



**Ананьев**  
**Анатолий Борисович,**  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры звукорежиссуры КНУКиИ,  
выпускник кафедры акустики КПИ 1966 г.

**Анатолий Ананьев**  
**Anatoliy Ananyev**

**АЛЬБОМ** визуальных характеристик  
**Музыкальных Звуков**

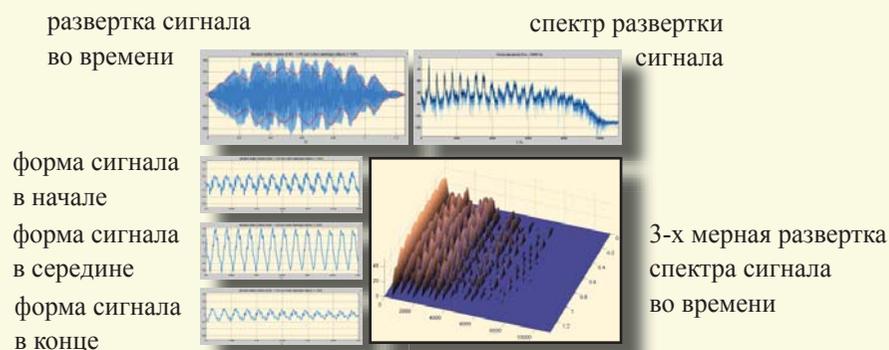
**ALBUM** of visual characteristics  
**of Musical Sounds**

**Киев 2014**  
**Kiev 2014**

Посібник орієнтований на студентів та спеціалістів, що навчаються або підвищують свій фаховий рівень із музичної акустики. Може бути корисний всім, хто зацікавлений набутти базових знань з акустики музичних сигналів.

**Ананьев А.Б.**

А64 Альбом визуальных характеристик музыкальных звуков.  
К.: 2014. -



Пособие ориентировано на студентов и специалистов, которые обучаются или повышают свой профессиональный уровень в музыкальной акустике. Может быть полезно всем, кто заинтересован приобрести базовые знания по акустике музыкальных сигналов.

© А.Б. Ананьев, 2014

© А.Б. Ананьев, иллюстрации, оригинал-макет, 2014

Введение

Материалы этого Альбома получены с помощью интерактивного программного комплекса "VOCA", разработанного в среде программирования МАТЛАБ Екатериной Ананьевой под моим руководством. Технологии, связанные с работой комплекса, и подробности представления визуальных данных освещены в книгах:

А.Ананьев, Е.Ананьева, А.Путилова - МАТЛАБ для акустиков, Киев. "Феникс", 2007, 192с;

А.Ананьев - Элементы музыкальной акустики, Киев. "Феникс", 2008, 224с;

А.Ананьев - Акустика для звукорежиссеров, Киев. "Феникс", 2012, 56с;

А.Ананьев - Акустика музыки и речи для звукорежиссеров, Интернет-версия, Киев. 2014, 96с.

Подвергнутые анализу звуки заимствованы из популярной в интернете музыкальной энциклопедии, принадлежат натуральным музыкальным инструментам, оцифрованы с частотой дискретизации 22050 Гц.

В левой части этой страницы показан макет типового листа сводных данных для музыкального звука с пояснениями. Смысл и трактовка таких материалов в большей степени понятна специалисту, знакомому с курсом музыкальной акустики и методами представления и обработки звуковых сигналов. Но даже неискушенному читателю, вероятно, интересно наблюдать поведение звукового сигнала на протяжении его длительности, а также спектральный образ сигнала и развитие его обертоновой структуры<sup>1</sup> во времени. Еще более интересно сопоставлять между собой характеристики различных источников звука.

Тех, кто будет пользоваться этим Альбомом, прошу уважать мои авторские права. Разрешаю копировать материал только для личного пользования, в случае использования фрагментов документа прошу указывать источник и автора.

<sup>1</sup> В этом Альбоме понятие "Музыкальный звук" используется в обобщенном смысле и не требует непременно строго обертоновой структуры.

## Содержание

Скрипка	4
Альт	5
Виолончель	6
Контрабас	7
Труба	8
Тромбон	9
Саксофон-тенор	10
Туба	11
Кларнет <b>звук соль 1окт</b>	12
<b>ми м.окт.</b> Кларнет <b>сиб м.окт</b>	13
Гобой	14
Деревянная флейта	15
Шотландская волынка	16
Орган	17
Аккордеон	18
Флейта	19
Фагот	20
Арфа	21
Клавесин	22
Рояль	23
Лютня	24
Классическая гитара ( <b>нейлон</b> )	25
Электрогитара	26
Бас гитара	27
Ударные	28
Ударные металлические	29
Шум	30

Приведем ряд комментариев к размещенным в Альбоме материалам.

На развертках времени (длительностью, в основном по 30 мсек) вертикальные оси градуированы в линейных единицах, на спектральных характеристиках - в децибелах. На трехмерной картине ось времени идет из глубина, так что сигнал от начала развивается "на зрителя". Ось частот ориентирована слева (низкие) направо (высокие). Амплитуды отсечены на уровне 40 dB (.т.е 1%) от максимума, что достаточно для понимания характера спектральных составляющих.

Диапазон 2000 .. 4000 Гц отмечен на оси частот трехмерной картины красной полоской, как зона наибольшей чувствительности слуха.

На большинстве разверток звука во времени красной линией показаны "огигающие" изменения звука во времени. Способ их вычисления таков, что они редко проходят по крайним контурам развертки. Они симметричны и их предназначение - лишь показать усредненный характер изменения звука.

На "плоском" спектре сигнала следует иметь в виду, что истинные значения спектральных пиков отображены тонкими синими линиями, внимание от которых отвлечено более плотными черными огибающими. Эти черные сглаженные кривые предназначены для создания быстрого (но при этом более грубого) визуального впечатления о распределении энергии сигнала на оси частот. В частности, важно видеть именно синие спектральные пики при сопоставлении спектров кларнета, исполняющего ноты в различных регистрах (стр.12, 13). Дело в том, что по распространенному мнению спектр звука кларнета формируется нечетными гармониками спектра, четные же отсутствуют (или почти отсутствуют). Приведенные на указанных страницах иллюстрации показывают соотношение между гармониками спектра звука реального кларнета в различных регистрах и читатель может составить собственное мнение по этому поводу.

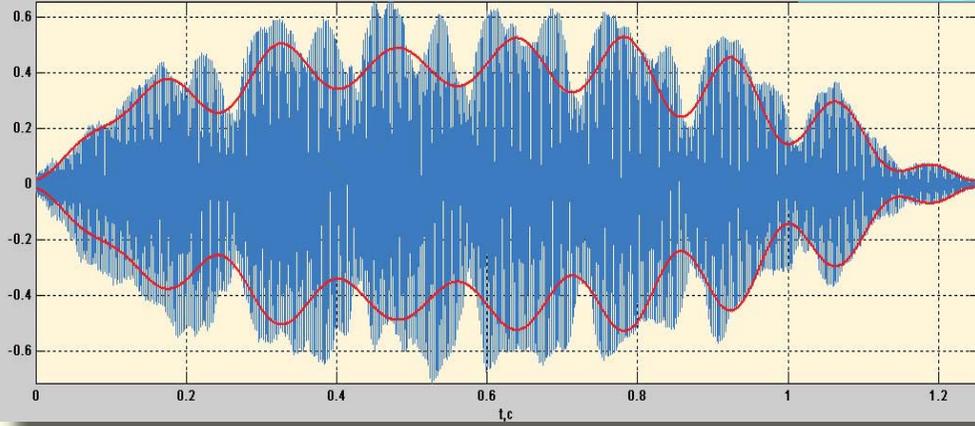
Последовательность расположения инструментов в альбоме учитывает характер создания звука непосредственными его источниками в инструментах.

Завершается Альбом иллюстративными материалами популярных моделей шума - я надеюсь, что взгляд на эти симпатичные картинки внесет каплю благосклонности во взгляды людей, которые вкладывают в слово "шум" только негативный оттенок.

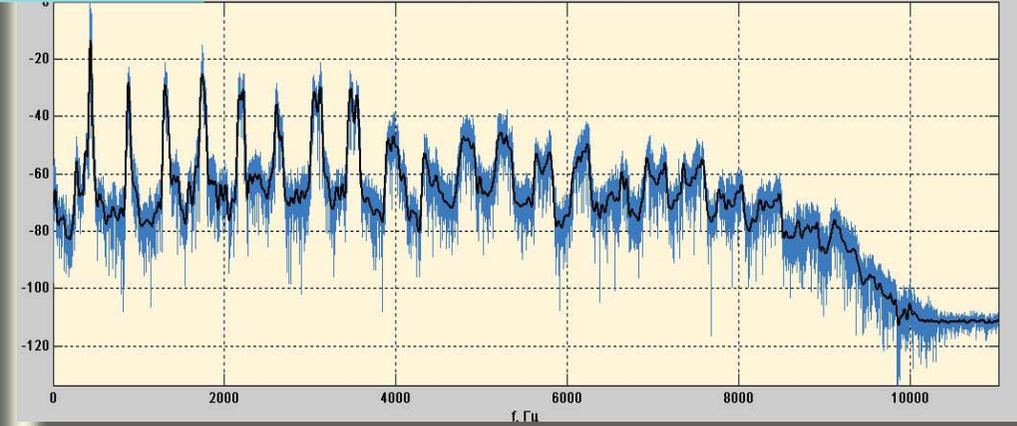
Шануймося! Бо ми того варті.

# Скрипка

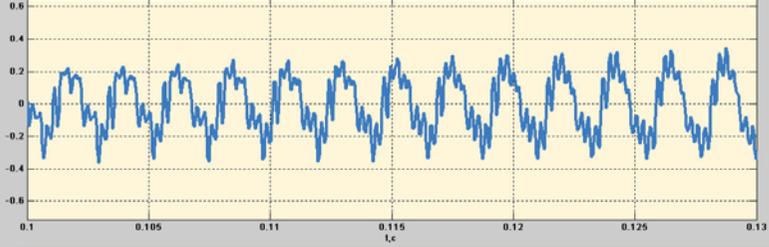
Фрагмент файлу Скрипка (0.062 - 1.316 сек) та його амплітудне вібраторо,  $f = 6.6 \text{ Гц}$



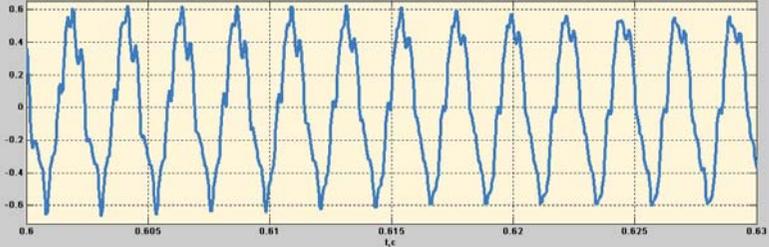
Спектр фрагменту ( $f_{\text{кв}} = 22050 \text{ Гц}$ )



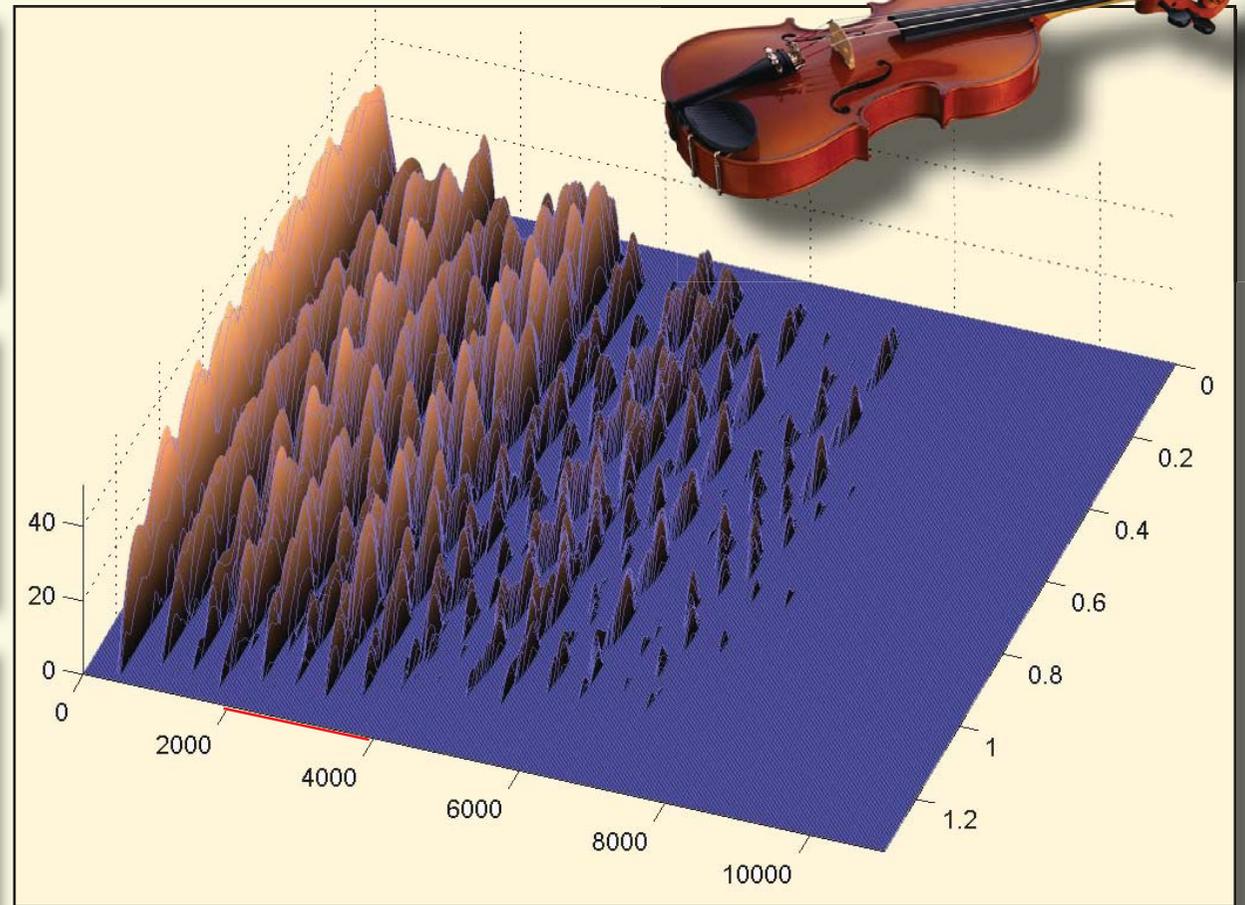
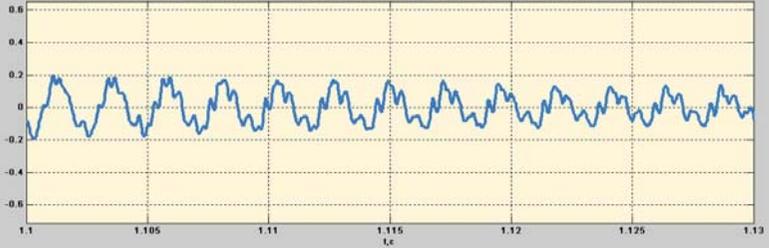
Фрагмент файлу Скрипка (0.062 - 1.316 сек) та його амплітудне вібраторо,  $f = 6.6 \text{ Гц}$



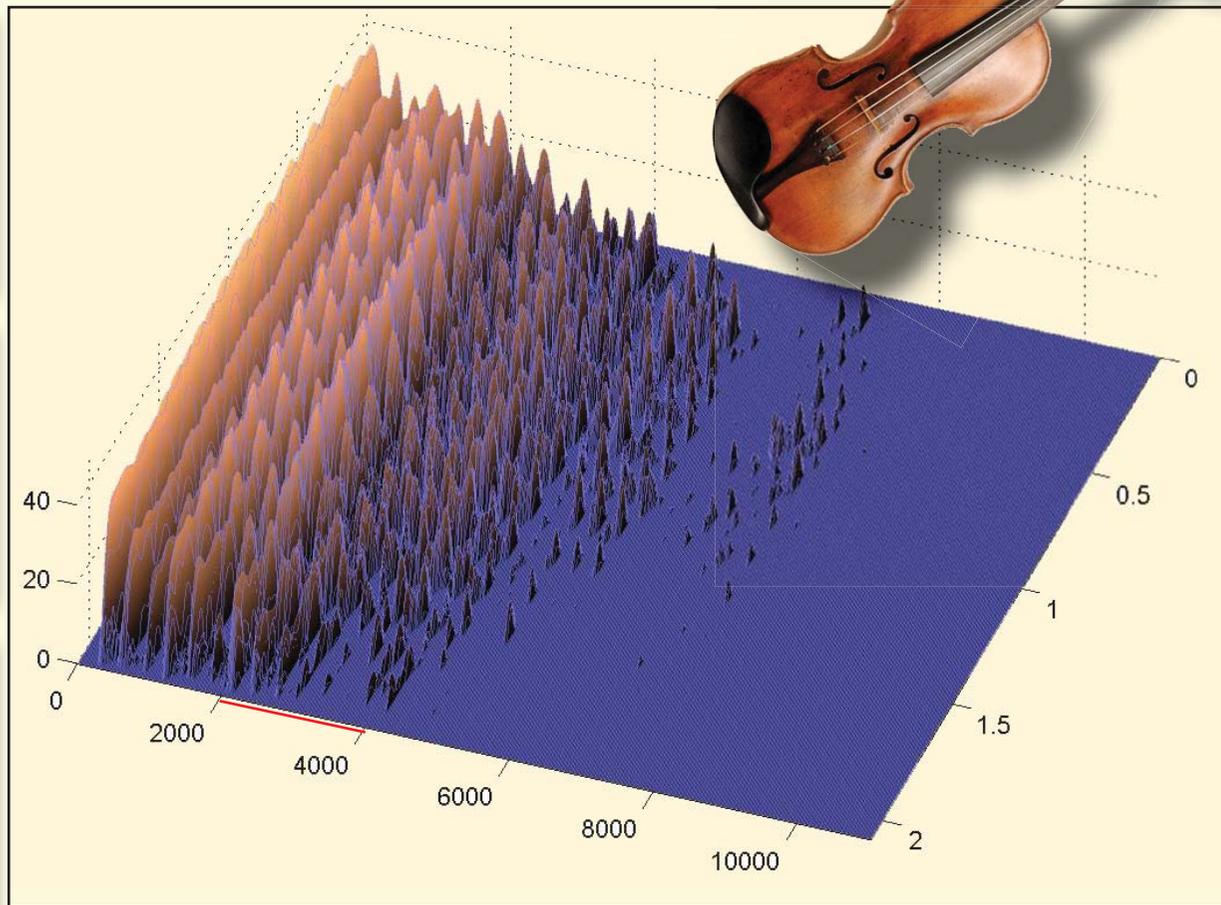
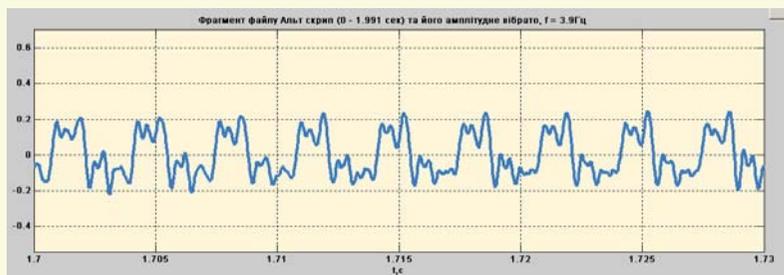
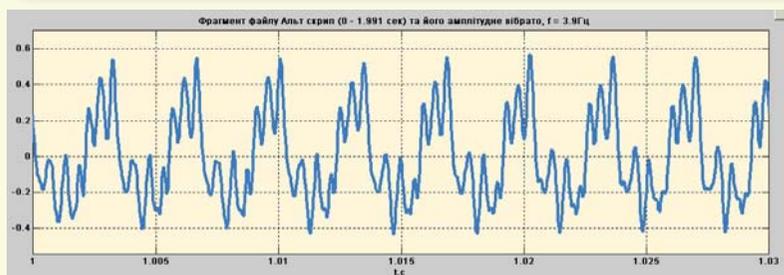
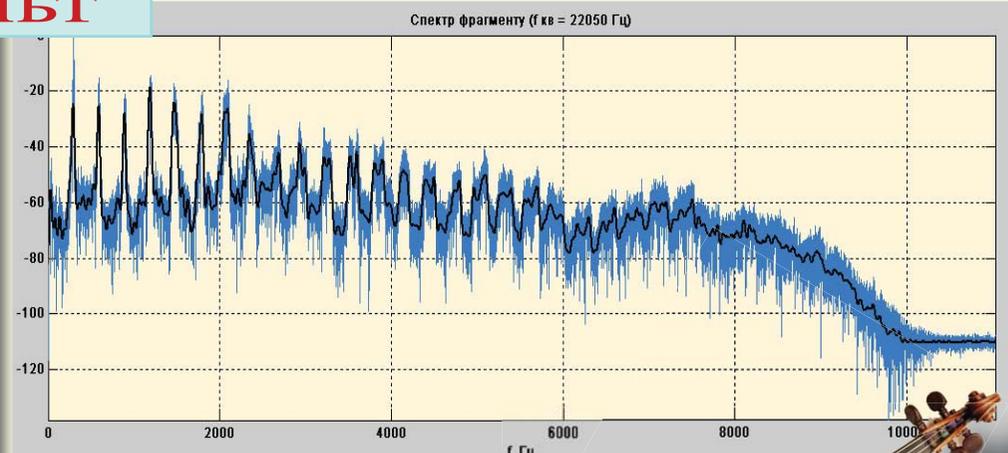
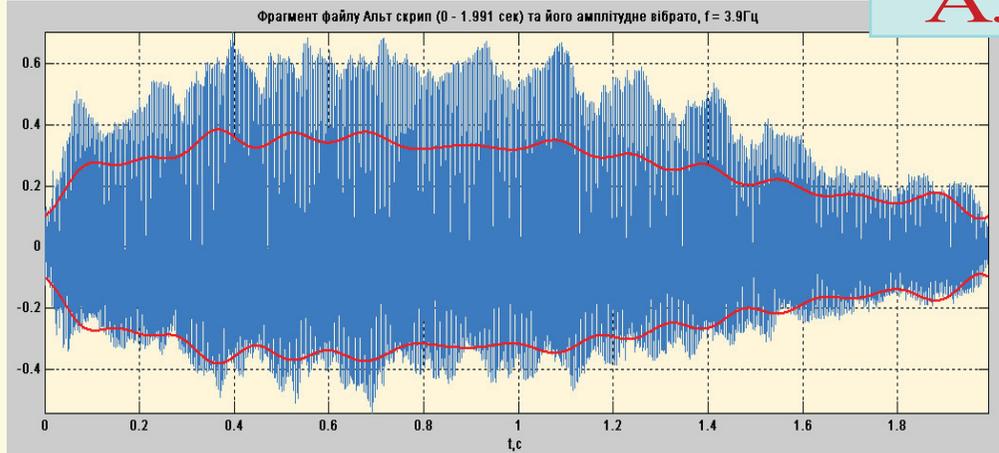
Фрагмент файлу Скрипка (0.062 - 1.316 сек) та його амплітудне вібраторо,  $f = 6.6 \text{ Гц}$



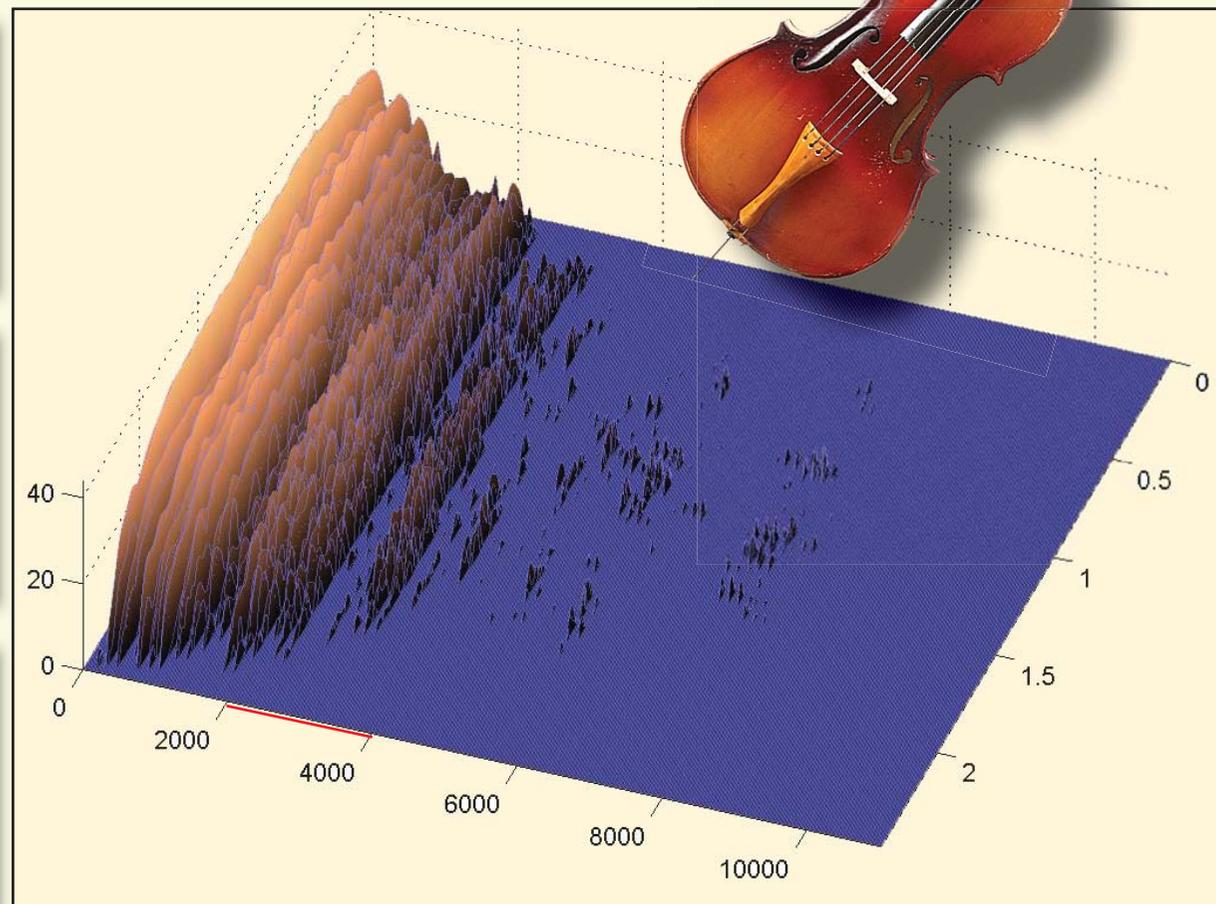
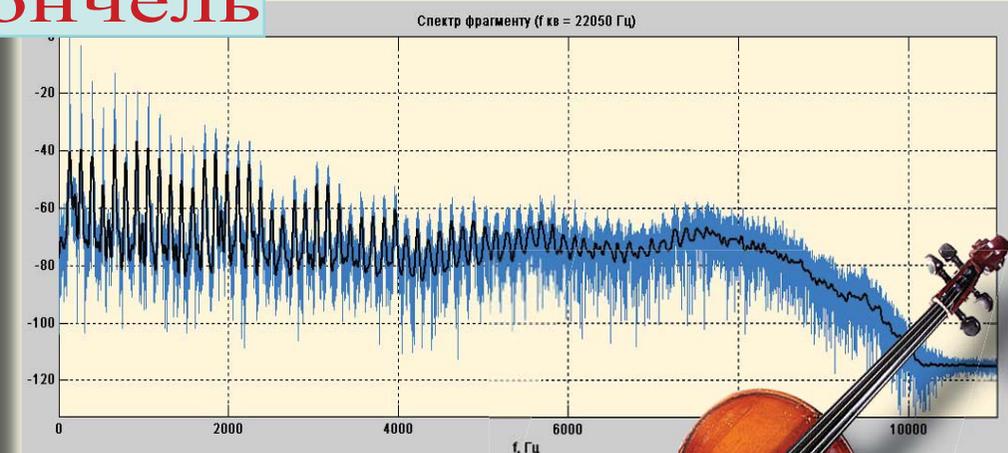
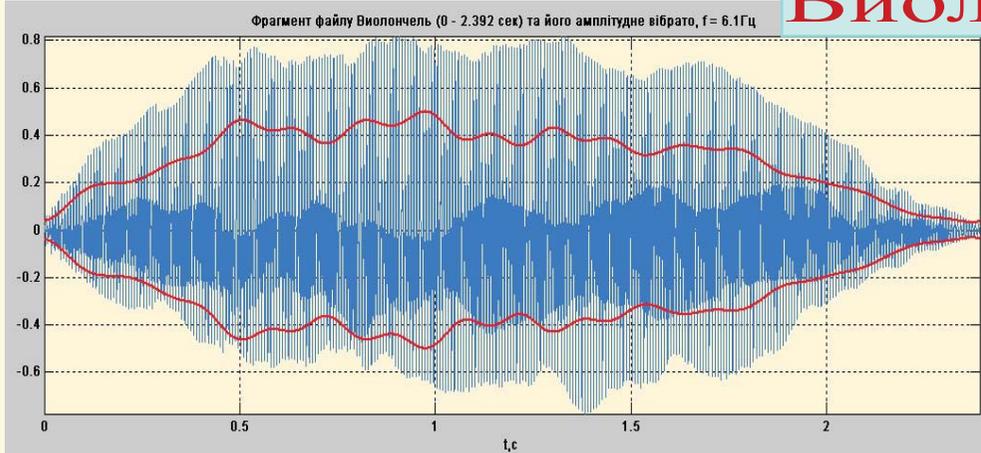
Фрагмент файлу Скрипка (0.062 - 1.316 сек) та його амплітудне вібраторо,  $f = 6.6 \text{ Гц}$



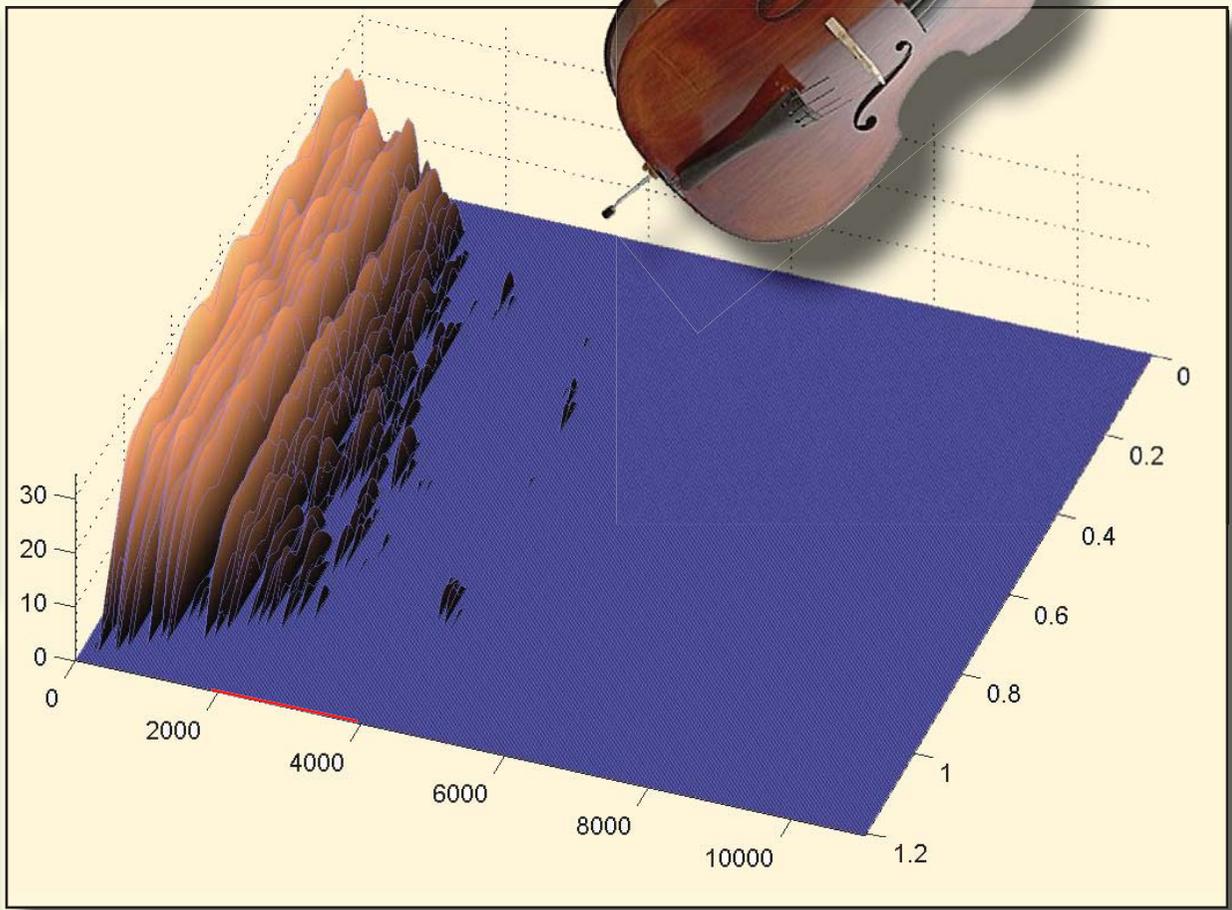
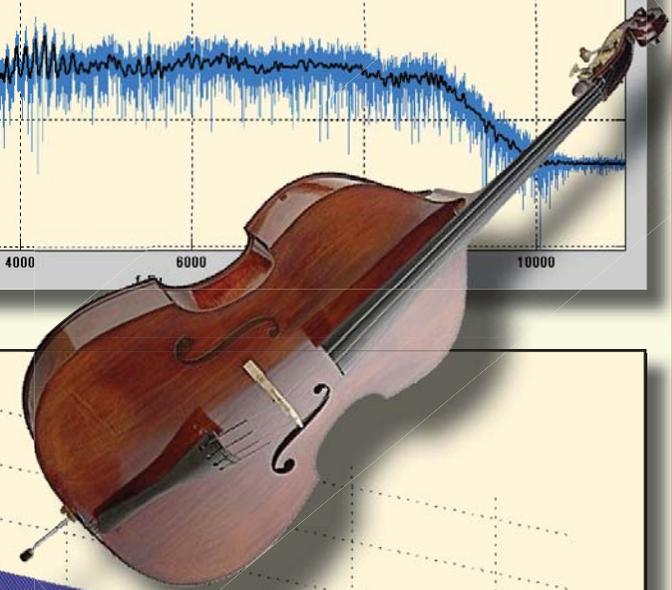
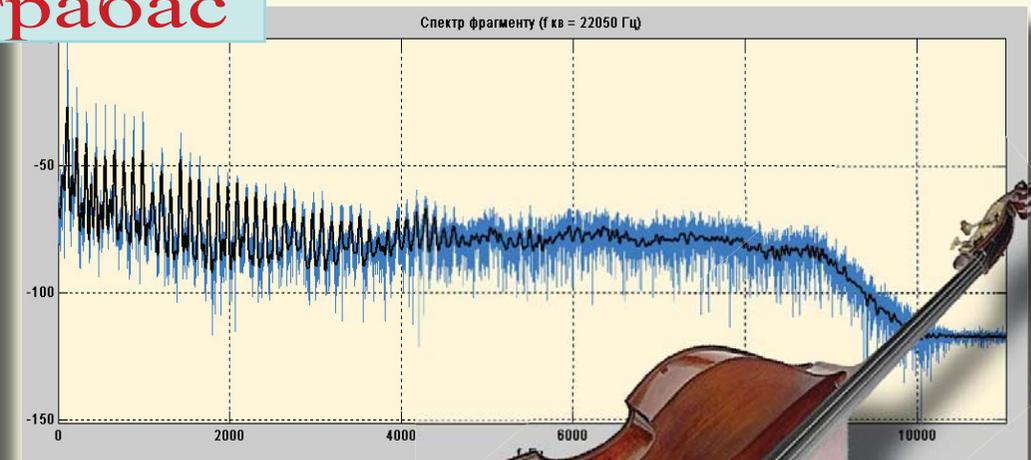
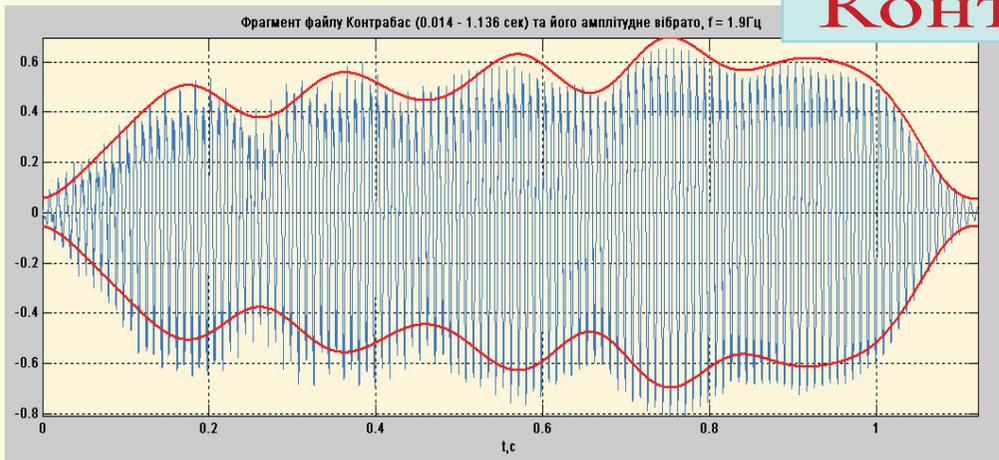
# АЛТ



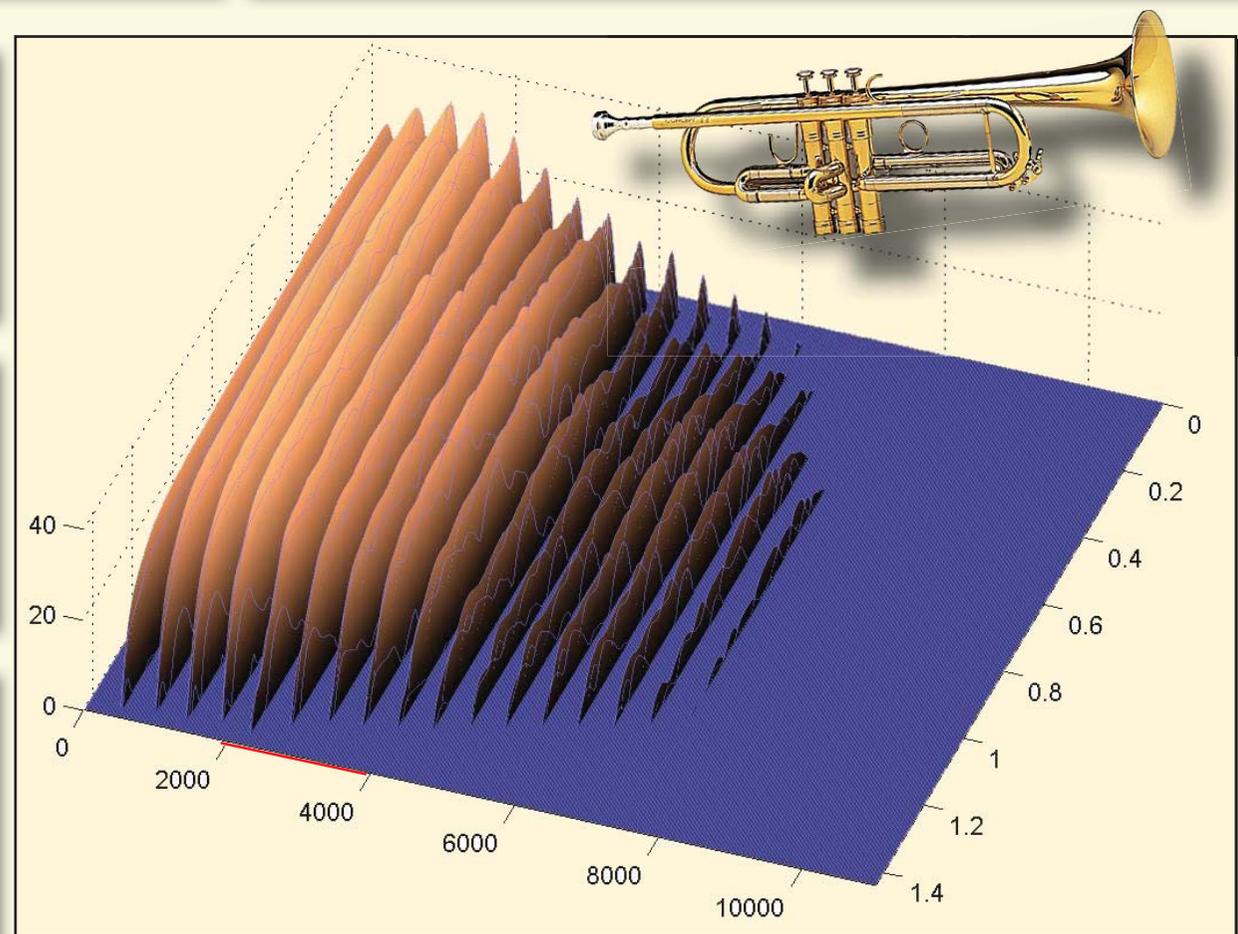
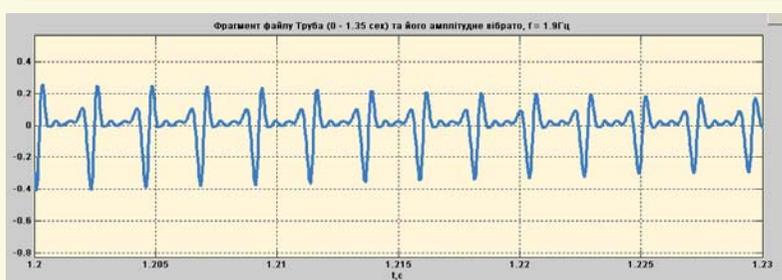
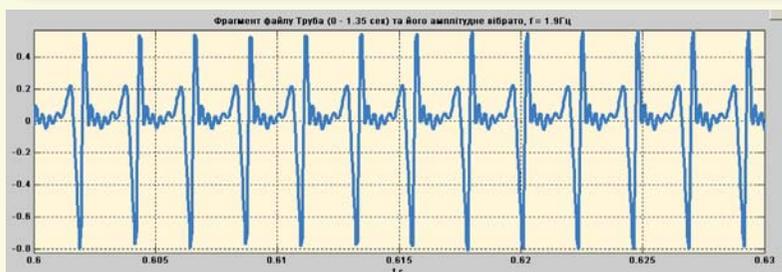
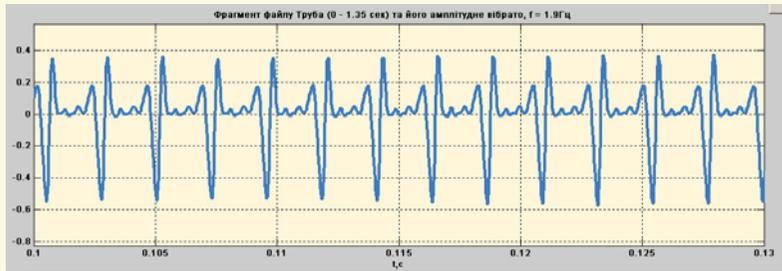
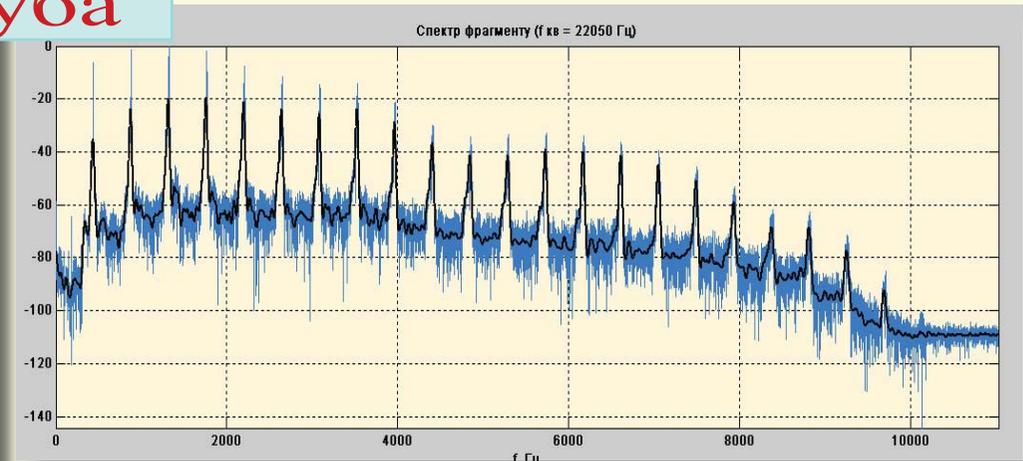
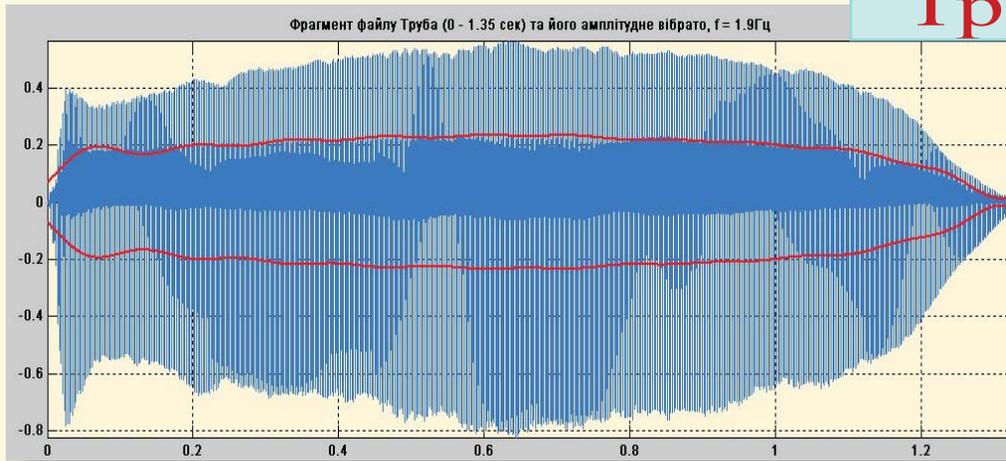
# Виолончель



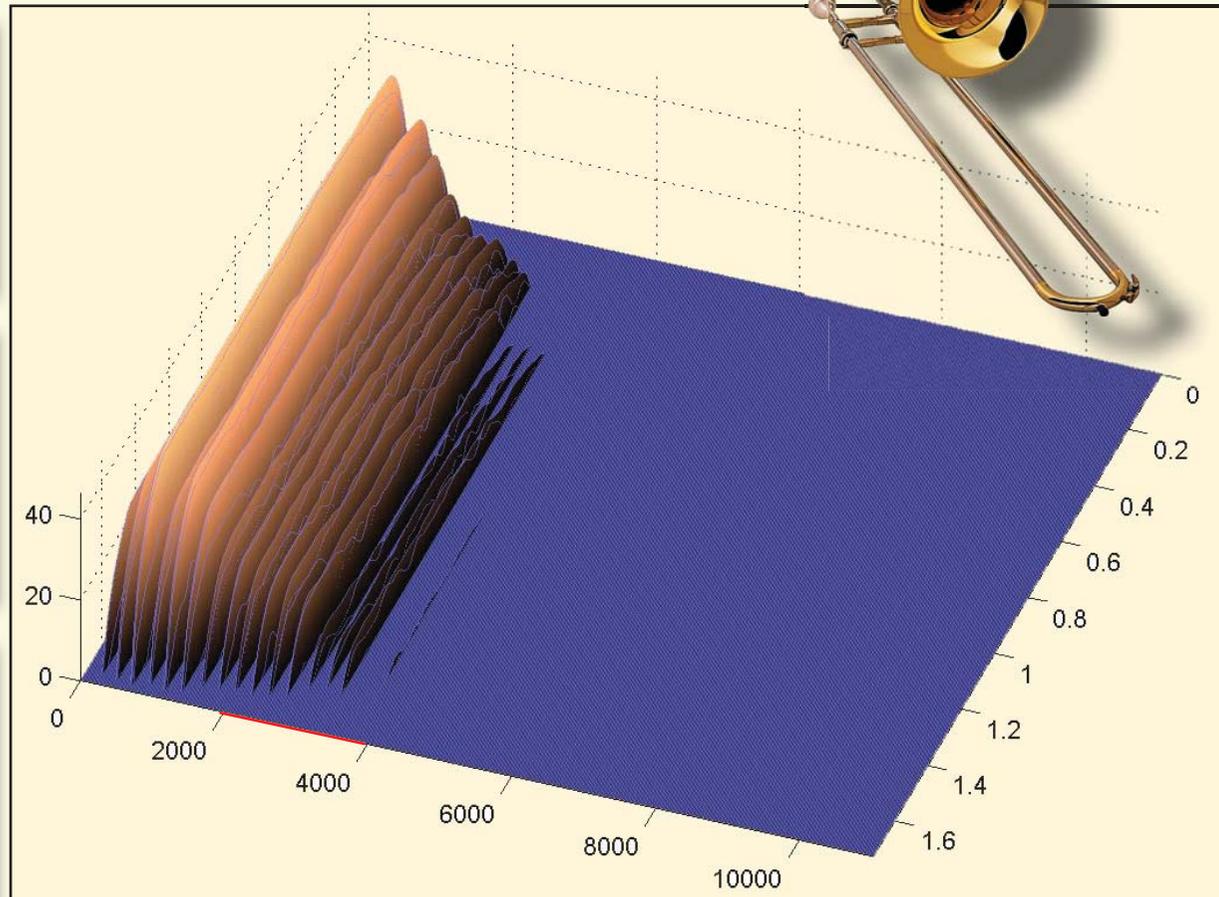
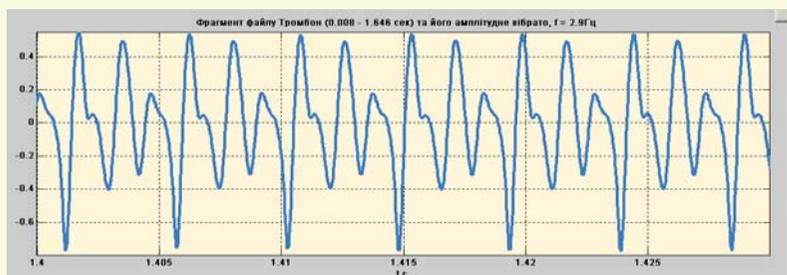
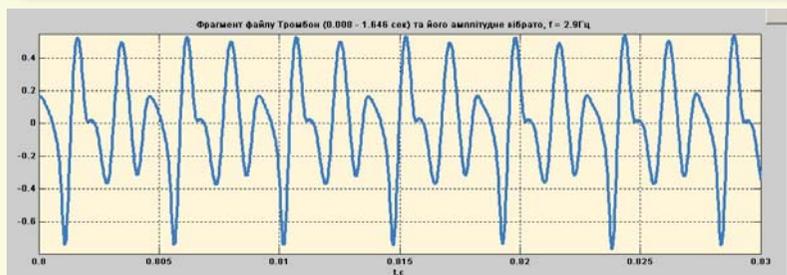
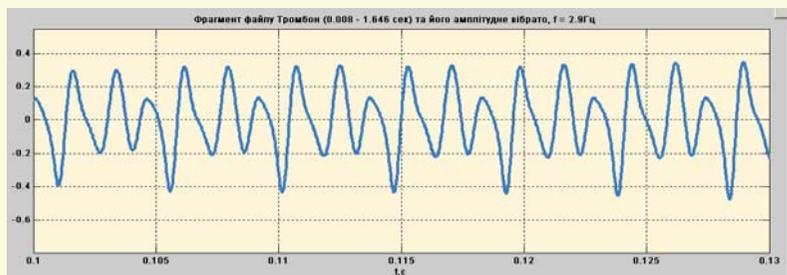
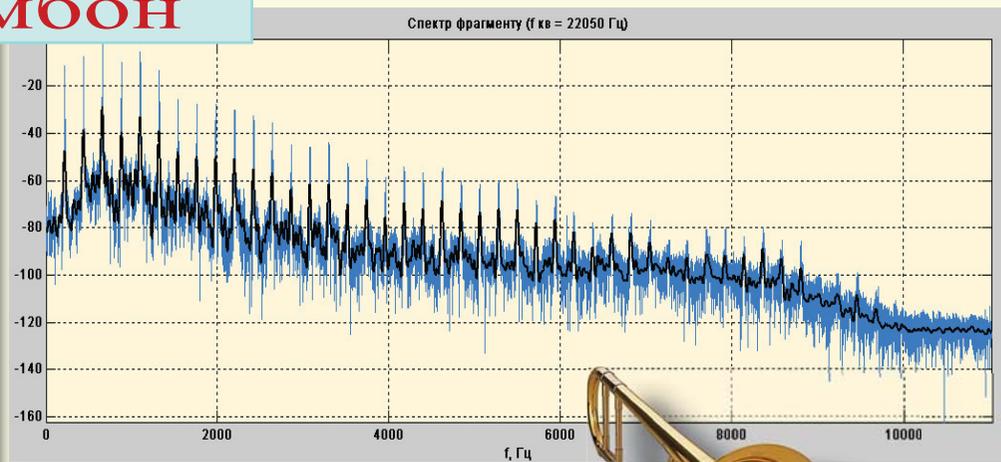
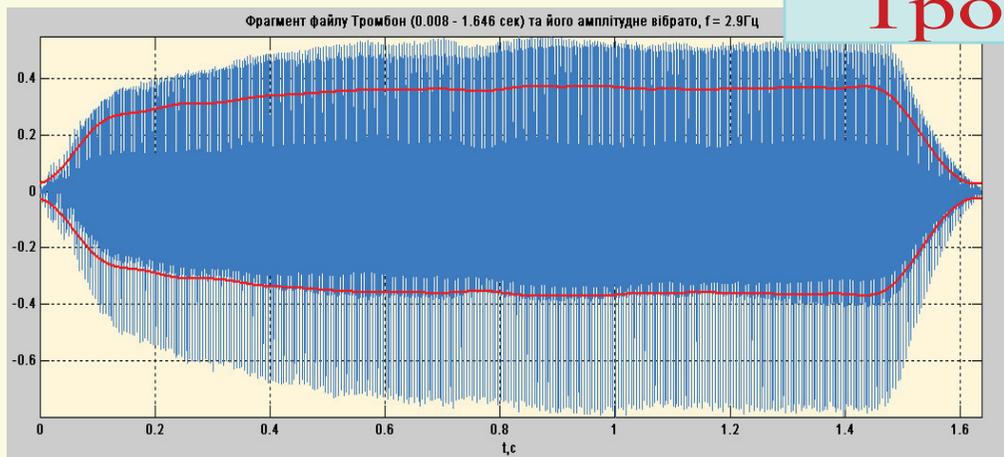
# Контрабас



# Труба

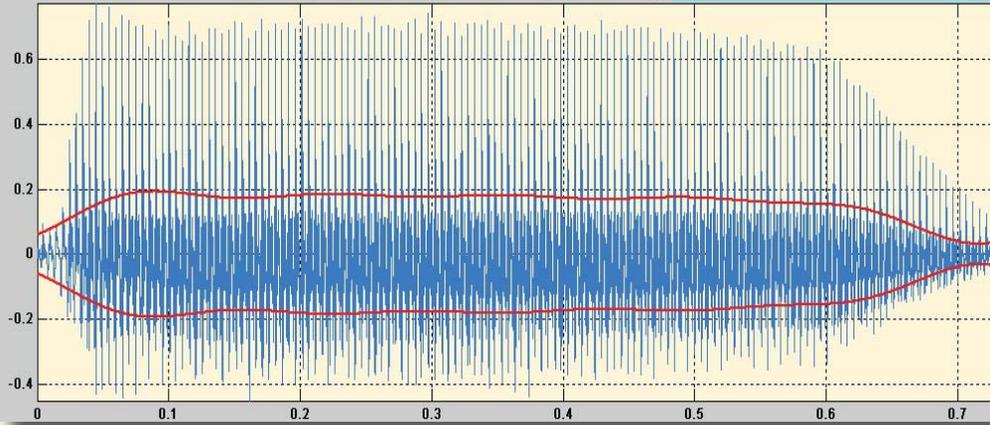


# Тромбон

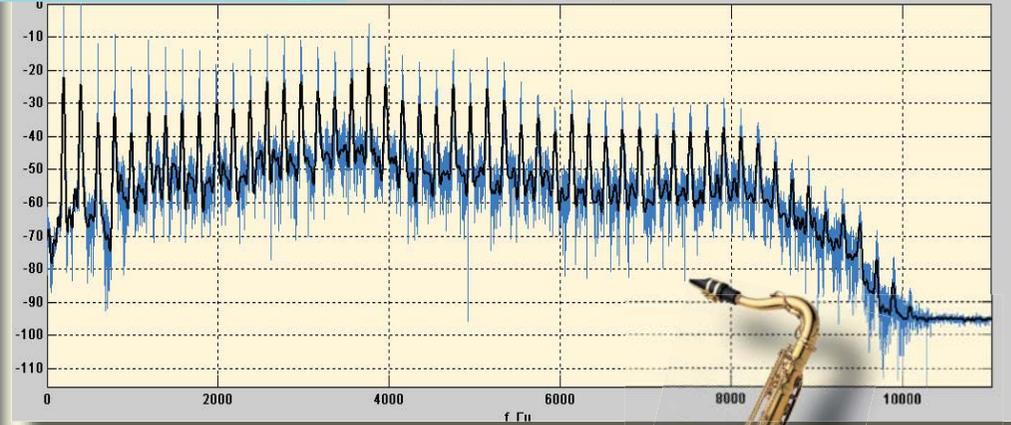


# Саксофон-тенор

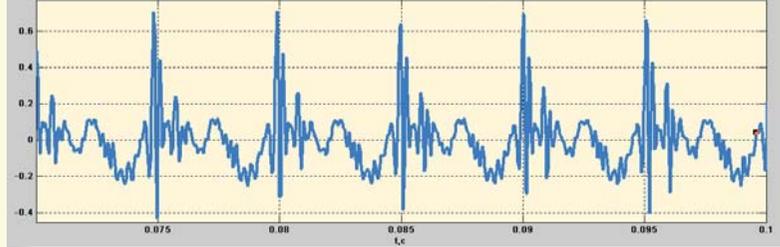
Фрагмент файлу Тенор сакс (0.025 - 0.772 сек) та його амплітуду



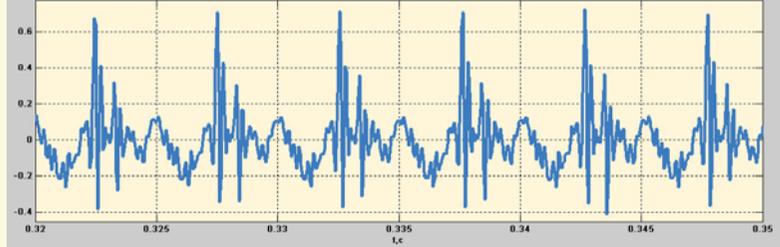
Спектр фрагменту (f кв = 22050 Гц)



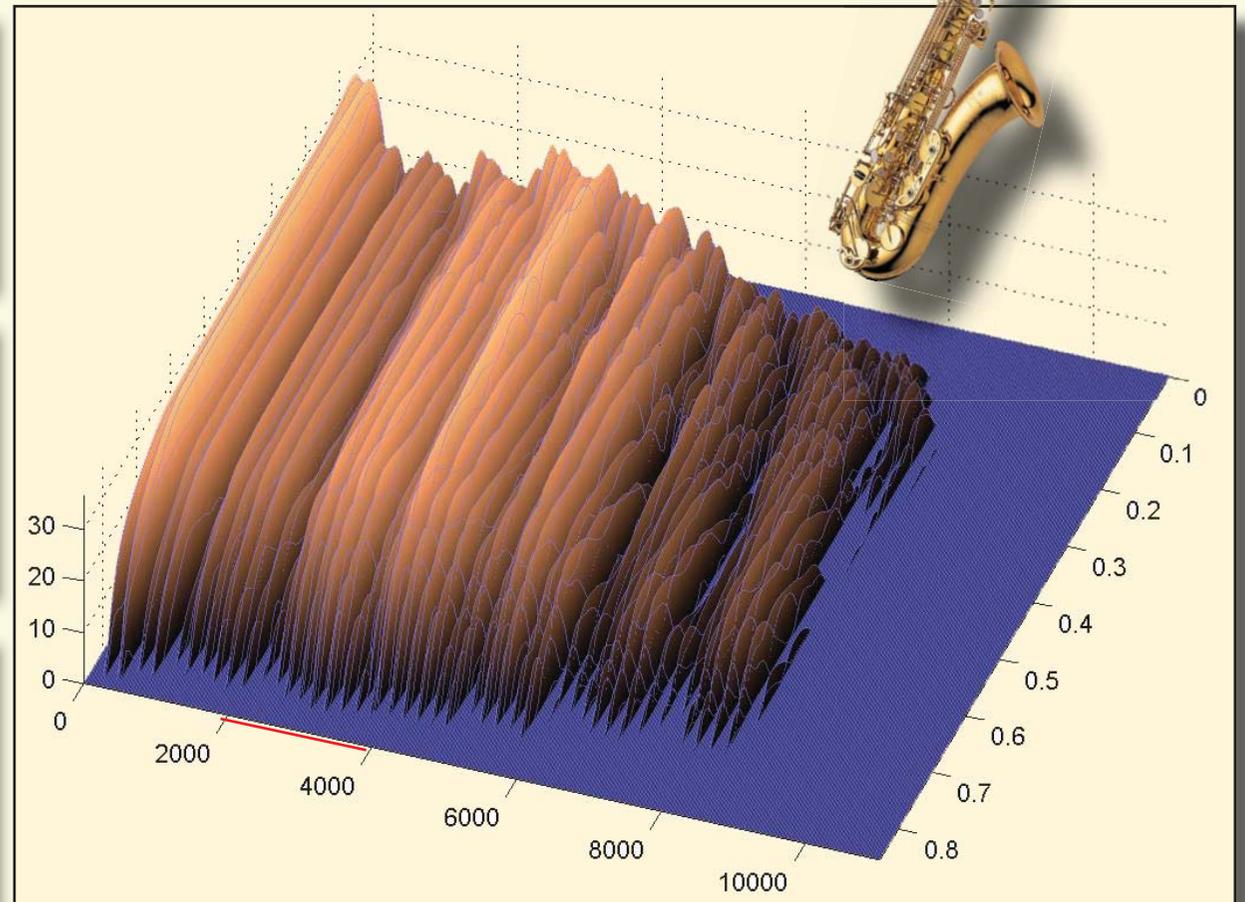
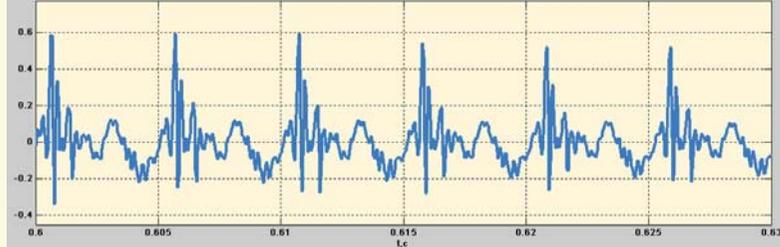
Фрагмент файлу Тенор сакс (0.025 - 0.772 сек) та його амплітудне вібратор, f = 2.9Гц



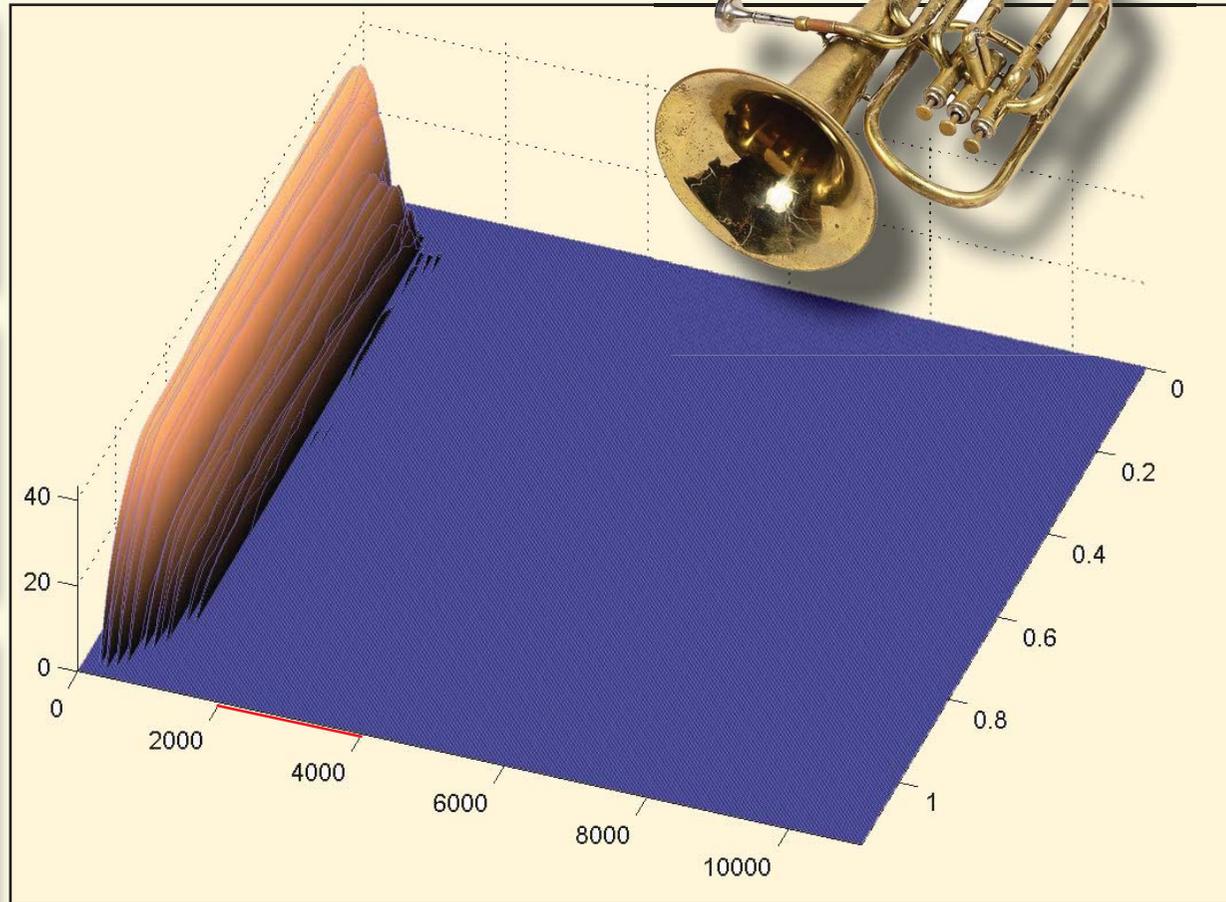
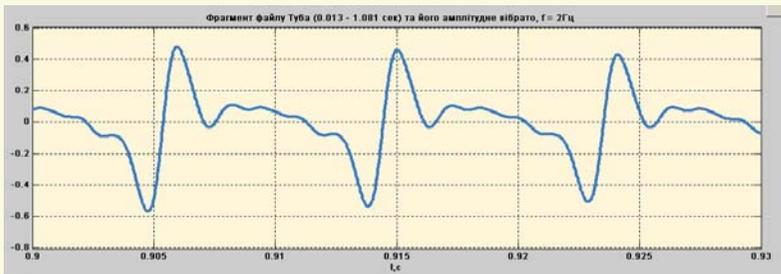
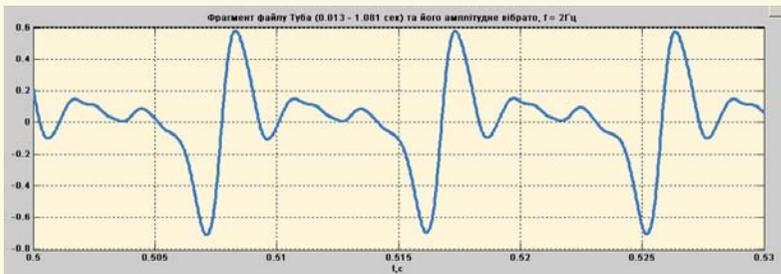
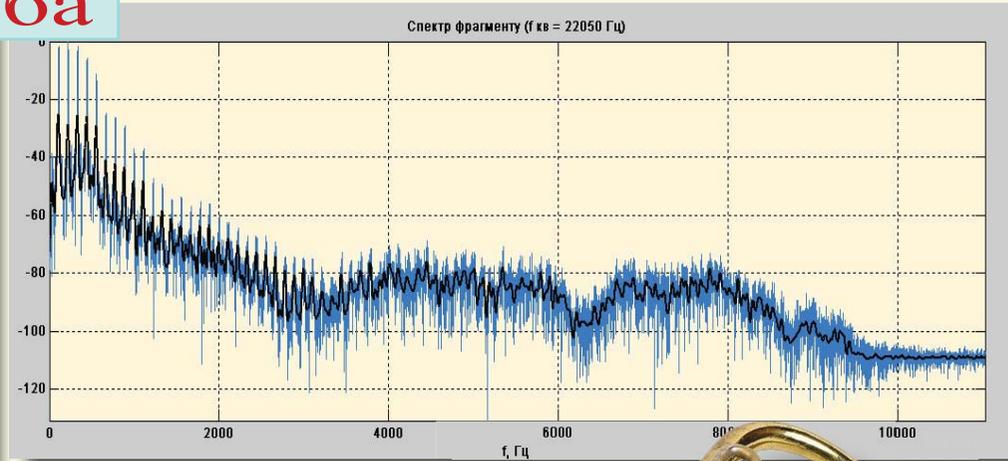
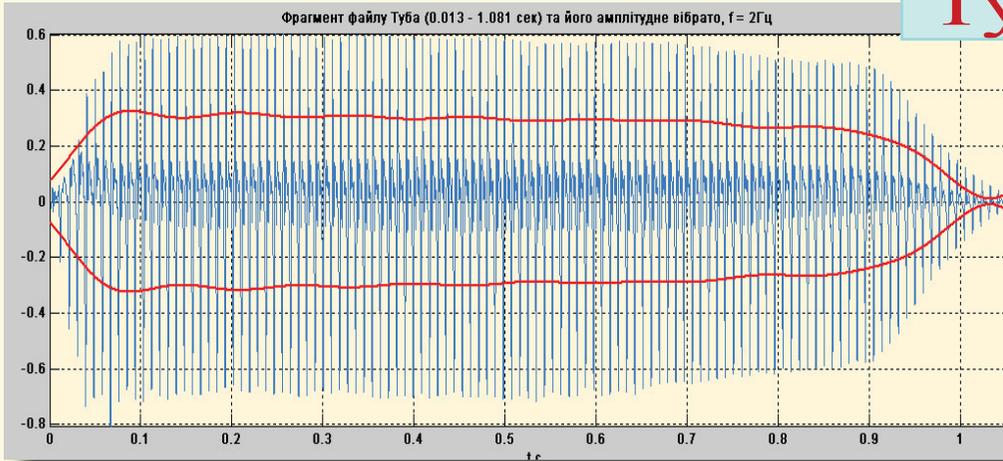
Фрагмент файлу Тенор сакс (0.025 - 0.772 сек) та його амплітудне вібратор, f = 2.9Гц



Фрагмент файлу Тенор сакс (0.025 - 0.772 сек) та його амплітудне вібратор, f = 2.9Гц

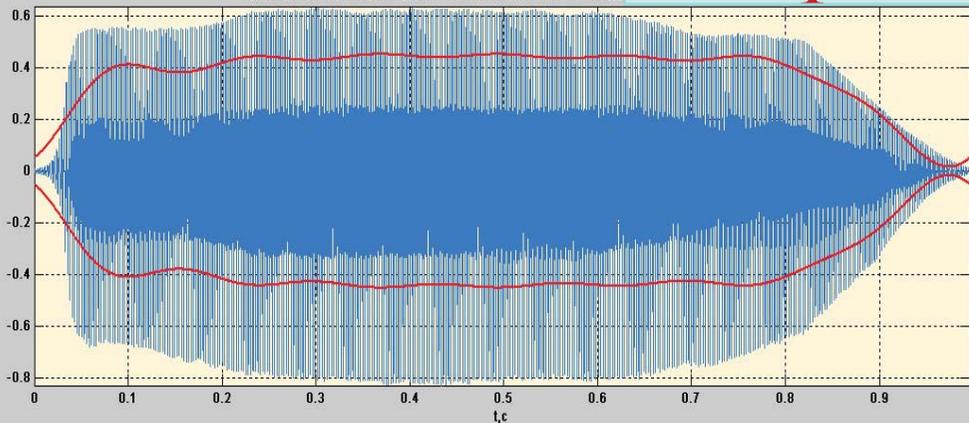


# Туба

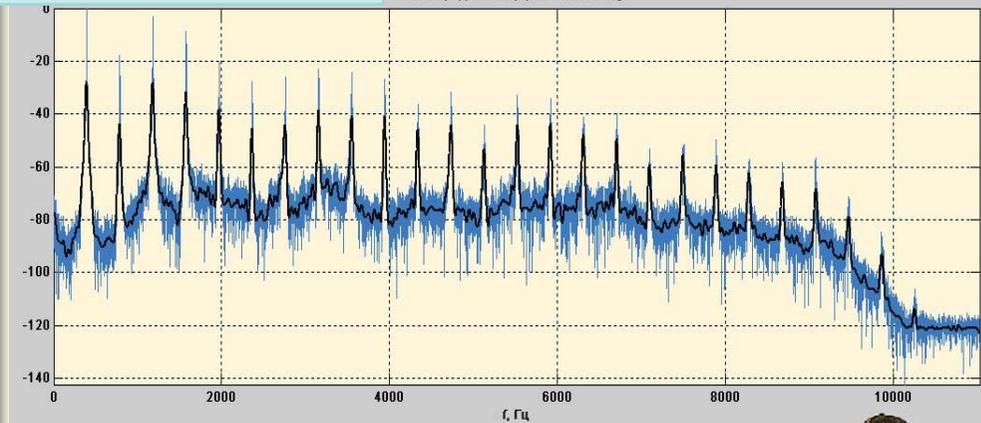


# Кларнет звук соль 1окт

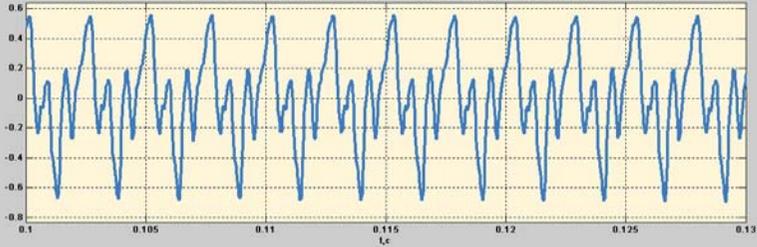
Фрагмент файлу Кларнет (0.014 - 1.011 сек) та його амплітуду



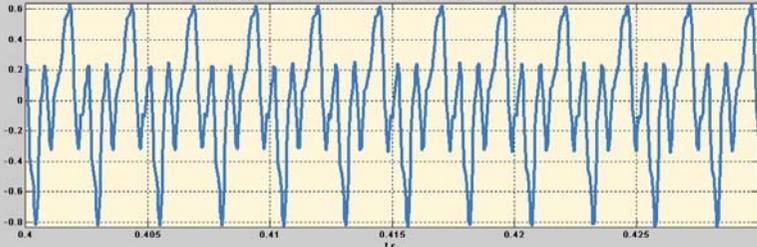
Спектр фрагменту ( $f_{кв} = 22050$  Гц)



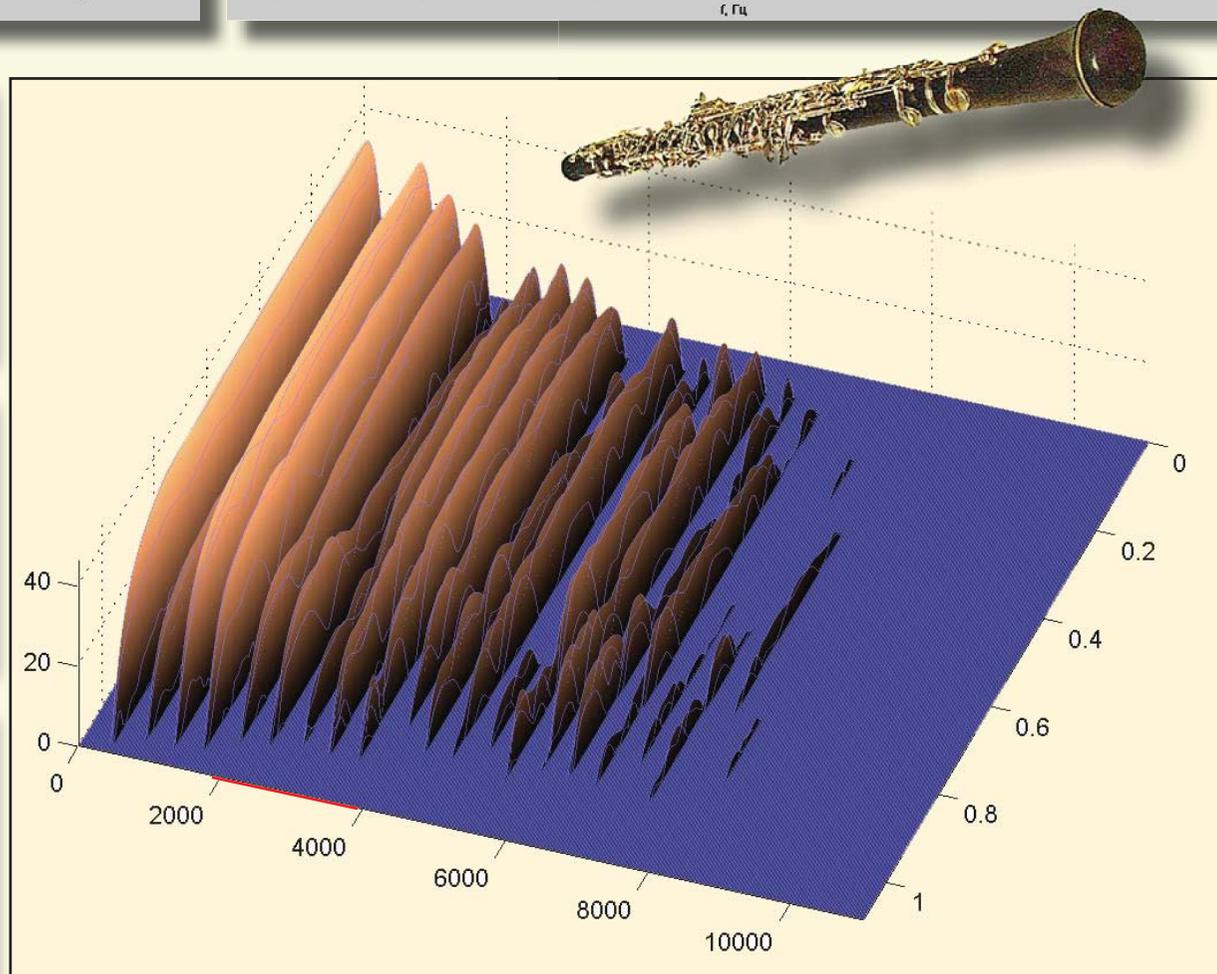
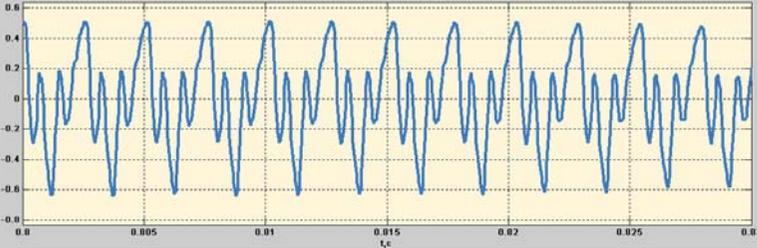
Фрагмент файлу Кларнет (0.014 - 1.011 сек) та його амплітудне вібрації,  $f = 2.11$  Гц



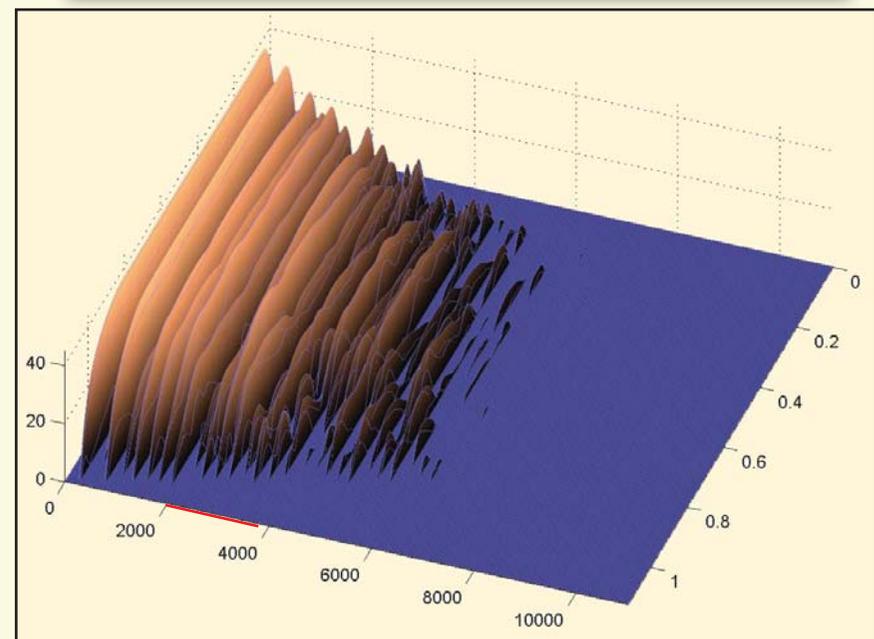
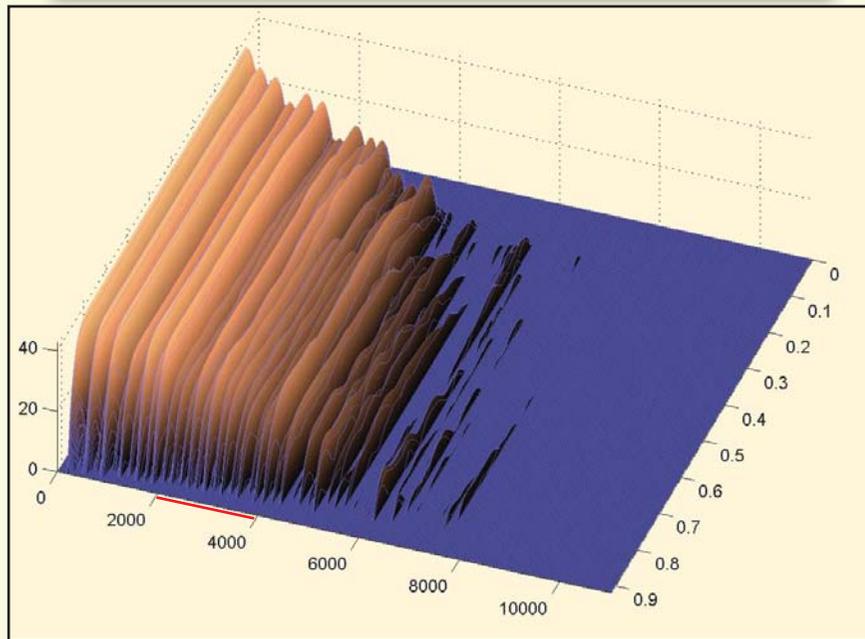
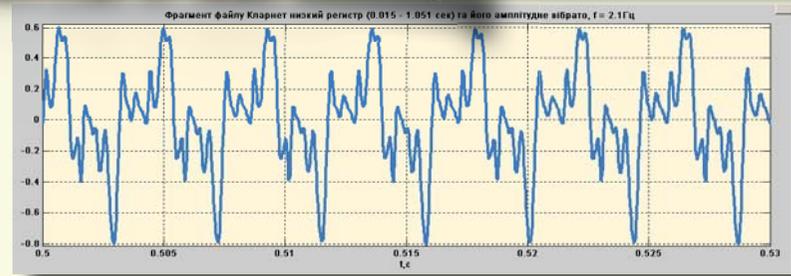
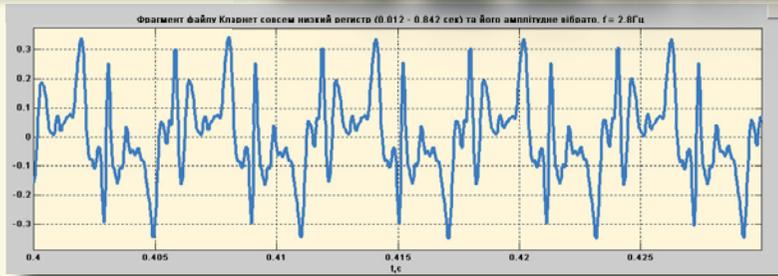
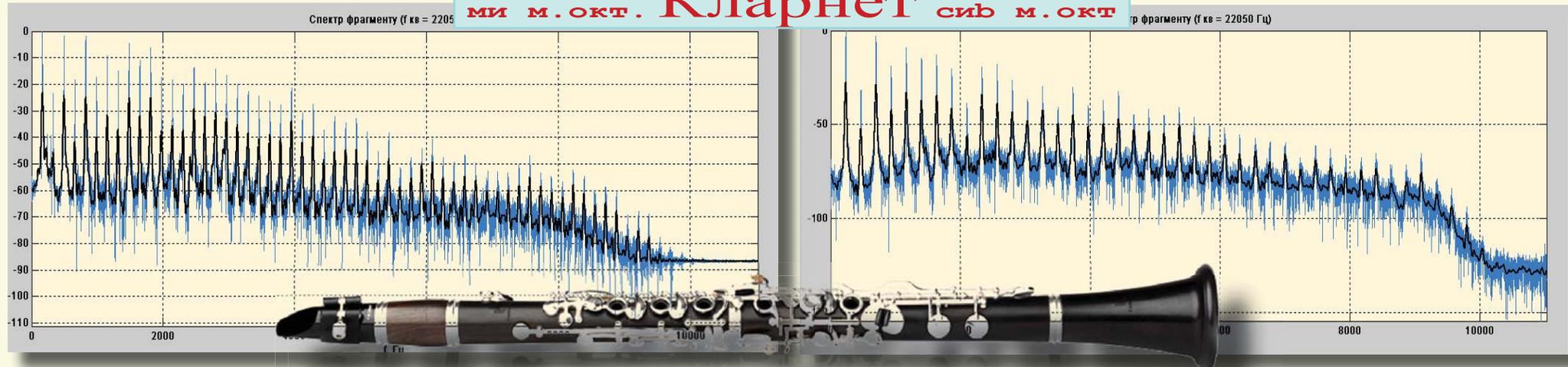
Фрагмент файлу Кларнет (0.014 - 1.011 сек) та його амплітудне вібрації,  $f = 2.11$  Гц



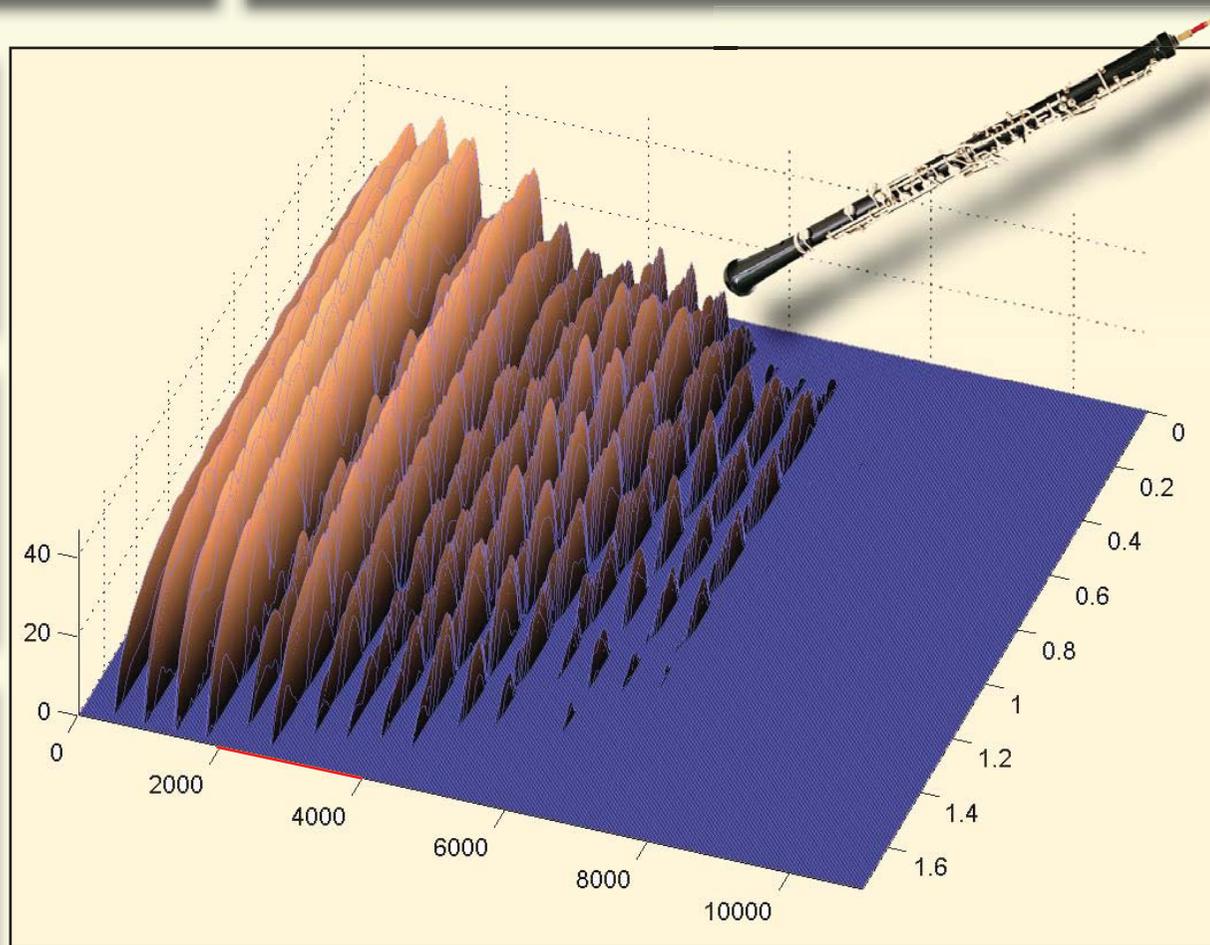
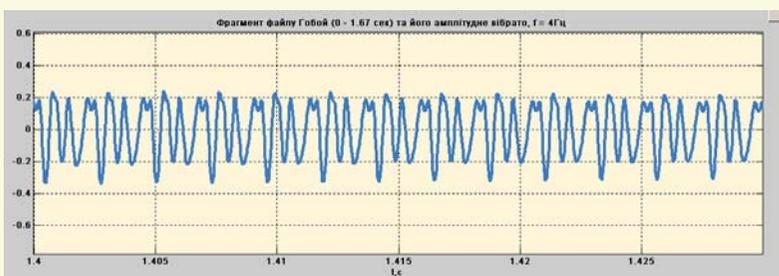
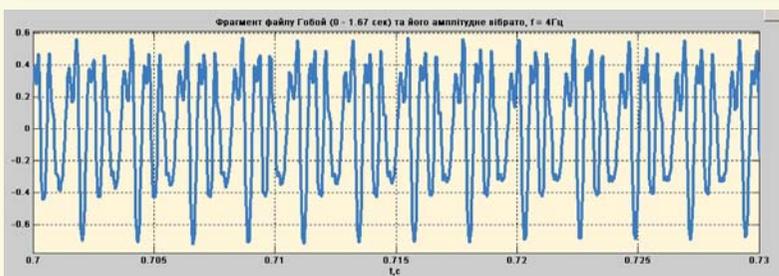
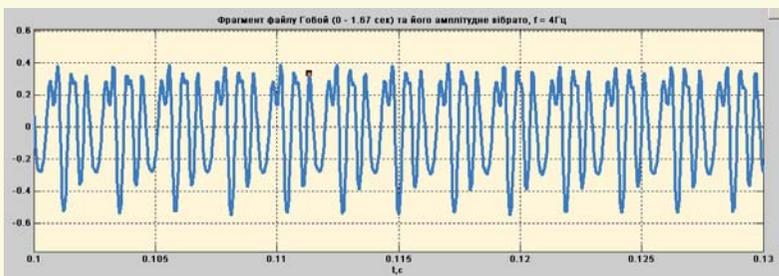
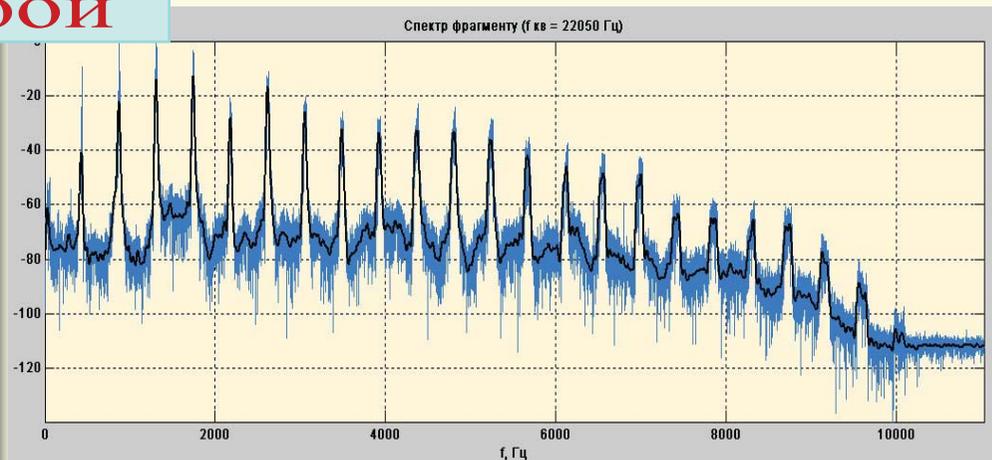
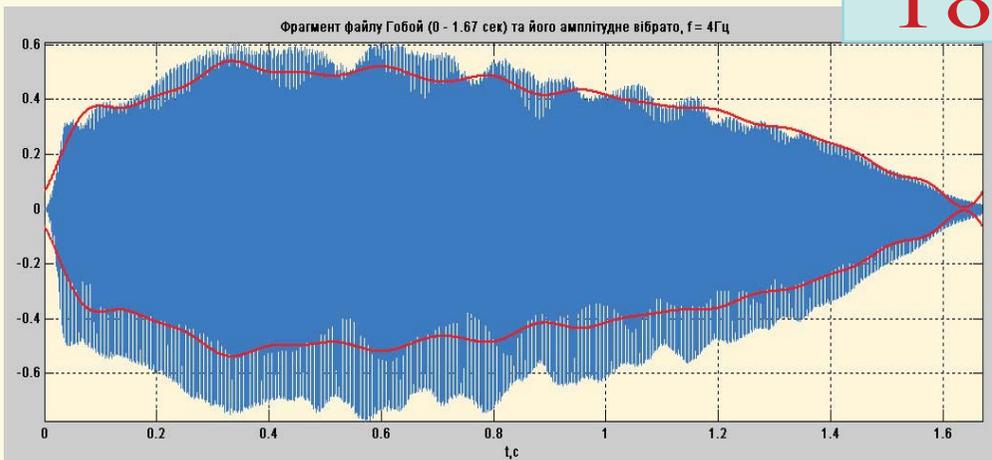
Фрагмент файлу Кларнет (0.014 - 1.011 сек) та його амплітудне вібрації,  $f = 2.11$  Гц



# ми м.окт. Кларнет сиб м.окт

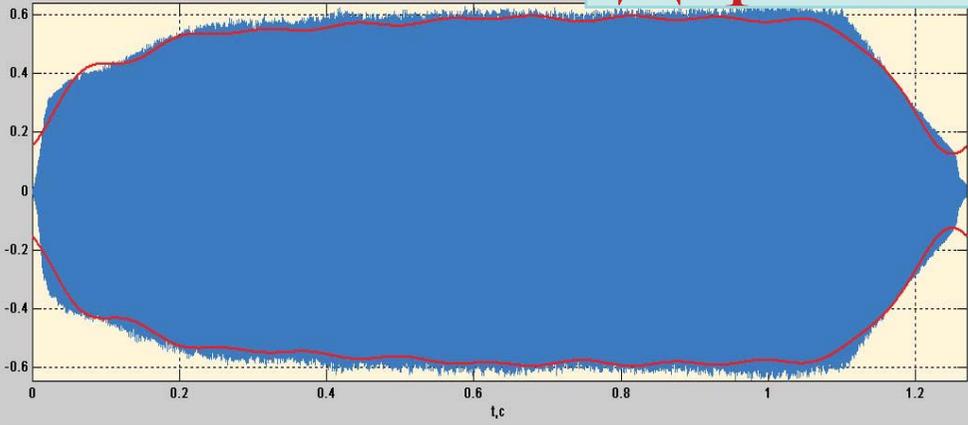


# Гобой

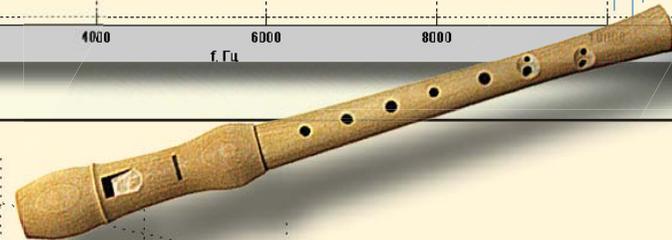
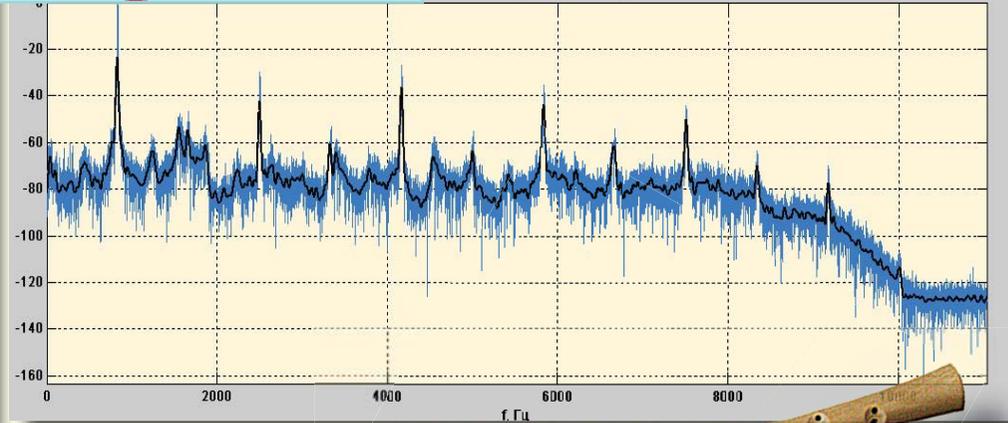


# Деревянная флейта

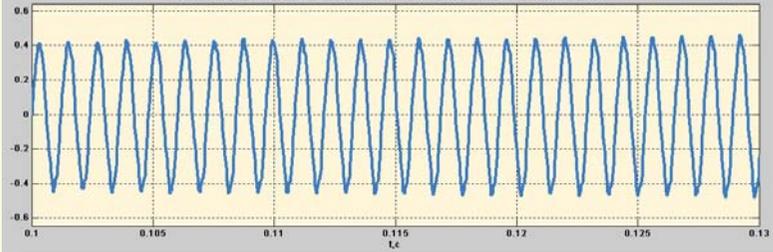
Фрагмент файла Деревянная флейта (0 - 1.269 сек) та його



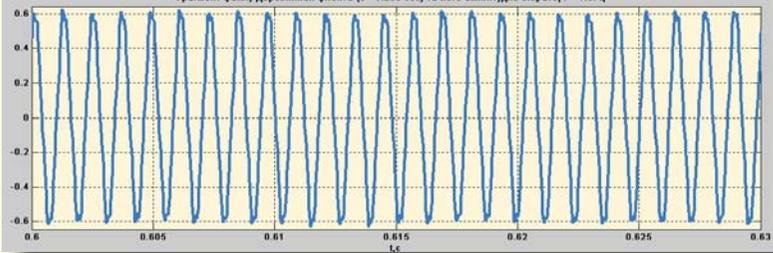
екстр фрагменту (f кв = 22050 Гц)



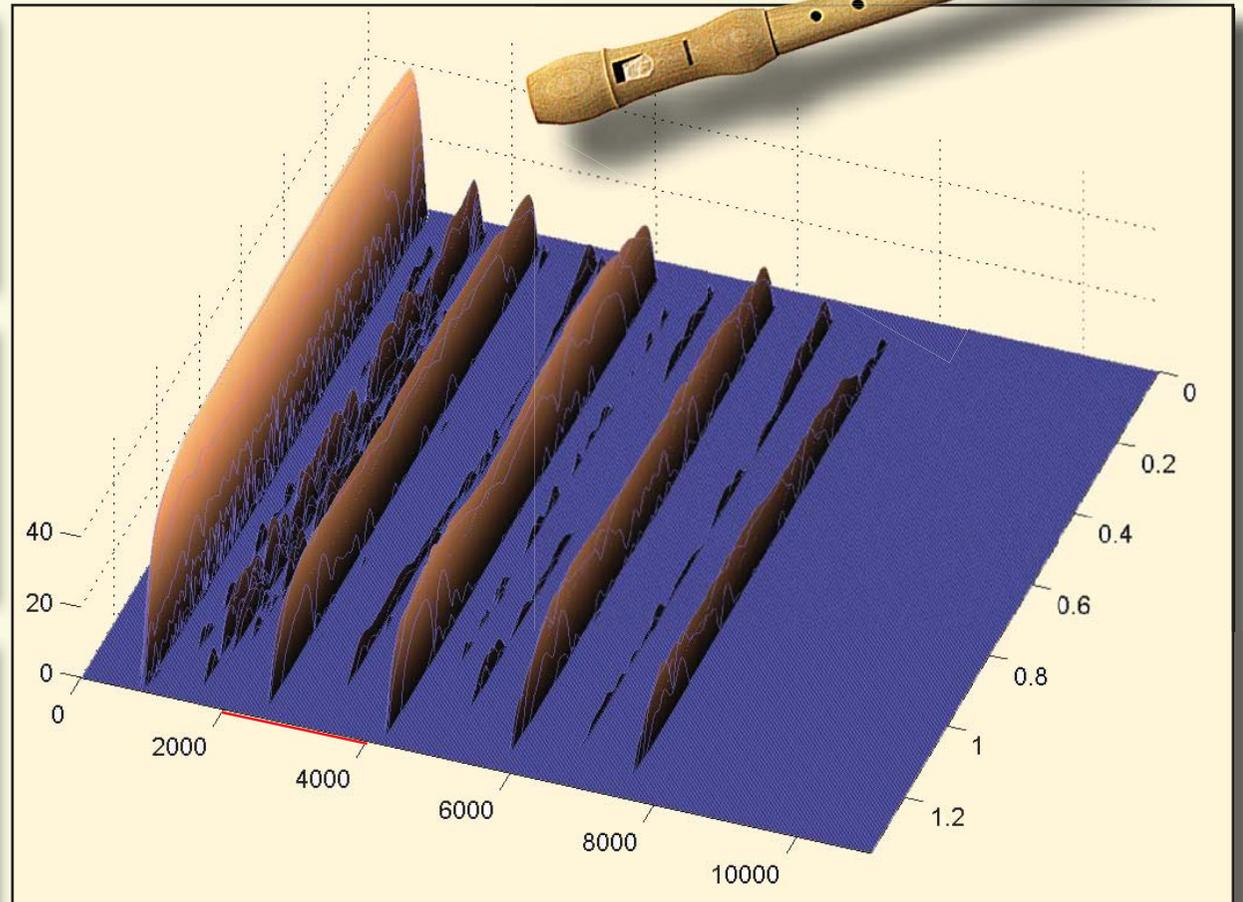
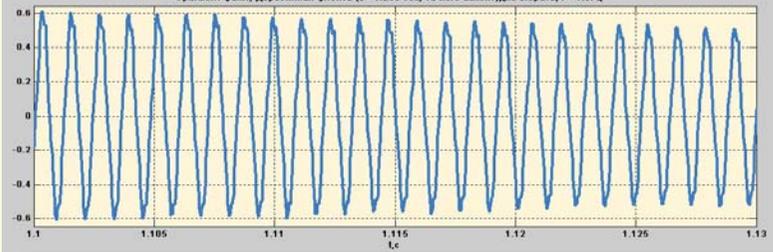
Фрагмент файла Деревянная флейта (0 - 1.269 сек) та його амплітудне вібратор,  $f = 1.9 Гц$



Фрагмент файла Деревянная флейта (0 - 1.269 сек) та його амплітудне вібратор,  $f = 1.9 Гц$



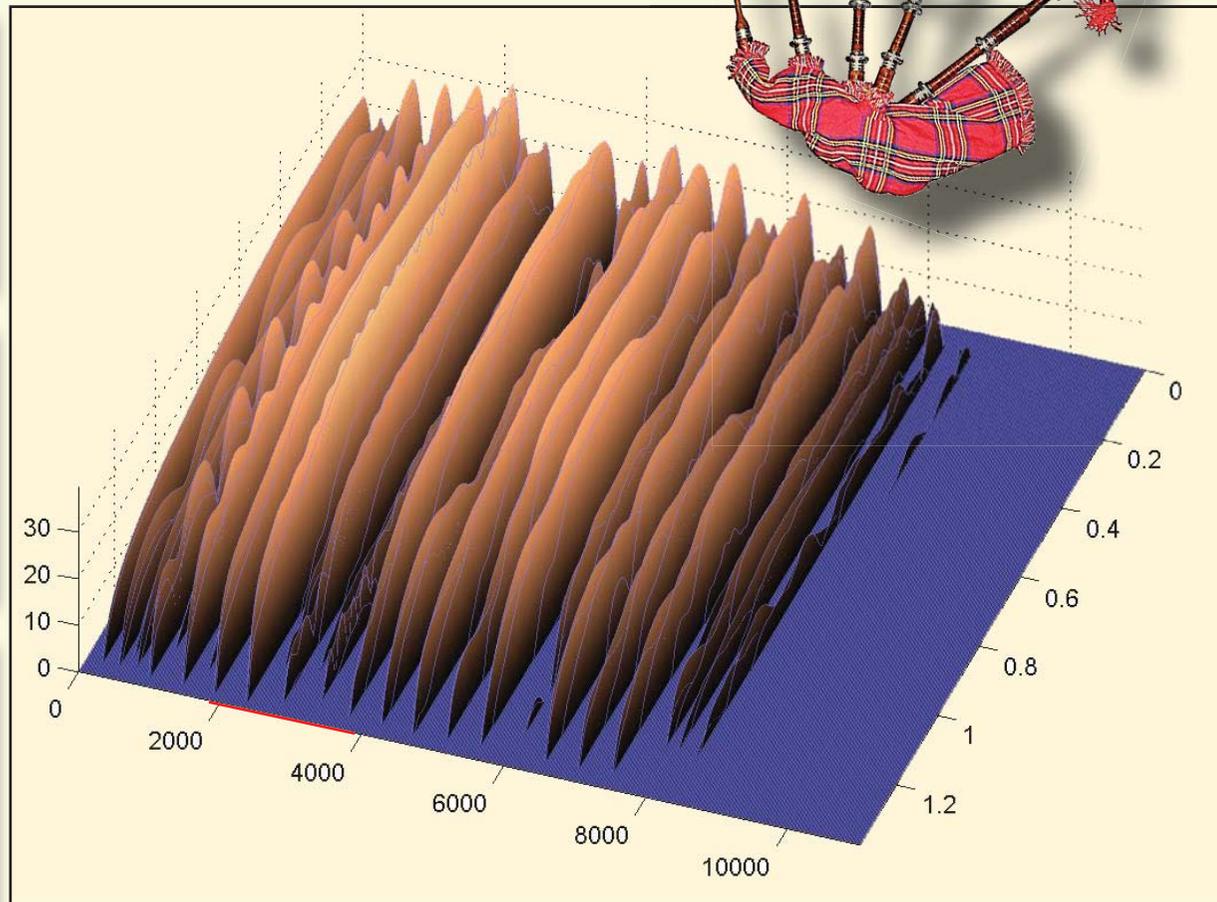
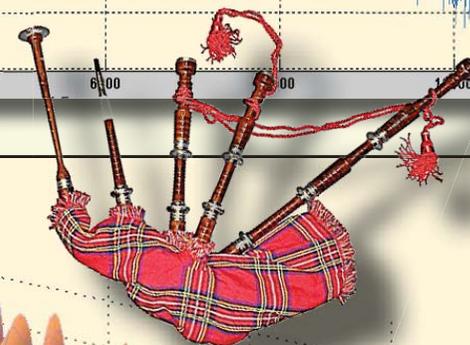
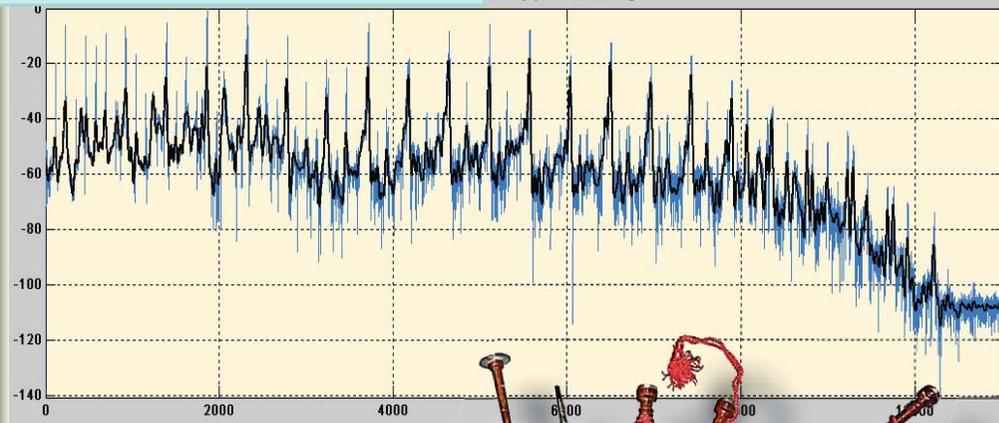
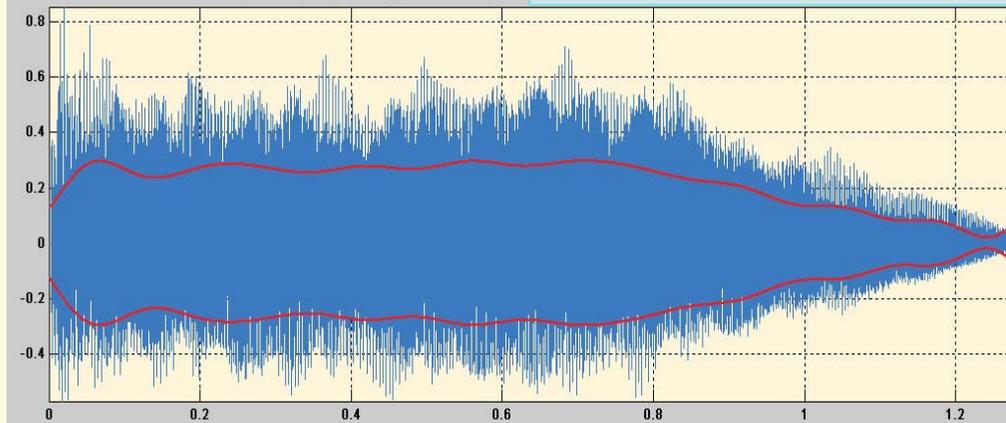
Фрагмент файла Деревянная флейта (0 - 1.269 сек) та його амплітудне вібратор,  $f = 1.9 Гц$



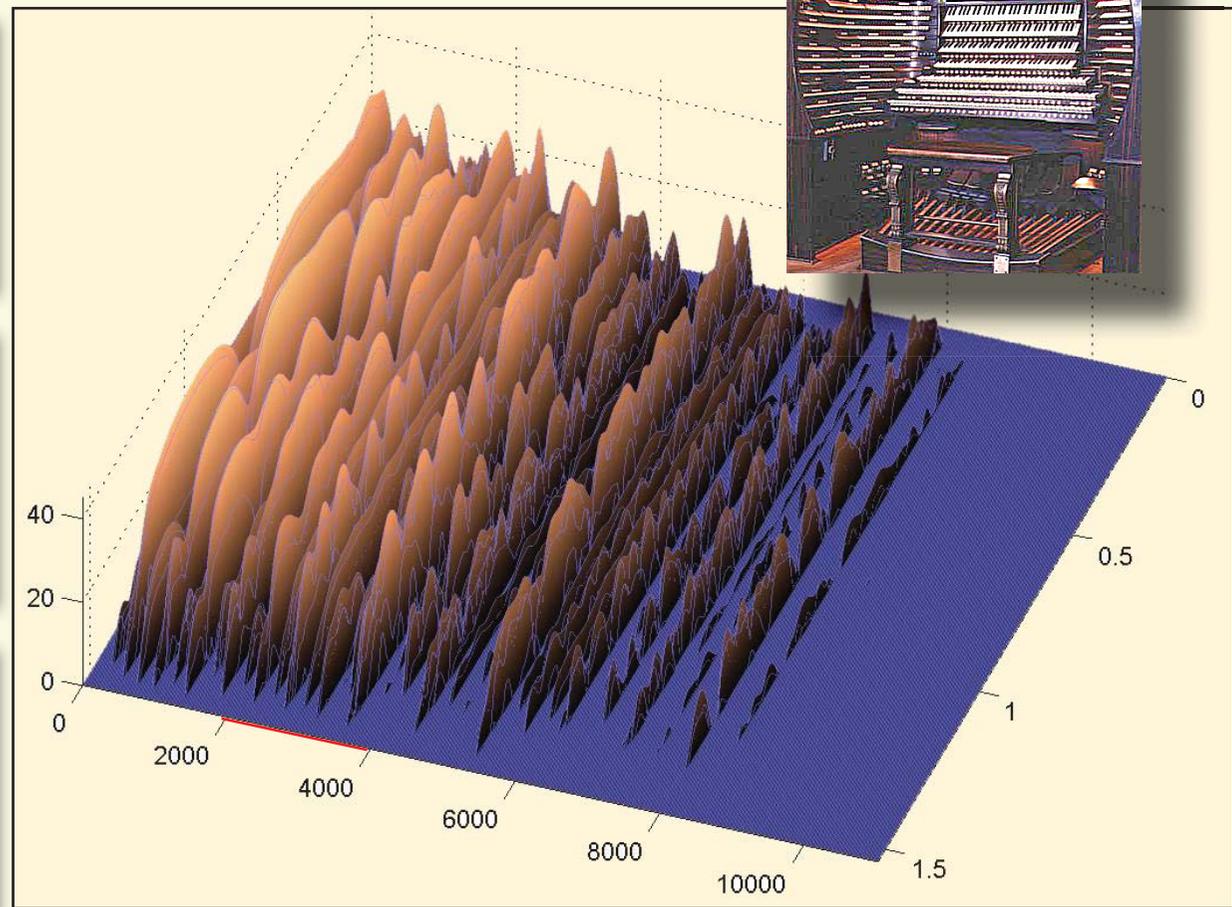
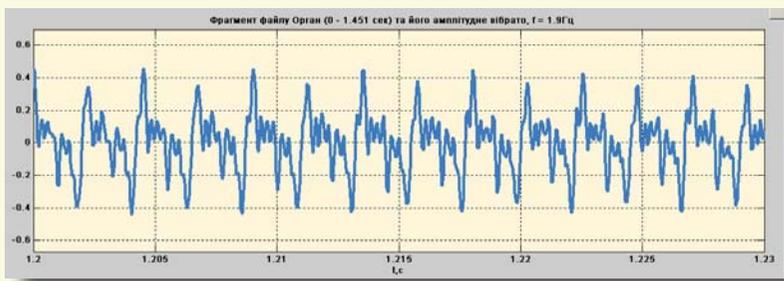
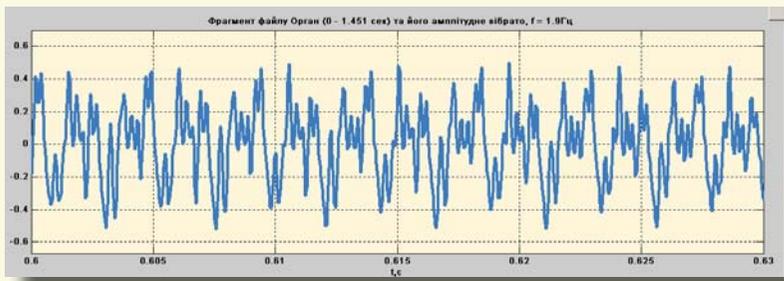
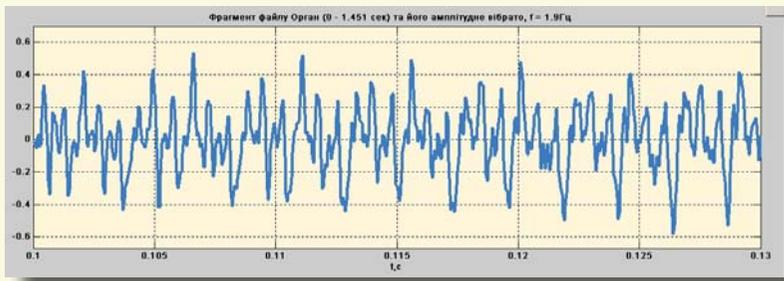
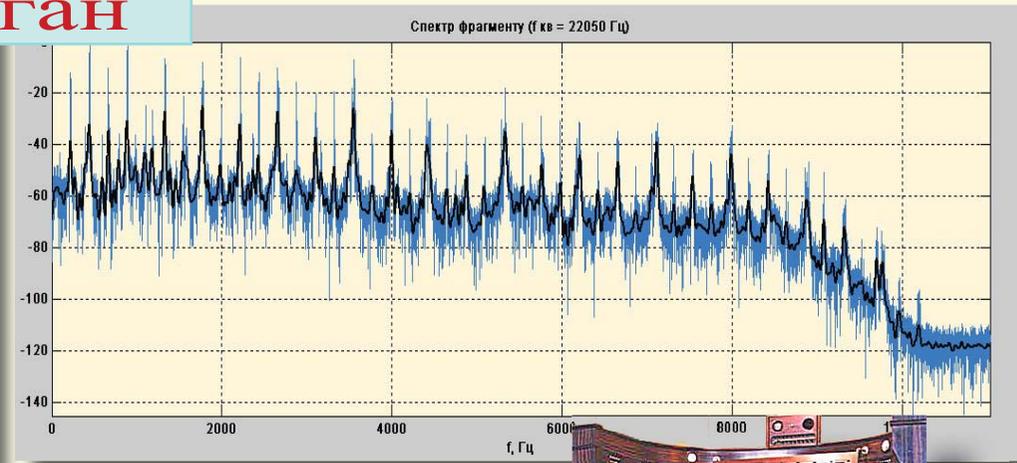
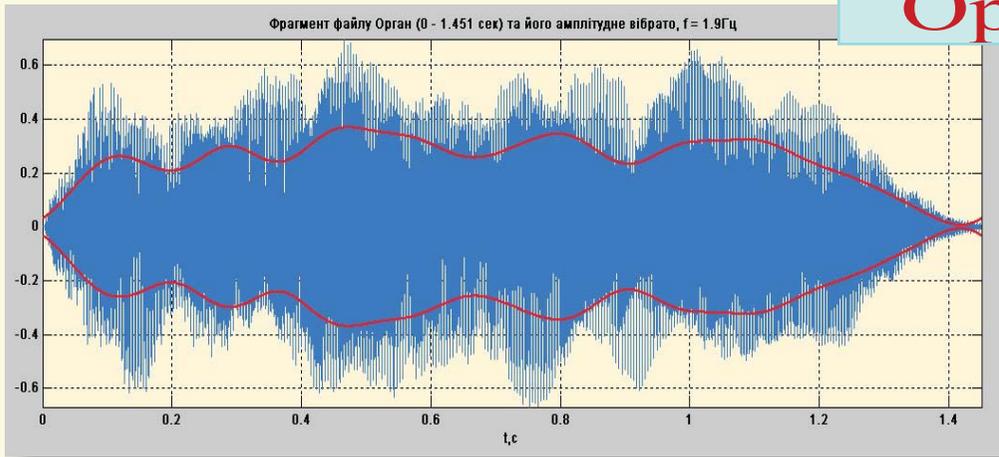
# Шотландская волынка

Фрагмент файла Шотландская волынка (0 - 1.

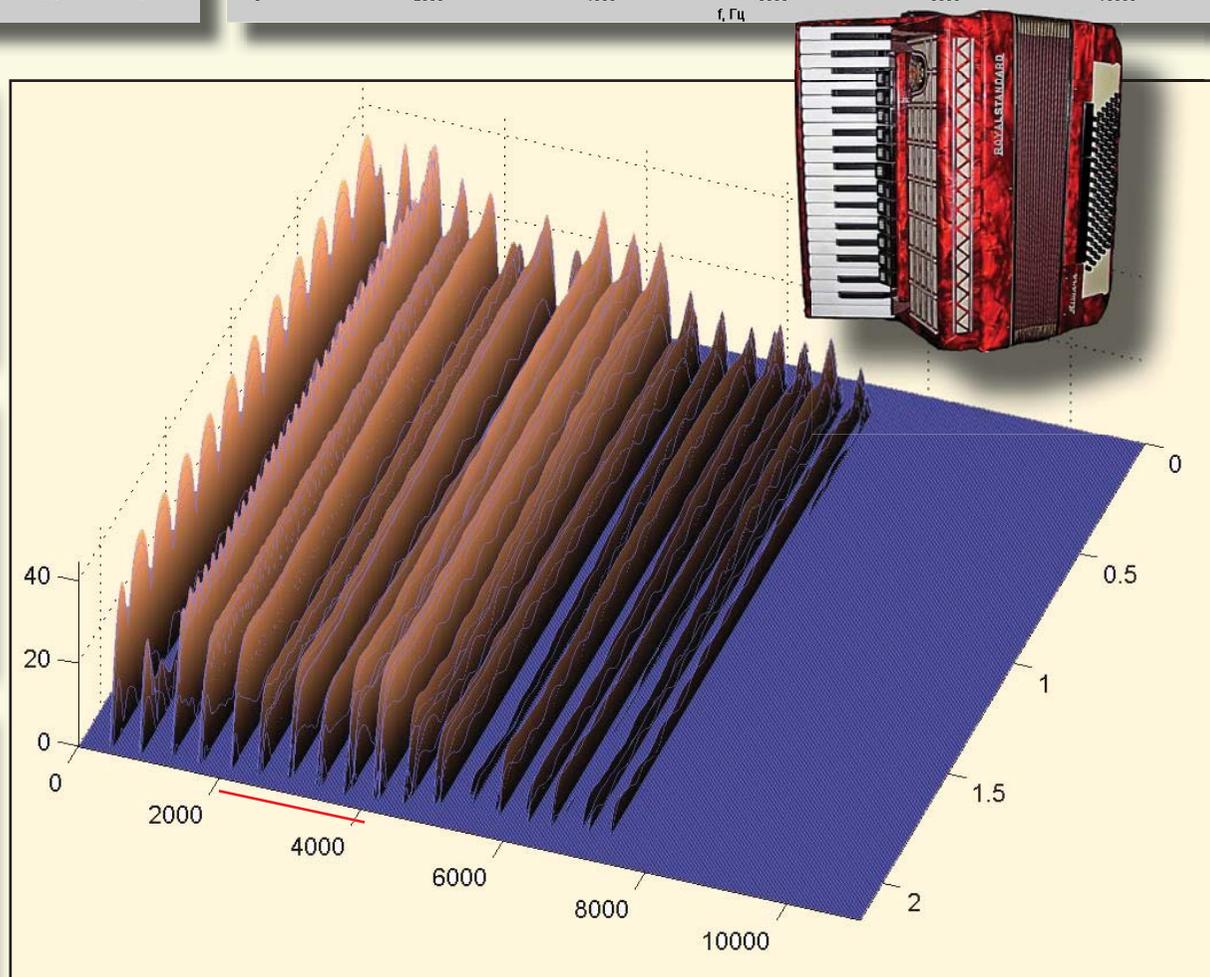
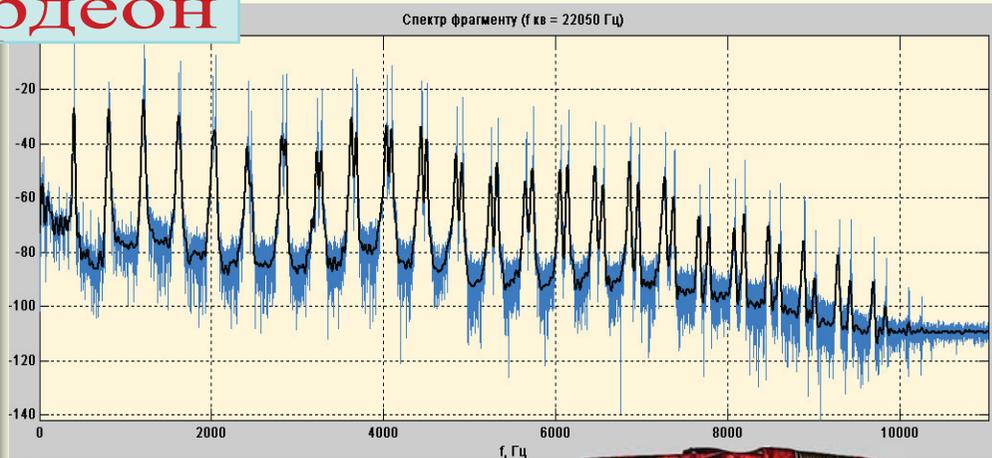
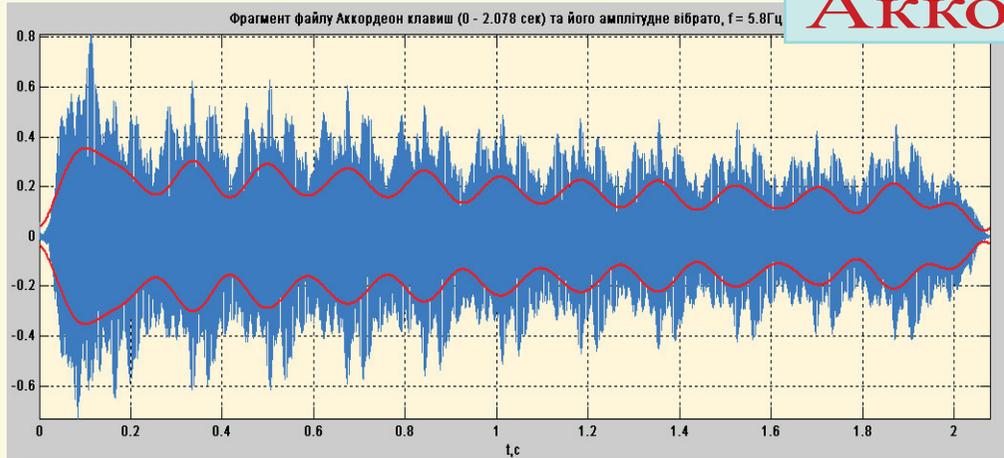
гменту (f кв = 22050 Гц)



# Орган

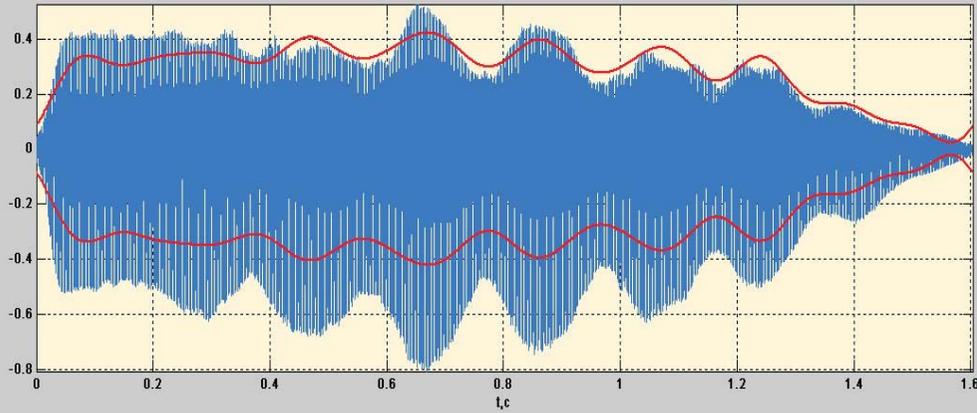


# Аккордеон

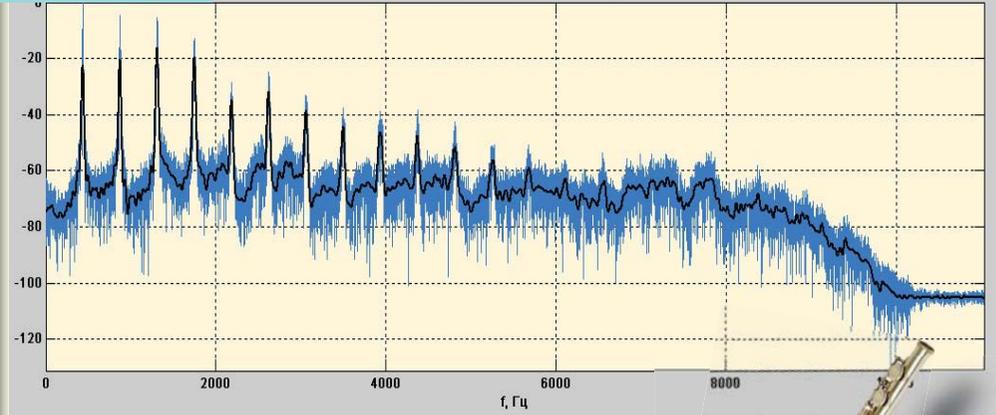


# Флейта

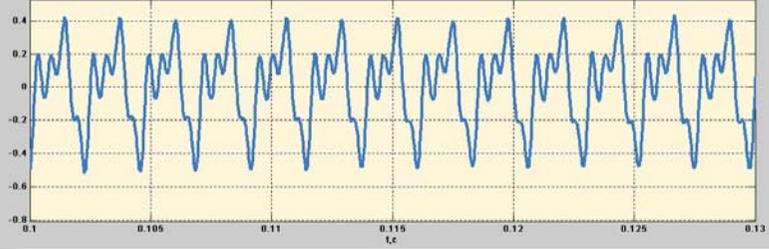
Фрагмент файлу Флейта (0.043 - 1.647 сек) та його амплітудне вібрало,  $f = 5\text{Гц}$



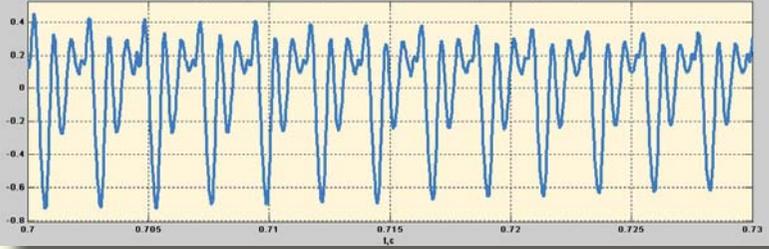
Спектр фрагменту ( $f_{\text{кв}} = 22050\text{ Гц}$ )



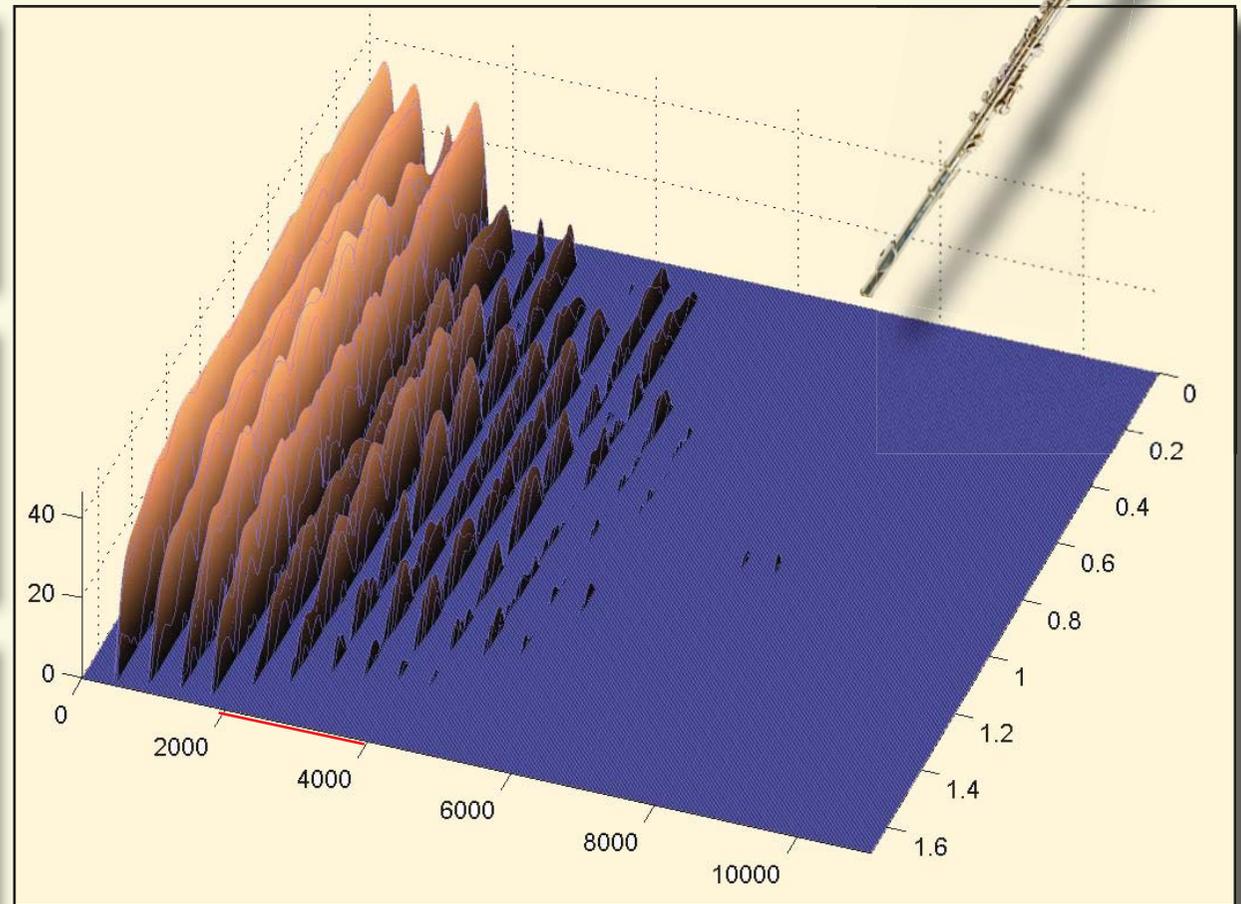
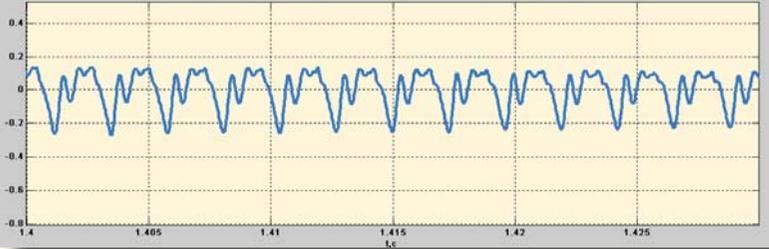
Фрагмент файлу Флейта (0.043 - 1.647 сек) та його амплітудне вібрало,  $f = 5\text{Гц}$



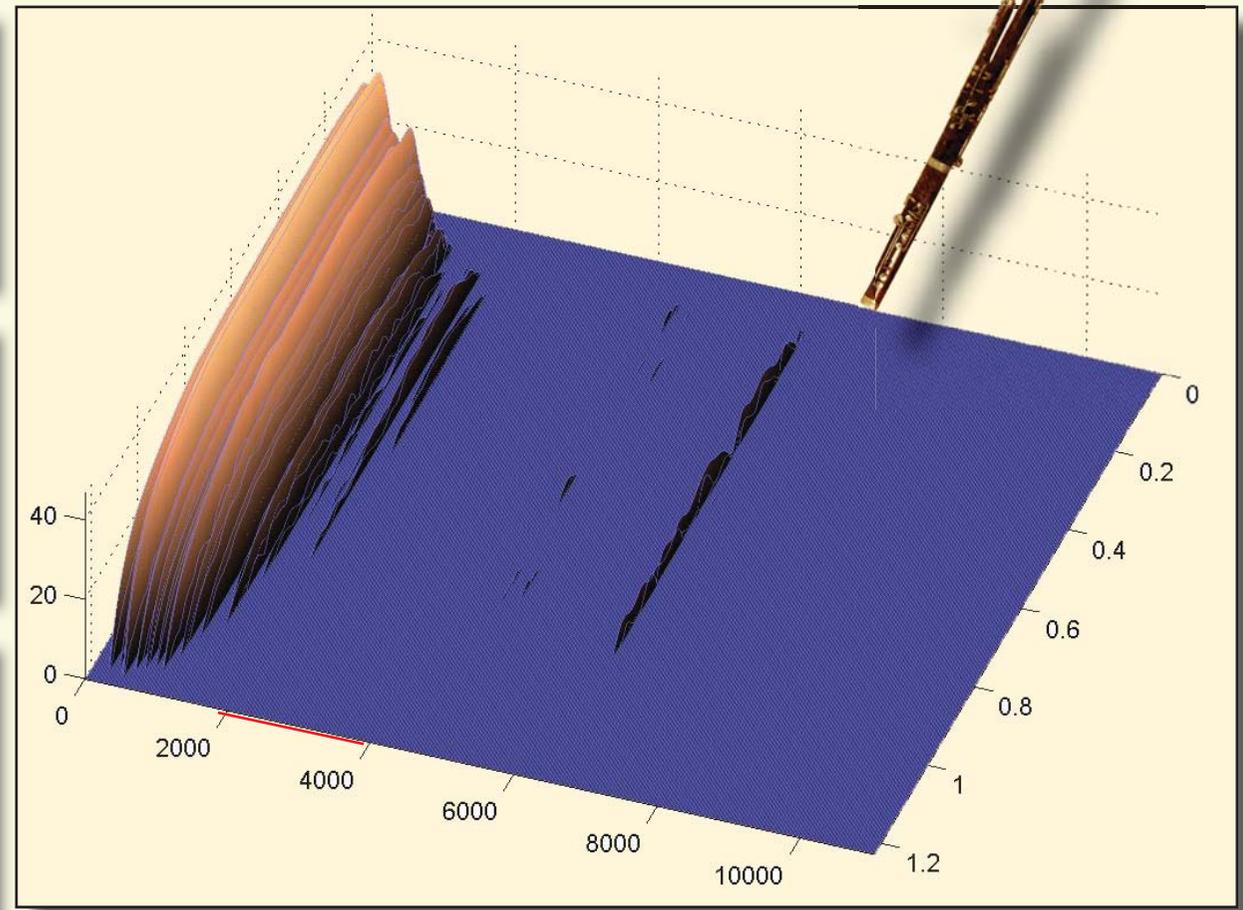
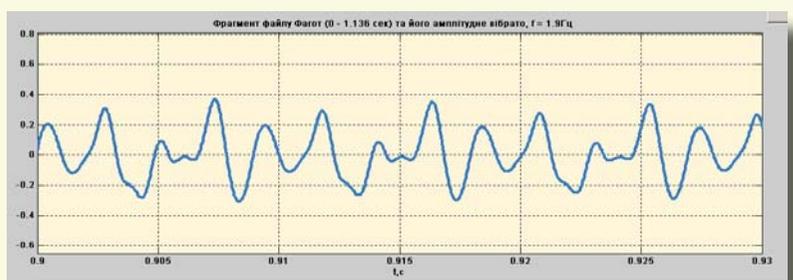
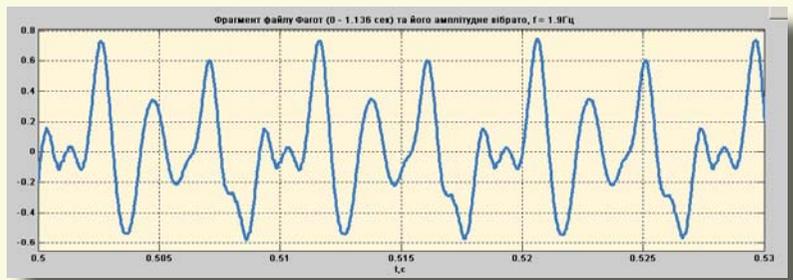
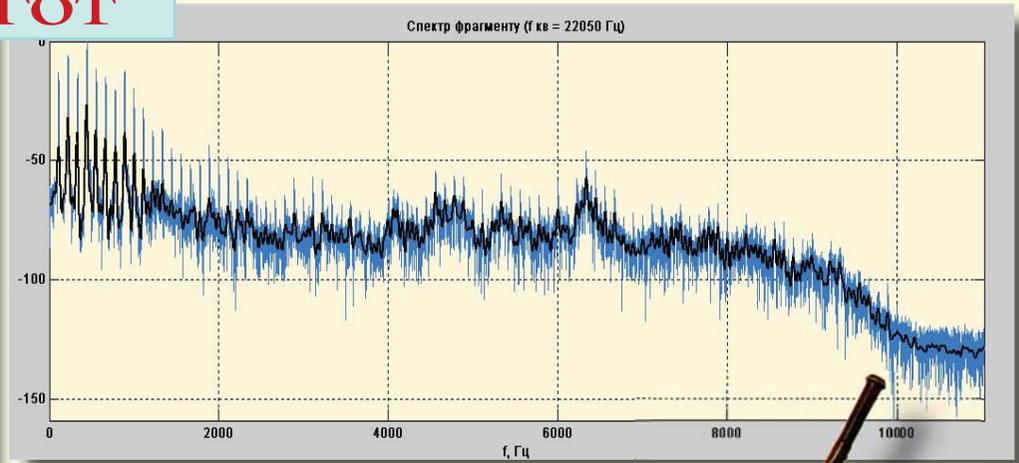
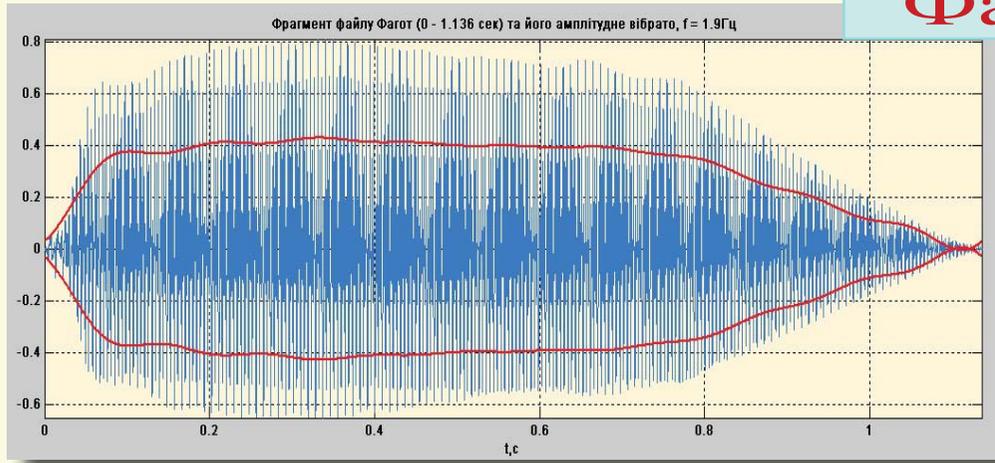
Фрагмент файлу Флейта (0.043 - 1.647 сек) та його амплітудне вібрало,  $f = 5\text{Гц}$



Фрагмент файлу Флейта (0.043 - 1.647 сек) та його амплітудне вібрало,  $f = 5\text{Гц}$

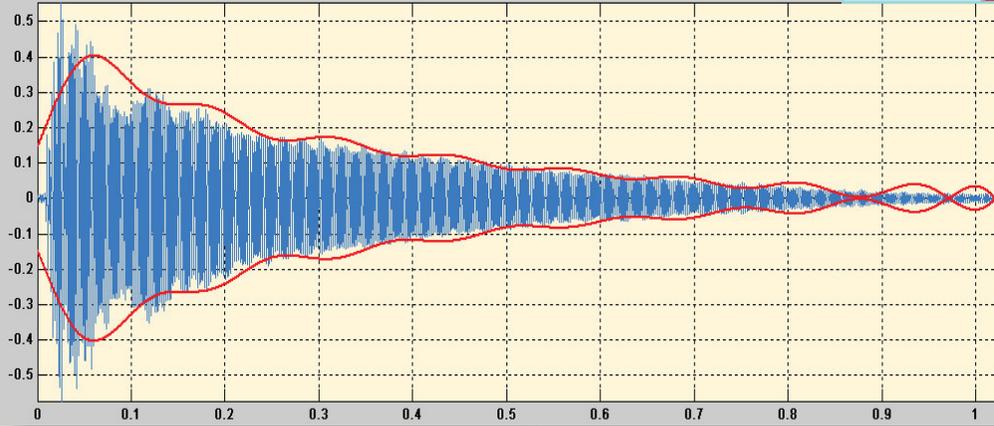


# Фагот

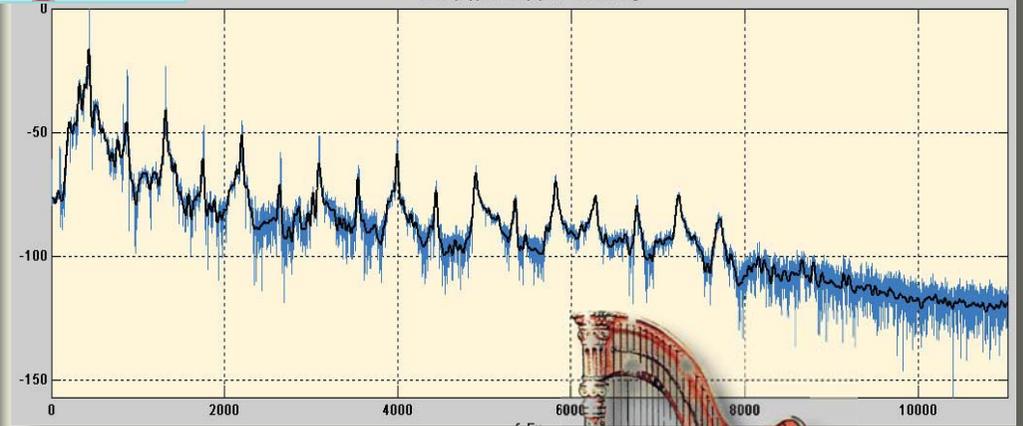


# Арфа

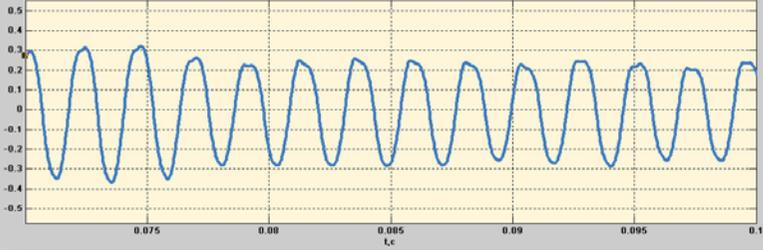
Фрагмент файлу Арфа (0 - 1.05 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 1.9\text{Гц}$



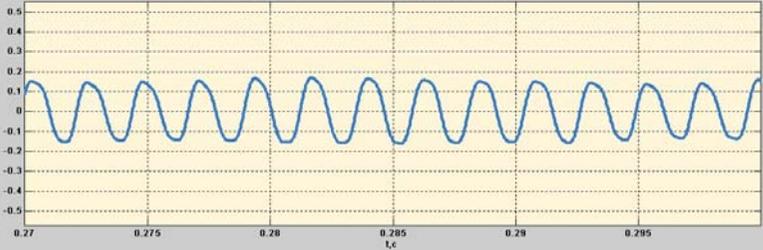
Спектр фрагменту ( $f_{\text{кв}} = 22050\text{ Гц}$ )



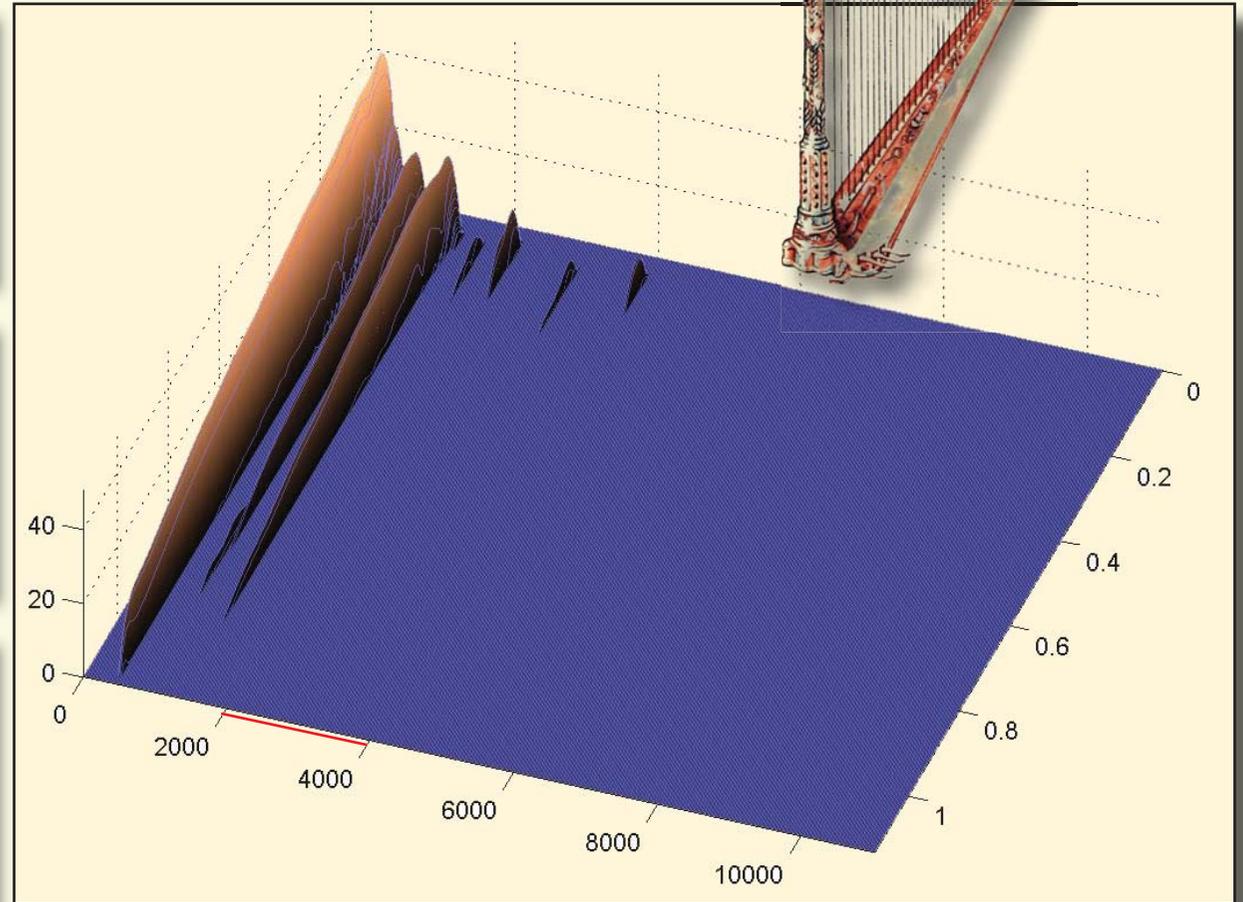
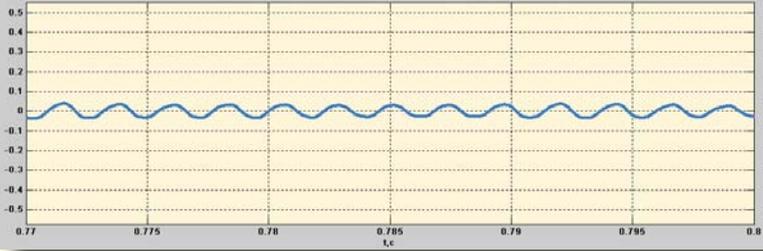
Фрагмент файлу Арфа (0 - 1.05 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 1.9\text{Гц}$



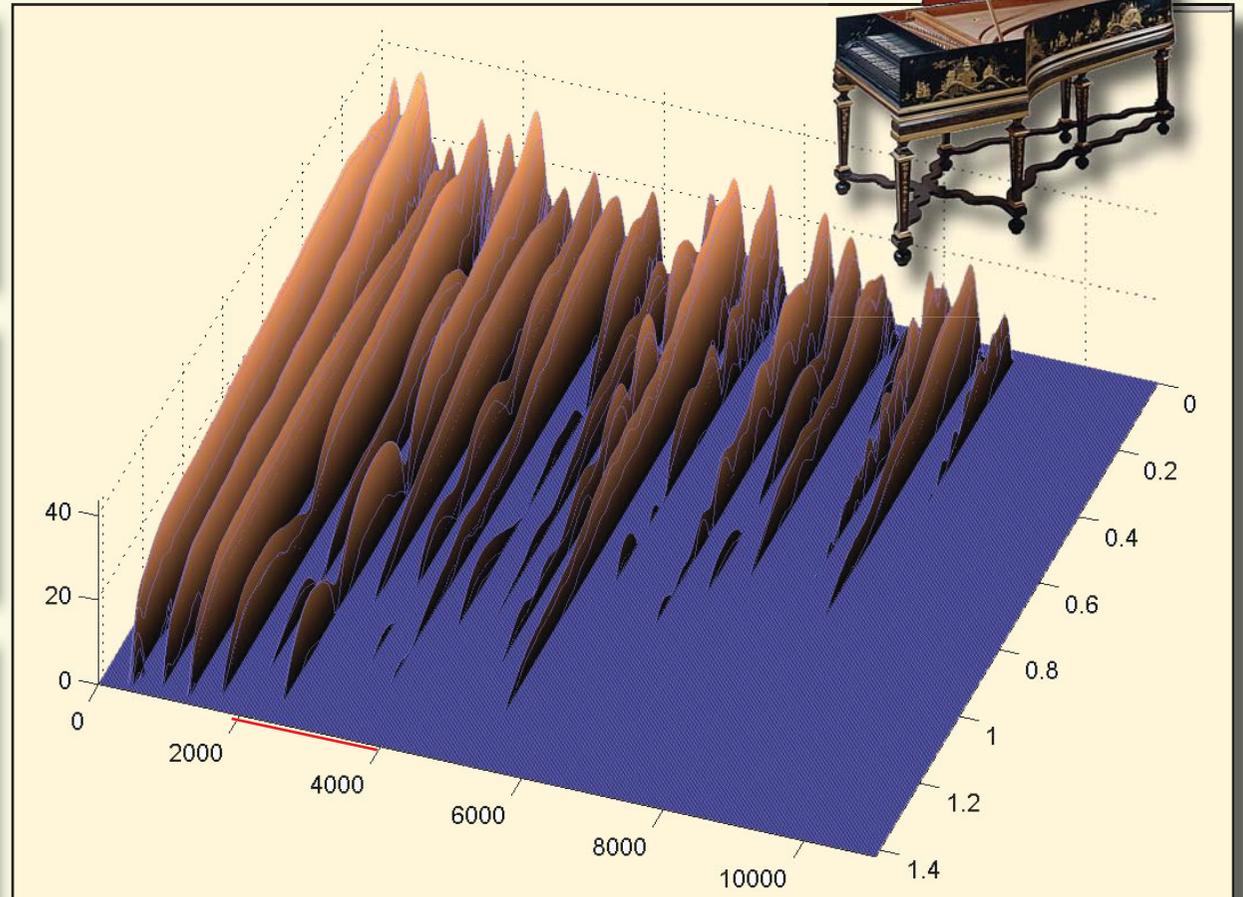
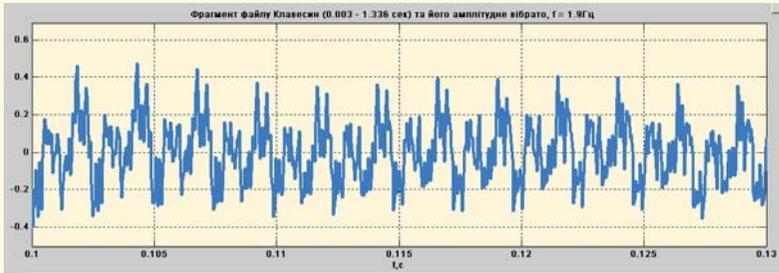
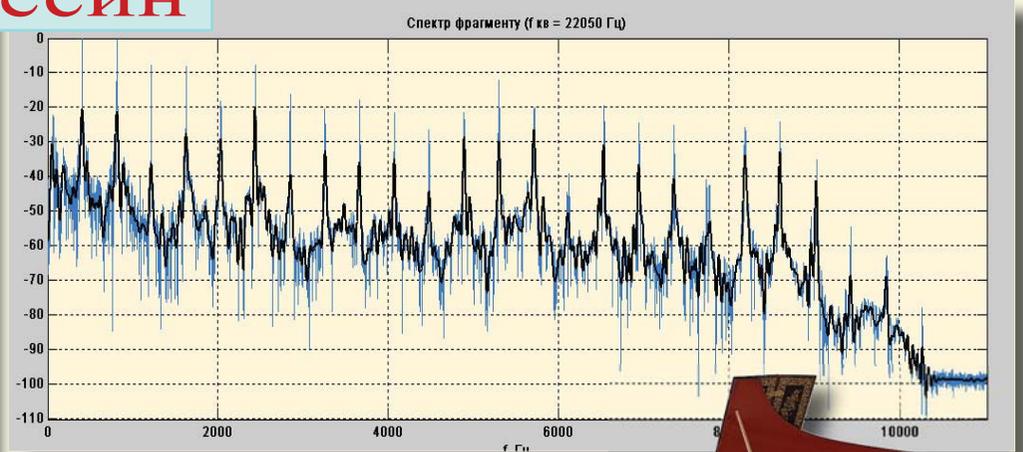
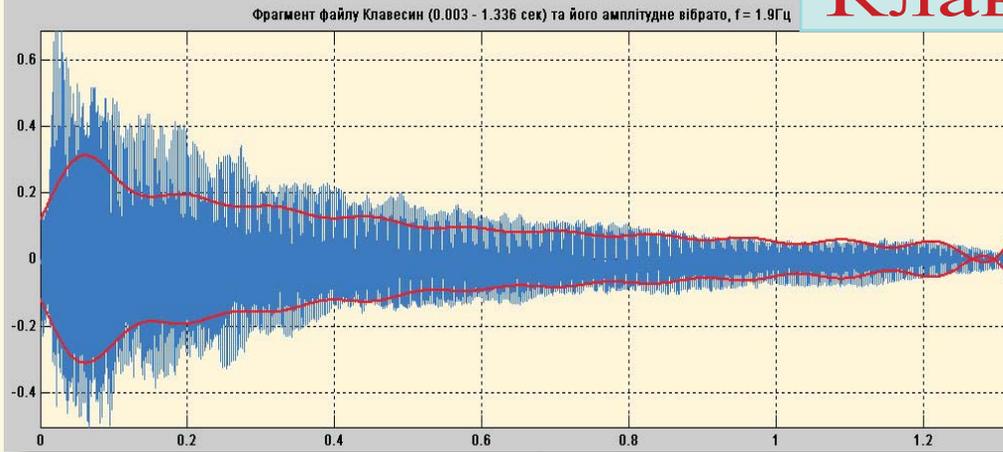
Фрагмент файлу Арфа (0 - 1.05 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 1.9\text{Гц}$



Фрагмент файлу Арфа (0 - 1.05 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 1.9\text{Гц}$

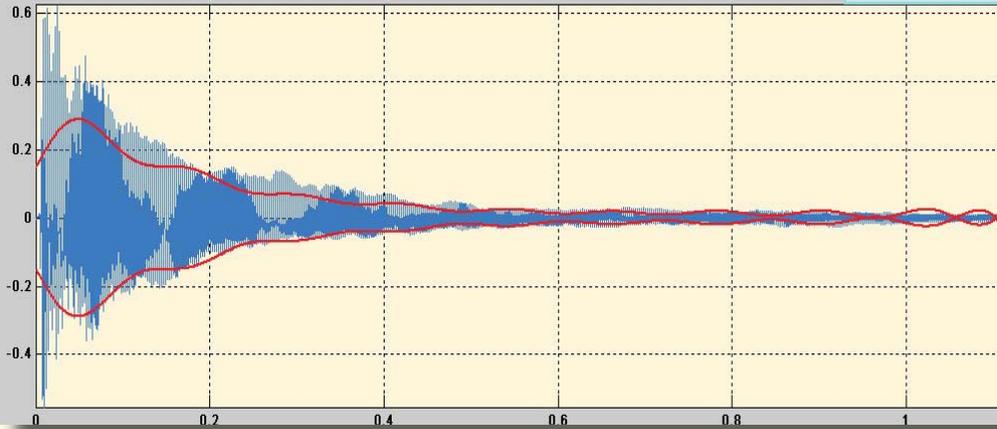


# Клавесин

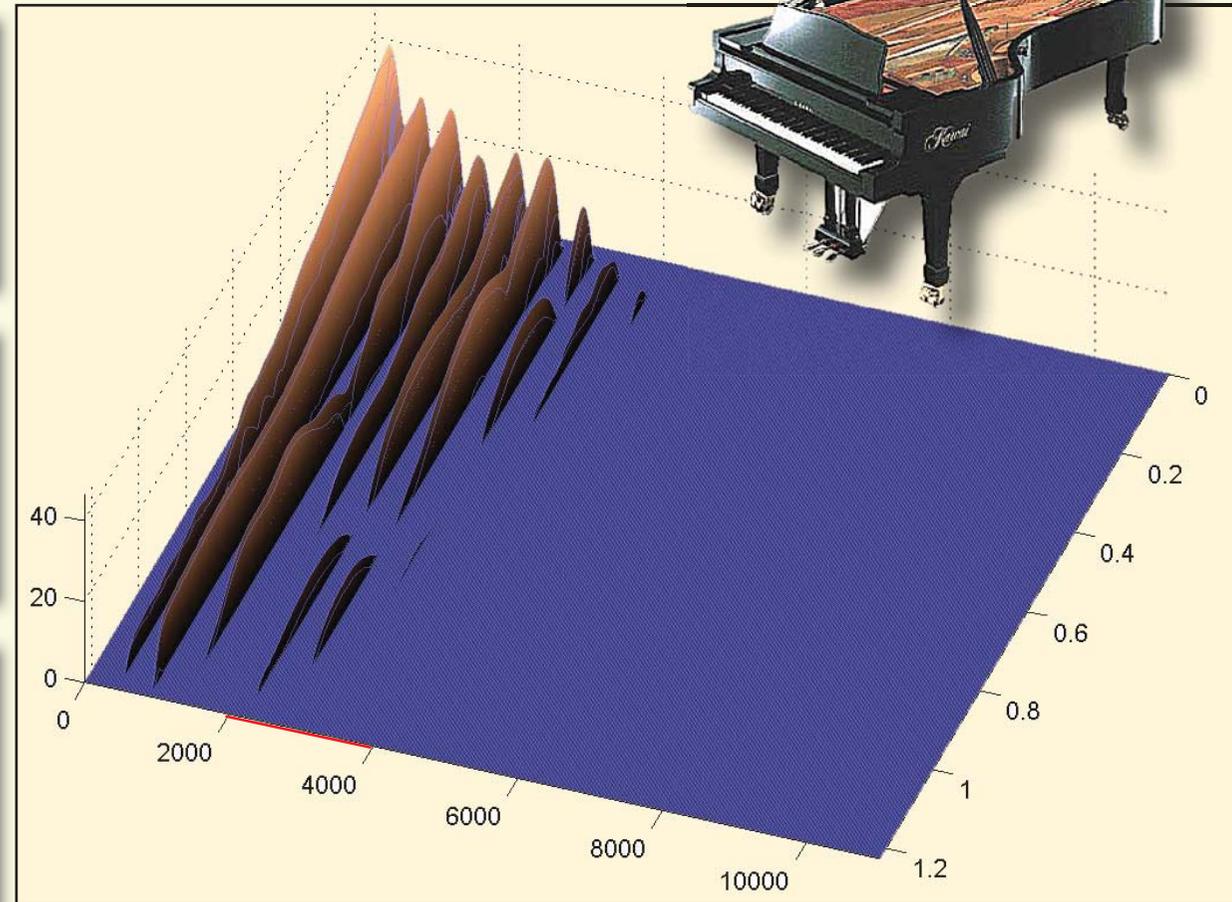
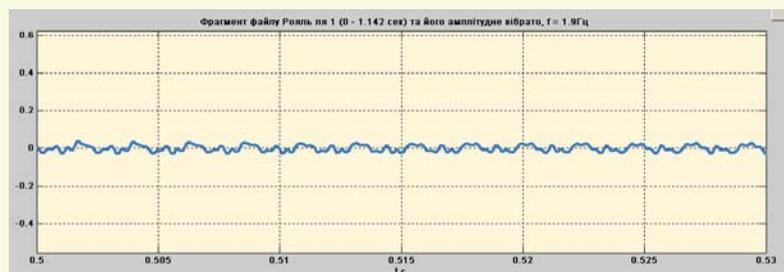
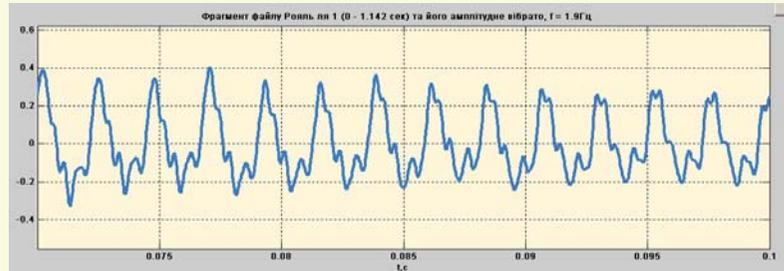
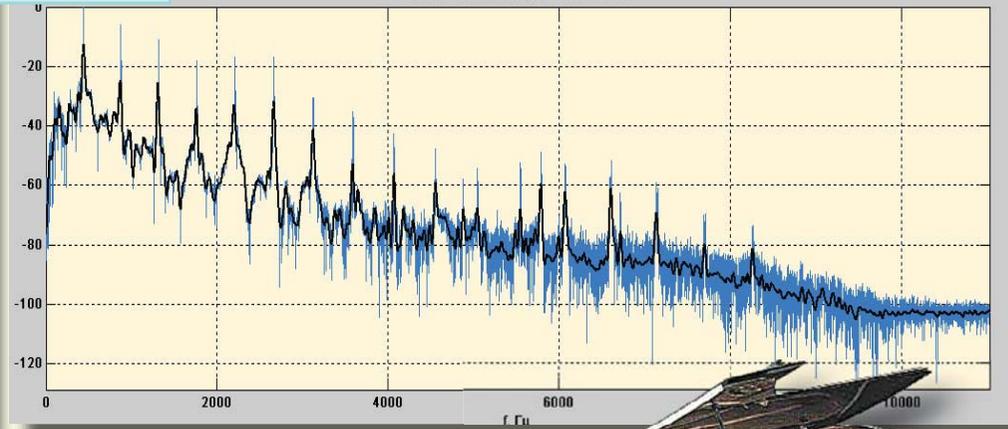


# РОЯЛЬ

Фрагмент файлу Рояль ля 1 (0 - 1.142 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 1.9\text{Гц}$

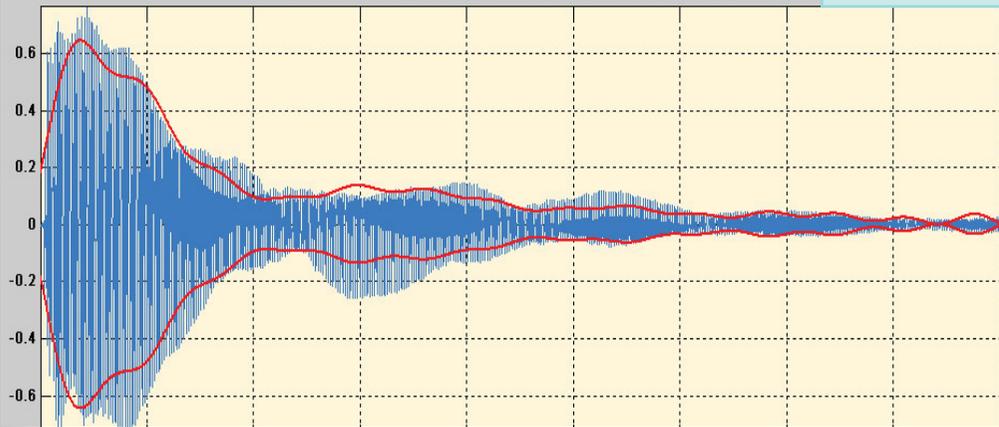


Спектр фрагменту ( $f_{\text{кв}} = 22050\text{Гц}$ )

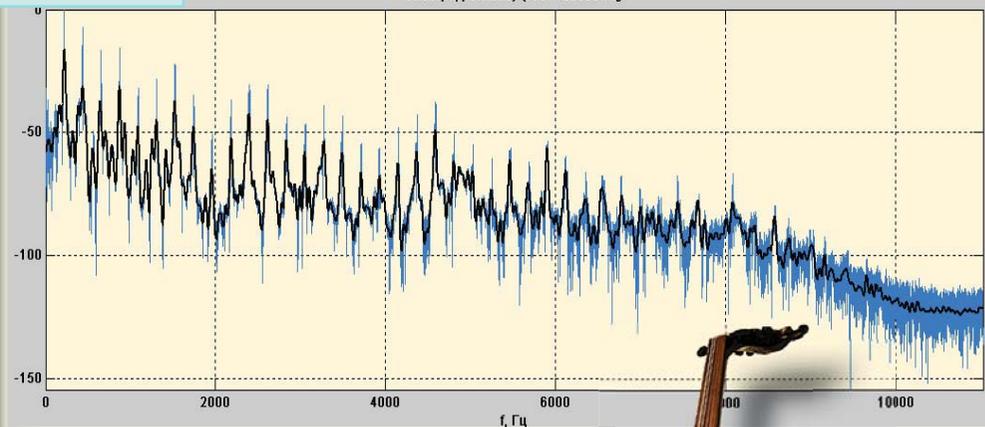


# Лютня

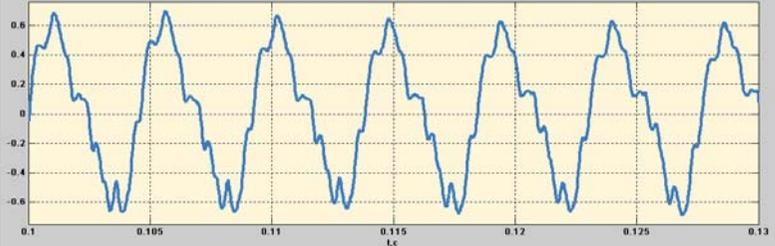
Фрагмент файлу Лютня (0 - 1.994 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 2.9\text{Гц}$



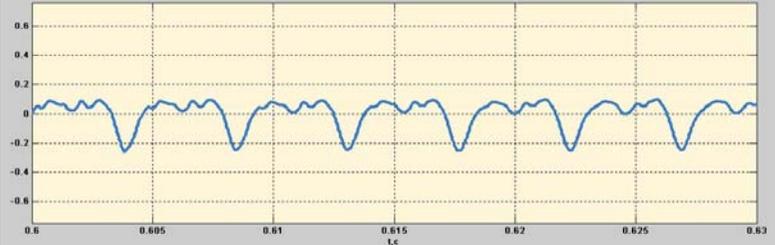
Спектр фрагменту ( $f_{\text{кв}} = 22050\text{ Гц}$ )



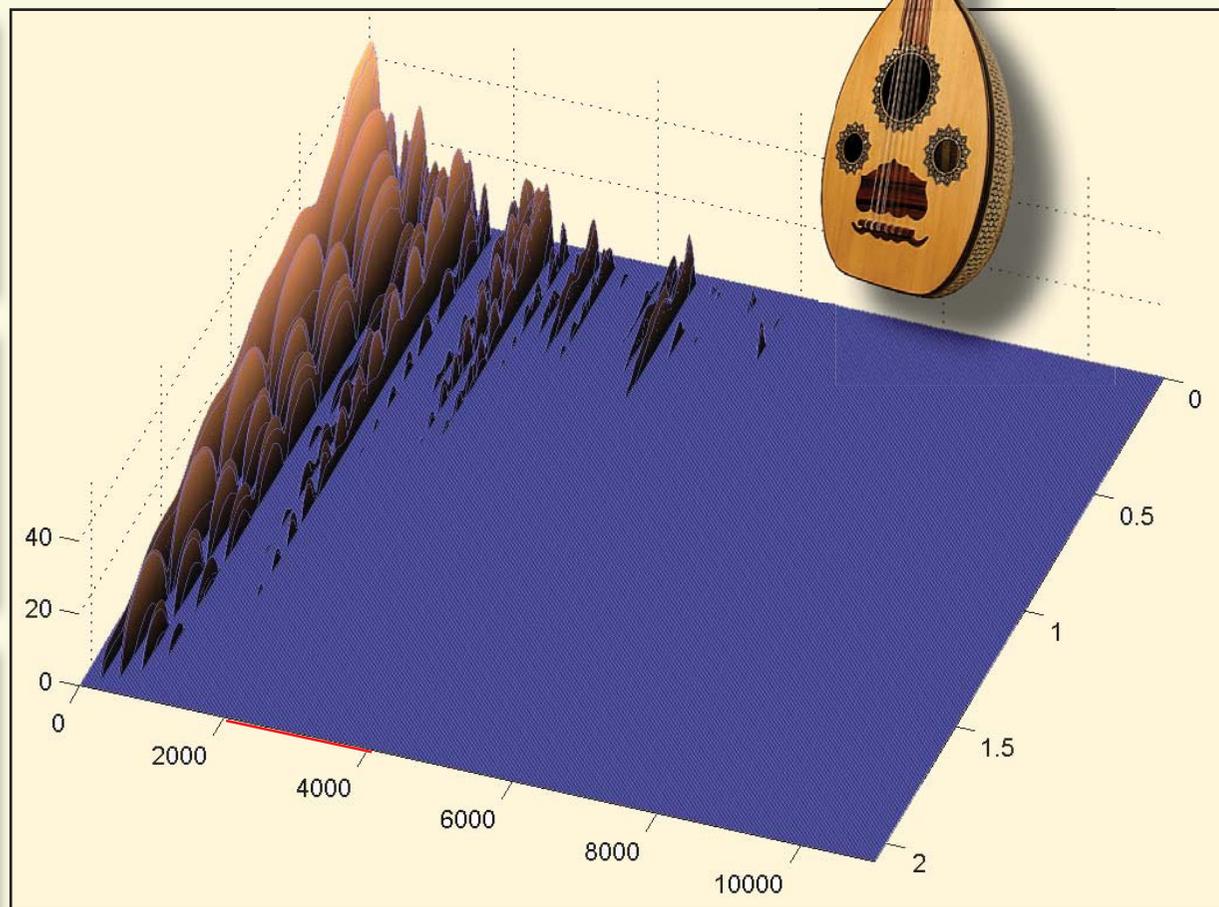
Фрагмент файлу Лютня (0 - 1.994 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 2.9\text{Гц}$



Фрагмент файлу Лютня (0 - 1.994 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 2.9\text{Гц}$



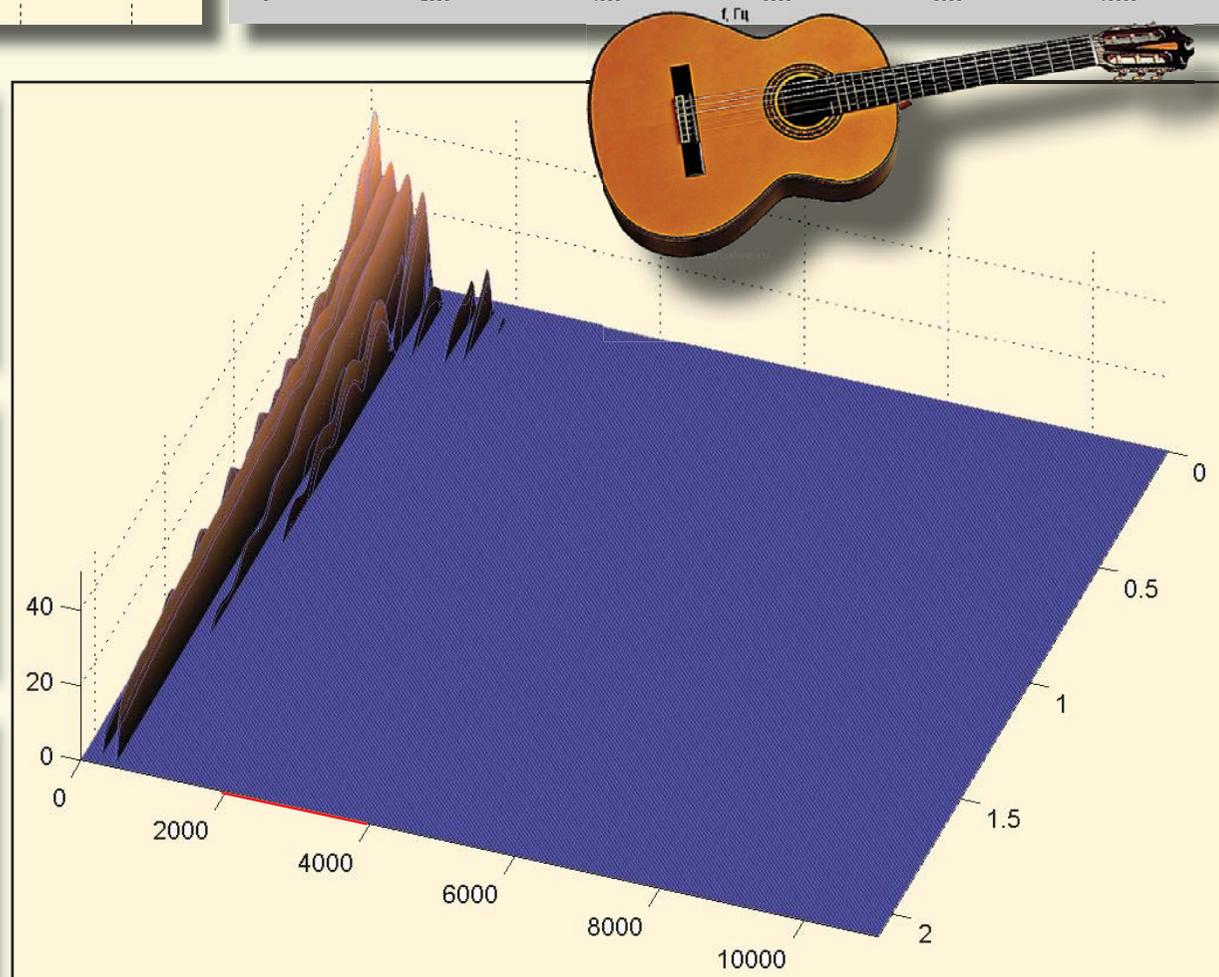
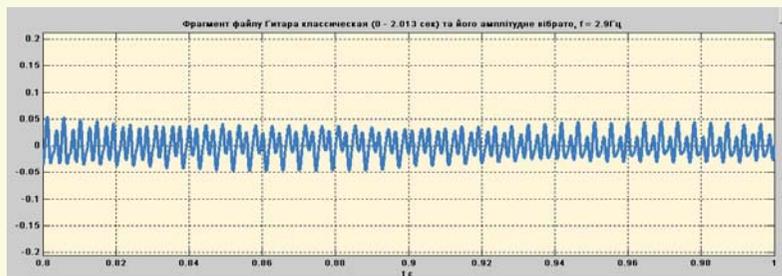
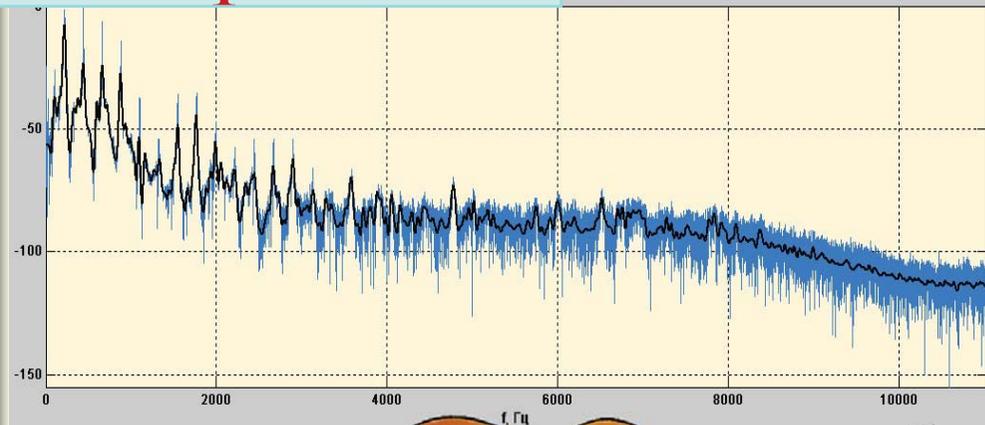
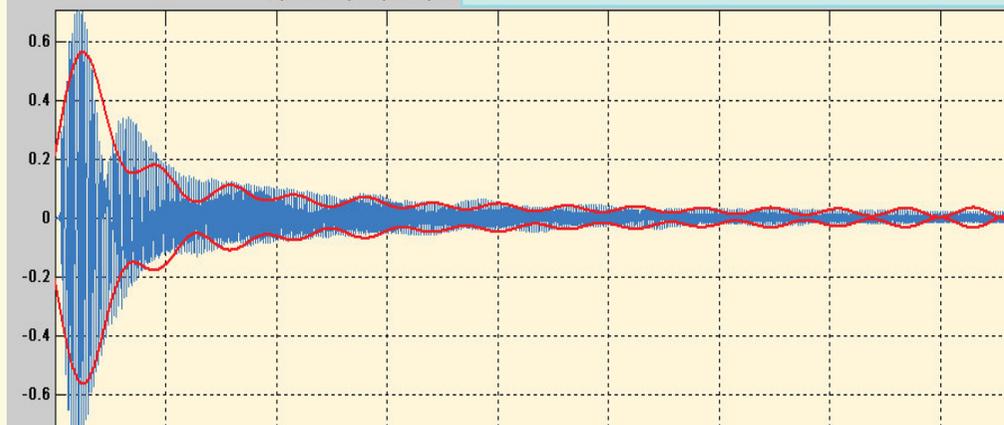
Фрагмент файлу Лютня (0 - 1.994 сек) та його амплітудне вібрато,  $f = 2.9\text{Гц}$



# Классическая гитара (нейлон)

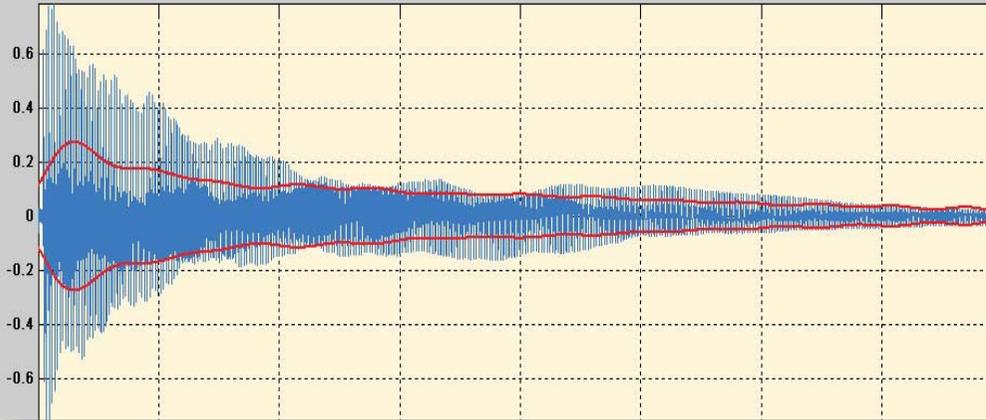
Фрагмент файлу Гитара кл

22050 Гц

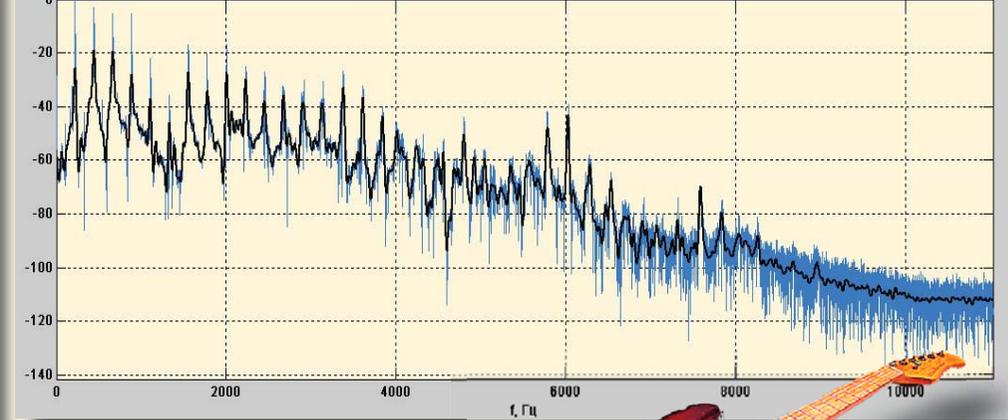


# Електрогитара

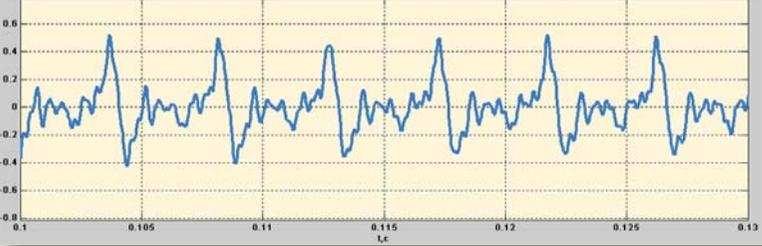
Фрагмент файлу Електрогитара (0.025 - 1.806 сек) та його



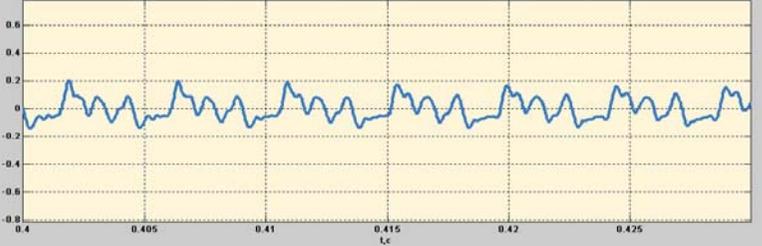
Спектр фрагменту (f кв = 22050 Гц)



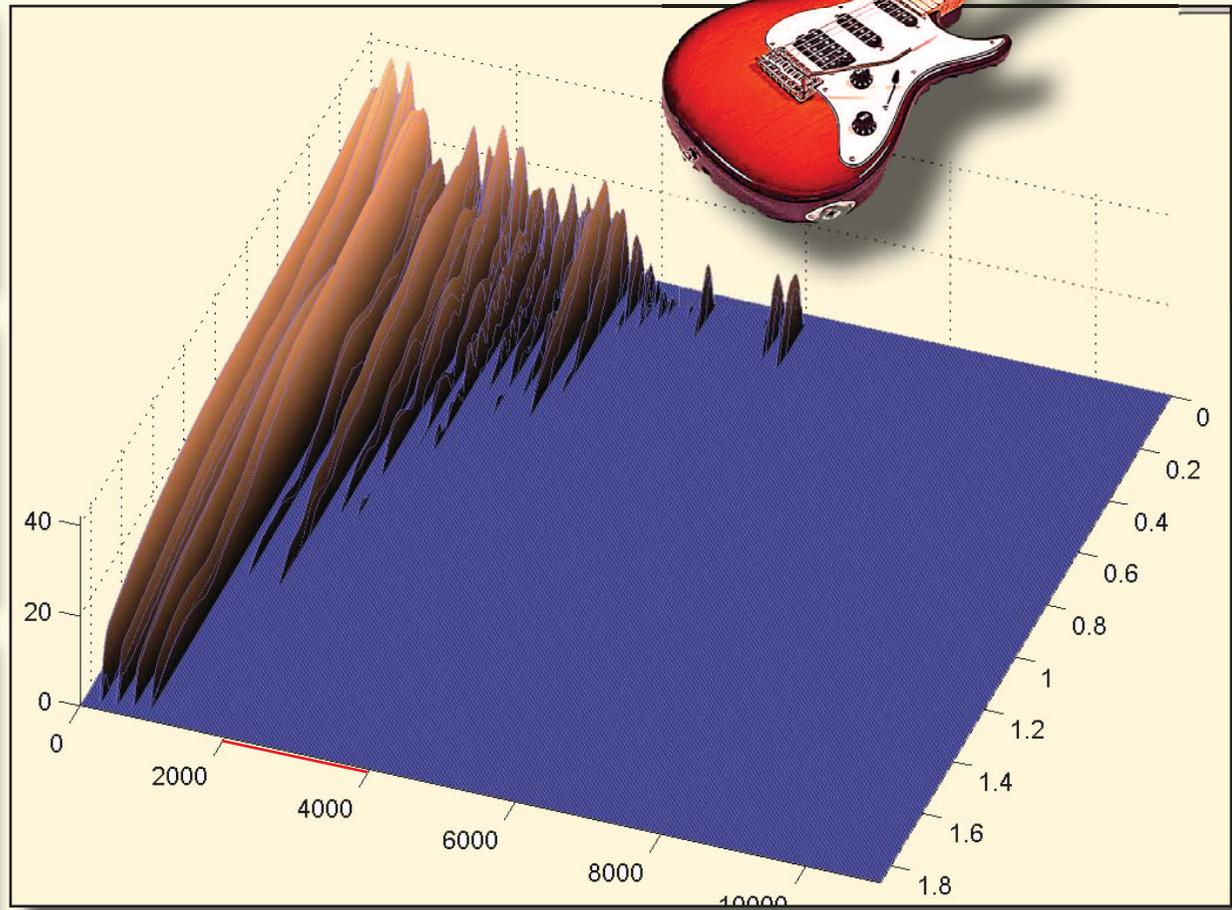
Фрагмент файлу Електрогитара (0.029 - 1.806 сек) та його амплітудне вібратор, f = 2.9Гц



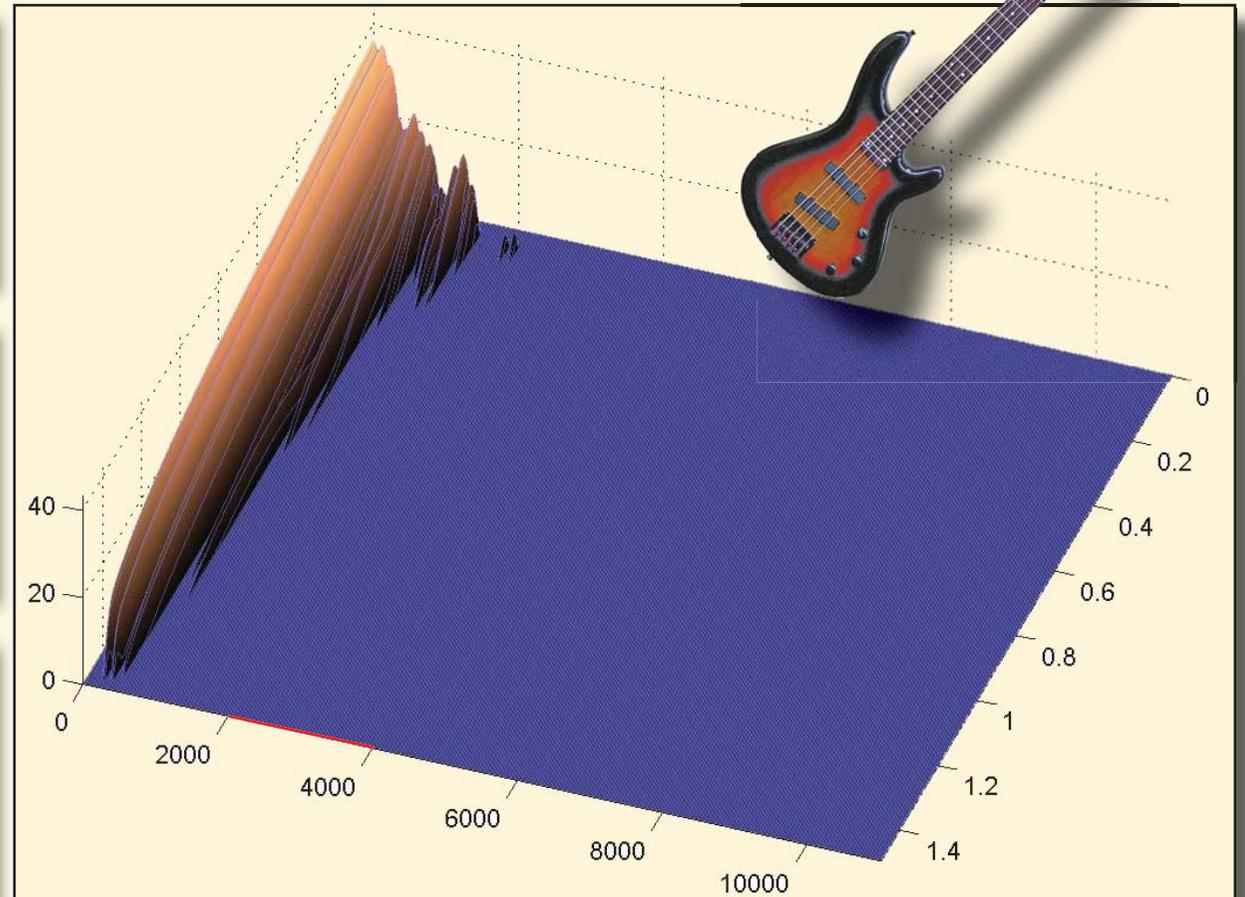
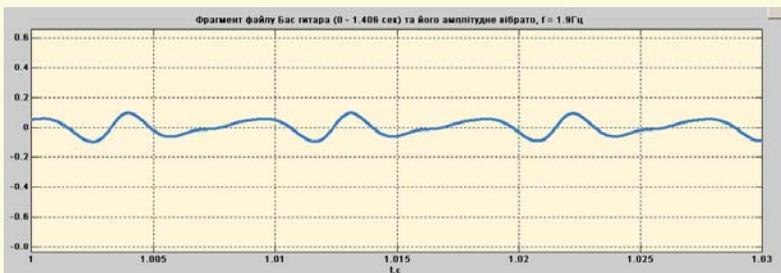
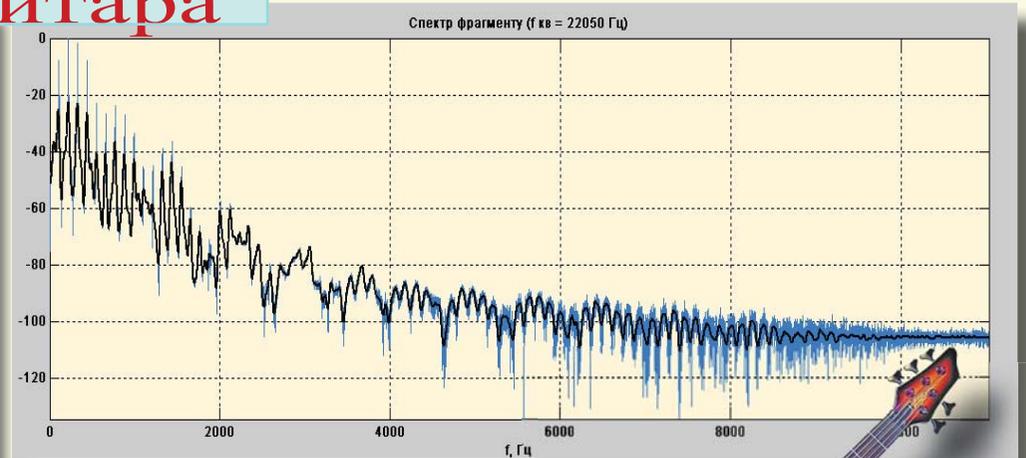
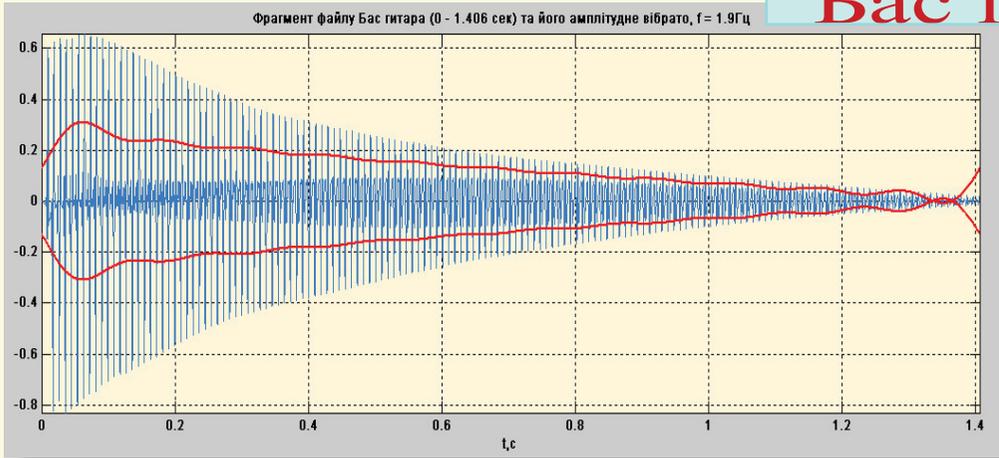
Фрагмент файлу Електрогитара (0.029 - 1.806 сек) та його амплітудне вібратор, f = 2.9Гц



Фрагмент файлу Електрогитара (0.029 - 1.806 сек) та його амплітудне вібратор, f = 2.9Гц

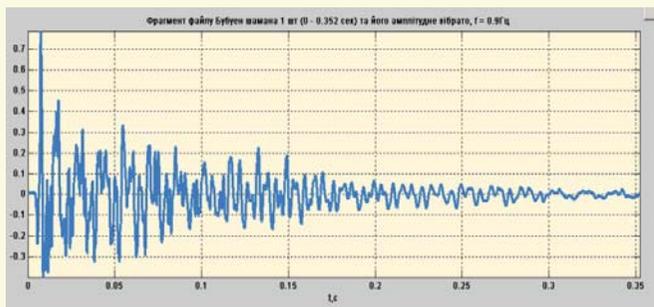


# Бас гитара



# Ударные

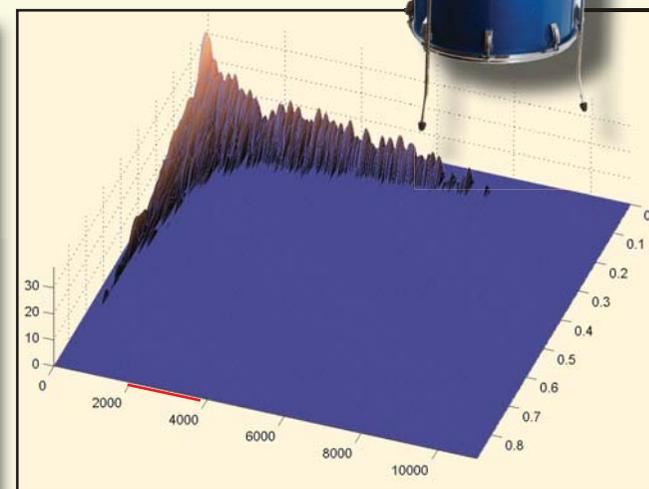
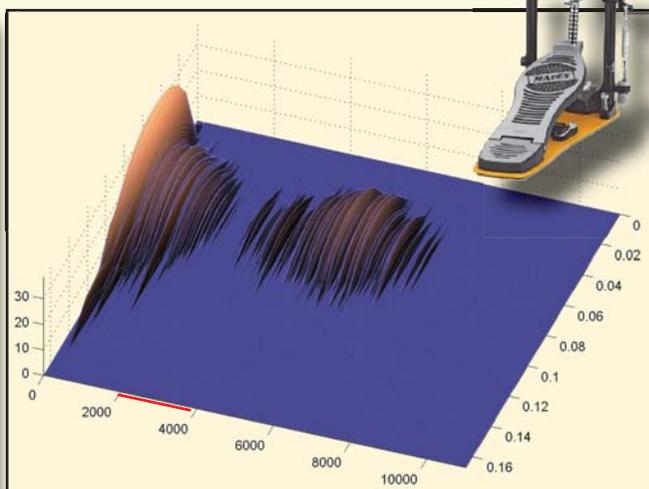
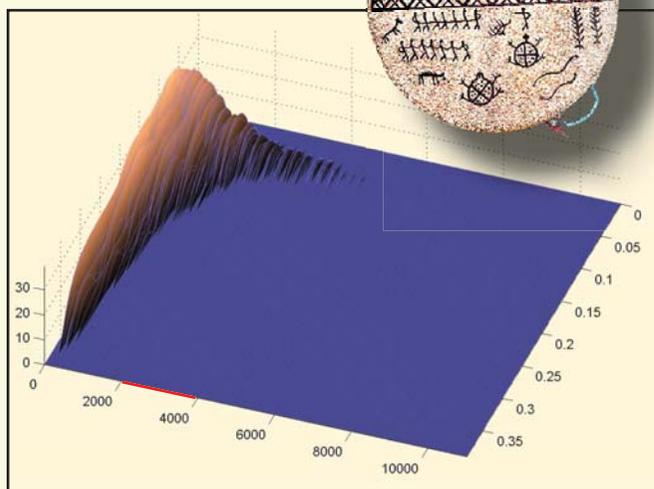
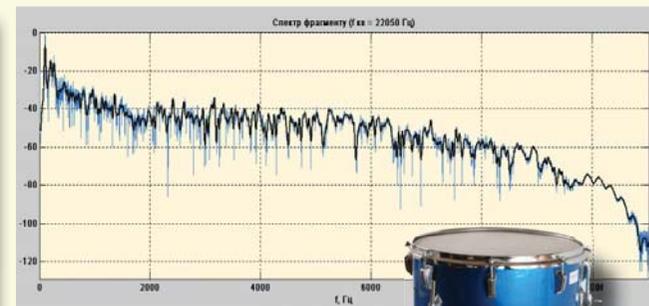
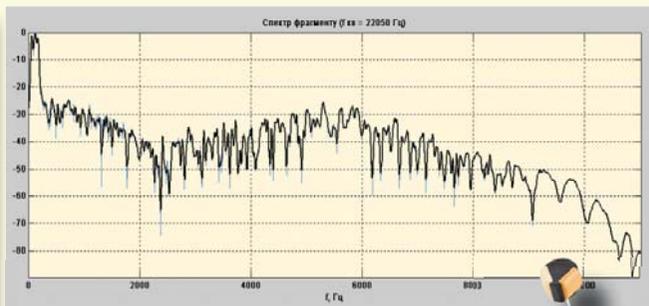
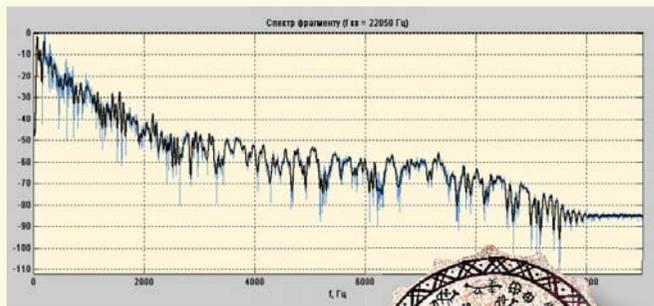
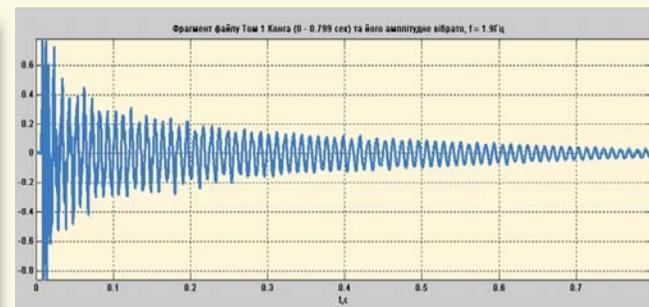
## Бубен шамана



## Бас-барабан (педаць)



## Том

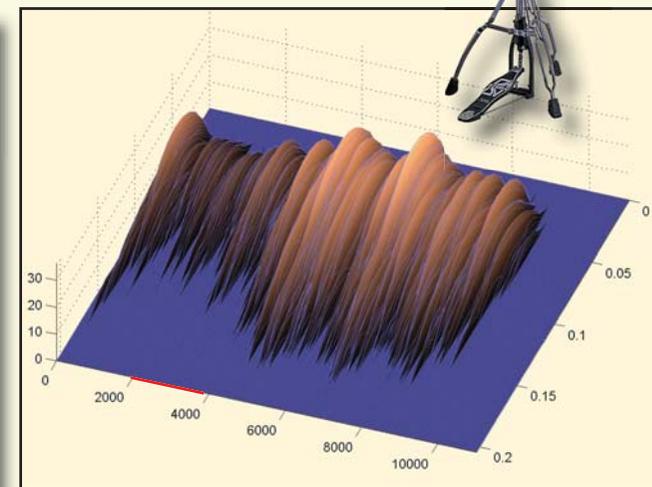
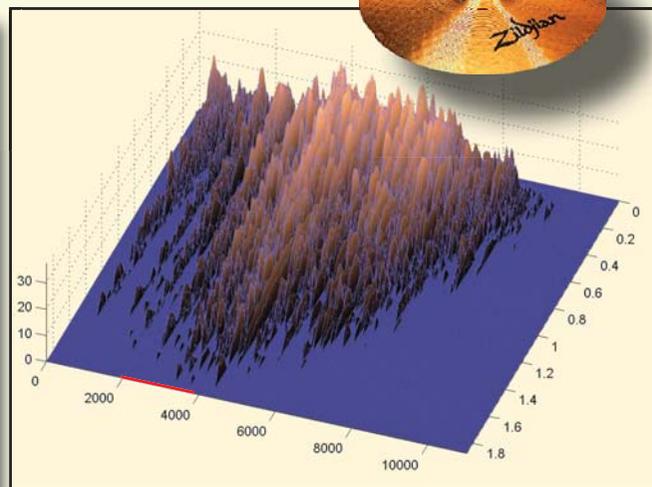
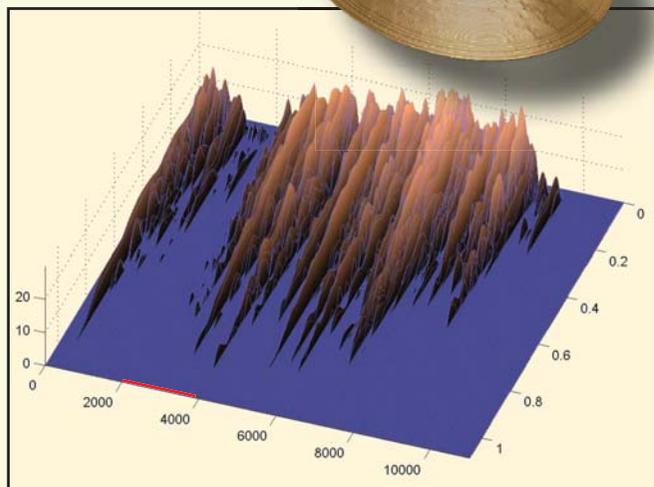
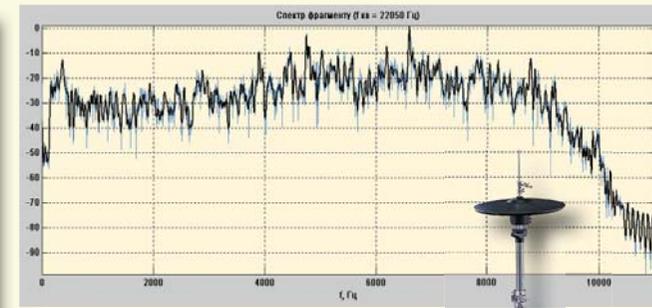
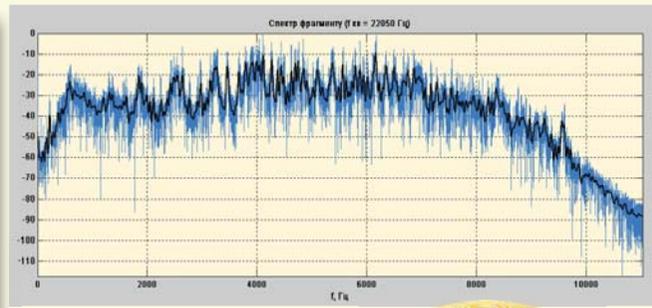
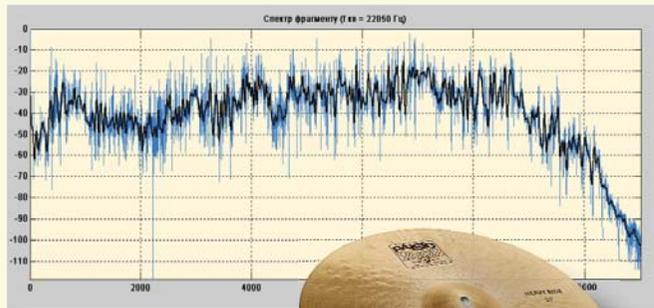
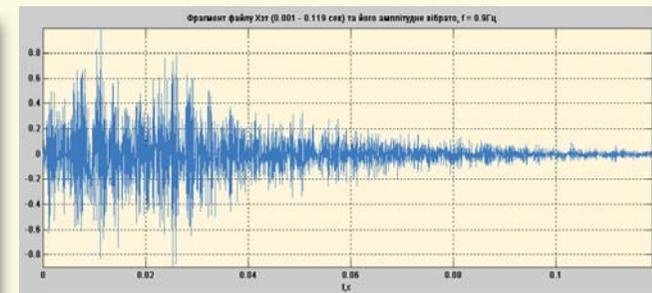
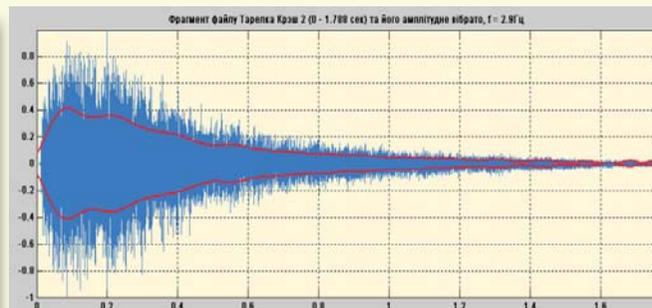
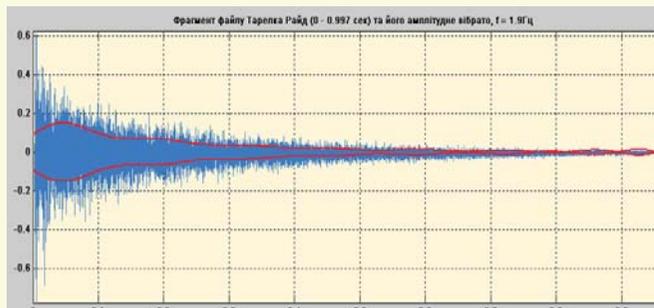


# Ударные металлические

## Райд

## Крэш

## Закрытый Хай-хэт

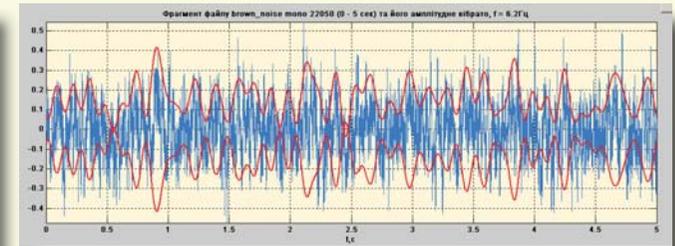
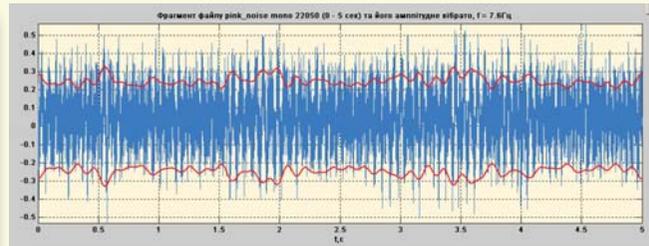
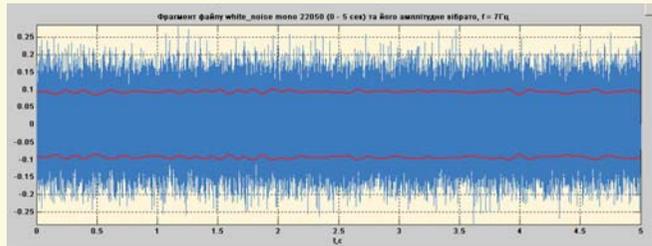


# Шум

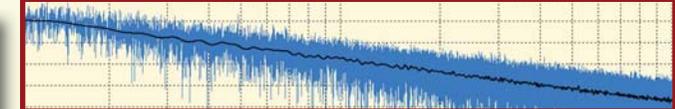
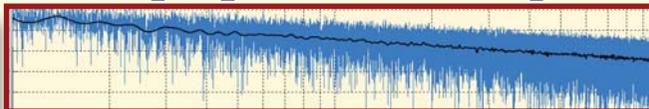
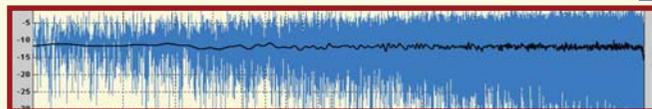
Белый

Розовый 3 дВ/окт

Коричневый 6 дВ/окт



Спектры: логарифмическая горизонтальная ось



Спектры: линейная. горизонтальная ось

