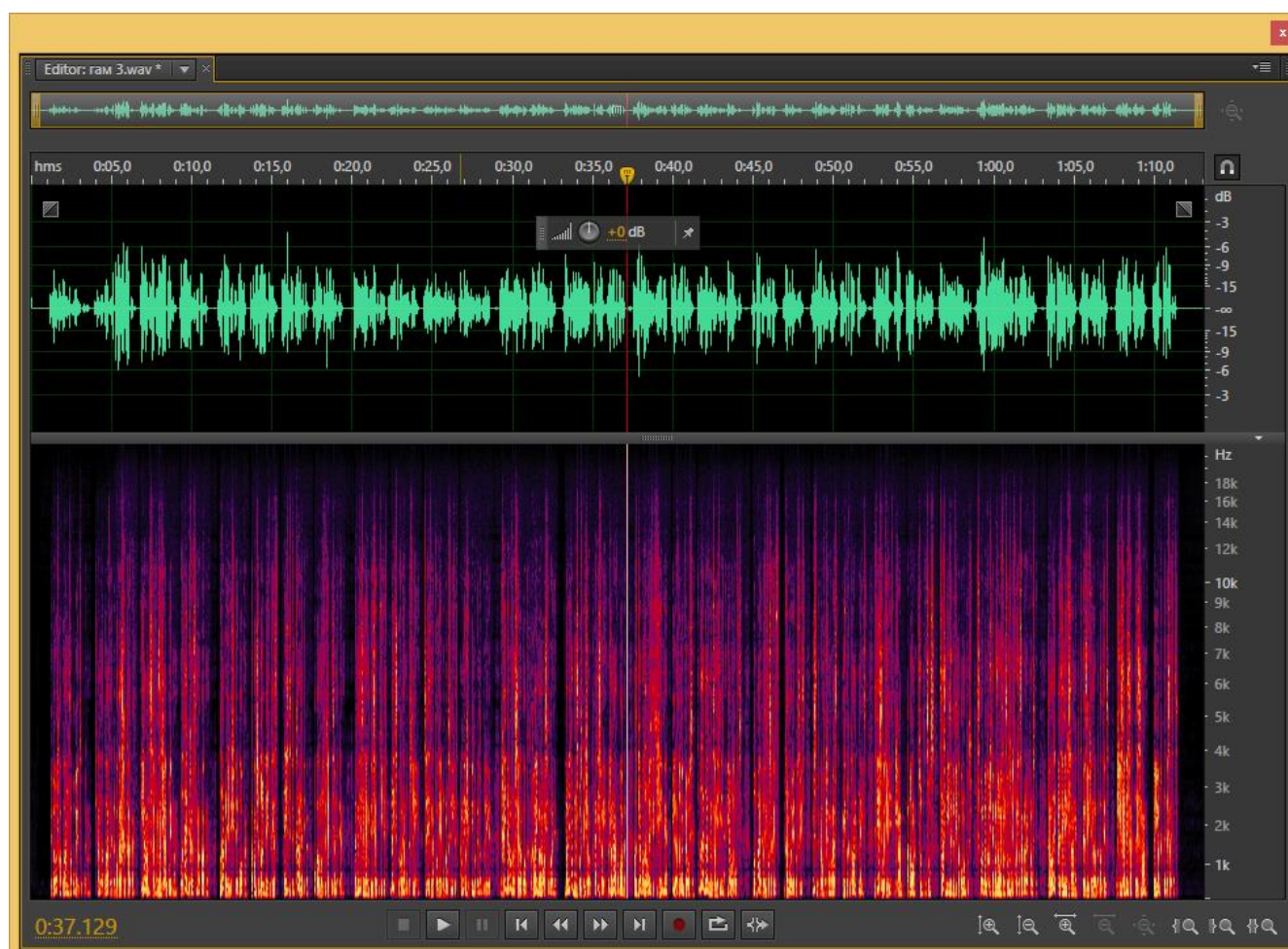


Рисунок 5.5 – Итоговый результат обработки



## 6 ИТОГИ РАБОТЫ

В процессе работы были поставлены и решены следующие задачи:

- изучены аппаратные и программных средств звукозаписи, процесса записи звука в Adobe Audition;
- запись звукового трека длительностью около 1 мин.;
- изучение средств анализа звука;
- проведен анализ звука: мониторинг, визуальный анализ волновой формы, статистический амплитудный анализ; визуальный анализ спектрограммы, анализ спектра и анализ на моносовместимость;
- изучены основных средств шумоподавления в Adobe Audition;
- применены эффекты для подавления нетональных случайных шумов;
- изучены инструменты редактирования звука;
- изучение фильтров и эквалайзеров;
- применение фильтров и эквалайзеров для удаления низких частот, наводок от сети переменного тока и резонансных частот помещения;
- изучение инструментов динамической обработки;
- применения инструментов динамической обработки для удаления фонового шума, уменьшения шипящих звуков и выполнении компрессии для увеличения уровня громкости.