



Вер. 6.0
05.05.2019

Руководство

Содержание

Введение.....	3
Основные возможности.....	3
Аппаратные и программные требования.....	3
Установка программы.....	4
Некоторые понятия, используемые в программе	4
Гармоники	5
Маркеры расчетных и реальных гармоник.....	6
Схема работы программы.....	8
Основные этапы работы с программой.....	8
Запуск программы	9
Установка параметров программы	11
Установка удобного масштаба для отображения спектра звукового сигнала.....	12
Инициализация звукоряда.....	12
Предварительная настройка звукоряда (при необходимости).....	12
Настройка зоны температуры с использованием автоматического нахождения плана настройки	13
Сравнение спектров. Настройка унисона. Настройка остальной части звукоряда	14
Особенности ввода нот при записи	15
Схема анализа и записи вводимой ноты.....	16
Что происходит при распознавании ноты	16
Что делать, если нажатая нота не распознается.....	17
Ввод нот в автоматическом режиме.....	17
Ввод нот в ручном режиме	17
Сброс нот	18
Режим “Настройка”	18
Изменение в модуле расчета оптимального решения.....	19
Горячие клавиши	19
В главном окне.....	19
В окне интервалов	19
В окне интервалов, Рейлсбека, негармоничностей.....	20
Во всех окнах.....	20

Введение

PianoLab – это программа для настройки и анализа строя фортепиано для Windows XP и выше.

PianoLab упрощает настройку фортепиано с помощью таких средств, как автоматический расчет оптимальных частот зоны темперации **с учетом негармоничностей струн**, визуализация спектра и анализ гармоник конкретной ноты, анализ звуоряда по кривым Рейлсбека, интервалов и др.

Основные возможности

- спектральный анализ и отображение звукового сигнала в режиме реального времени, измерение частоты звука с точностью до сотых долей герца,
- автоматический расчет плана оптимальной настройки инструмента для зоны темперации с учетом негармоничности струн,
- отображение полной информации о звуке инструмента в реальном времени в виде различных графиков и таблиц: окна таблицы частот, кривой Рейлсбека, интервалов, отклонений гармоник,
- автоматическое выделение в спектре звука нажатой ноты частоты ее гармоник (количество анализируемых гармоник настраивается пользователем – от 5 до 16),
- сохранение снимка спектра сигнала для визуального сравнения спектров двух нот (для настройки унисонов),
- сохранение информации о звуоряде инструмента в файл, загрузка информации из ранее сохраненного файла,
- другие: удержание пиков, децимация, масштабирование по амплитуде и частоте и др.

Средства масштабирования позволяют детально проанализировать любой фрагмент спектра. Это особенно полезно при анализе гармоник вводимой ноты.

Особо следует подчеркнуть наличие в программе модуля нахождения оптимального решения для зоны темперации. Дело в том, что выдавать спектр на дисплей и рекомендации по частотам идеализированного (без учета негармоничности струн) – задача не сложная. И это позволяют делать практически все аппаратные и программные тюнеры типа гитарных. А вот найти оптимум для массива частот зоны в соответствии с определенными ограничениями и критериями – это задача сложнее и позволяют это делать только продвинутые и дорогие тюнеры.

Аппаратные и программные требования

- **Операционная система** – Windows XP и выше, Microsoft Net Framework 4.0 и выше,
- **Процессор** – желательно не ниже Intel Pentium IV (и аналогичные AMD) и выше,
- **Звуковой модуль** – любой, в том числе встроенный (на материнской плате),
- **Микрофон** – любой, но для полной настройки звуоряда желателен микрофон с диапазоном частот 10 Гц - 20 кГц. Если же Ваш микрофон не поддерживает весь диапазон, то по настроенной средней части диапазона - частоты от 200 до 2000 Гц, которые, как правило,

поддерживает любой микрофон, настраиваются остальные части звукоряда: по верхним гармоникам для басов и по нижним для дисканта.

Установка программы

Установщик **PianoLab** можно скачать с сайта <http://PianoLab.ru/> в разделе загрузок.

Запустите файл установки и ответьте на стандартные вопросы.

При необходимости, можно изменить параметры установки: папку установки программы и доступность ярлычков программы. Если на компьютере установлена ОС Windows 7 с активированной системой УАС(контроль доступа пользователю), то на экране будет показано окно УАС с запросом разрешения на внесение установщиком программы изменений на компьютере. Для продолжения установки программы необходимо разрешить внесение в систему изменений установщиком PianoLab. По завершении установки программы на рабочем столе и в меню «Пуск» будут созданы значки для запуска программы.

Некоторые понятия, используемые в программе

Частота дискретизации (Sampling Rate) – частота взятия отсчетов непрерывного во времени сигнала при его оцифровке. Чем выше **частота дискретизации**, тем более широкий спектр входного сигнала может быть представлен в дискретном сигнале. Например, при **частоте дискретизации** равной 22050 Гц спектр представлен от 0 до 22050/2 Гц. **Частота дискретизации** в PianoLab может быть установлена равной 11025 Гц, 22050 Гц и 44100 Гц.

FFT – быстрое преобразование Фурье. Алгоритм перевода сигнала из области «время-амплитуда» в область «частота-амплитуда».

FFT блок (FFT size) – величина блока анализа **FFT**. Этот параметр определяет количество спектральных линий на один период, генерируемых алгоритмом **FFT** – т.е. точность **спектрограммы**. Она равна $\frac{1}{2}$ **FFT блока**.

Спектральное разрешение (Spectral Line Resolution) – частотное разрешение каждой спектральной линии. Оно равно **частоте дискретизации / FFT блок**. Например, если **FFT блок** равен 128k(131072) и **частота дискретизации** составляет 22050 Гц, то разрешение каждой спектральной линии равно $22050 / 131072 = 0.17$ Гц. Очевидно, что увеличение **FFT блока** повышает **спектральное разрешение**, но также и увеличивает требования к времени, необходимому для осуществления вычислений.

Временное разрешение (Time Resolution) – определяет длину одного периода в сек. алгоритма **FFT** при заданных частоте дискретизации и **FFT блоке**. Временное разрешение – величина, обратная спектральному разрешению. Например, если **FFT блок** равен 128k и частота дискретизации составляет 22050 Гц, то временное разрешение равно 5.94 сек.

Таким образом, **спектральное** и **временное разрешение** обратно пропорциональны, т.е. улучшение одного параметра приводит к ухудшению другого. В целях улучшения интерактивности процесс снятия

звука буферизуется. Это позволяет обновлять **спектрограмму** чаще, чем один раз за период, соответствующий **временному разрешению**.

Децимация – удаление части отсчетов из оцифрованного сигнала, что создает эффект уменьшения **частоты дискретизации**. **Децимация** используется, когда звуковая карта не поддерживает меньшую **частоту дискретизации**.

Звукоряд фортепиано - ноты звукоряда в программе нумеруются от 0 до 87, а октавы - от 0 до 7. Таким образом, ноты звукоряда изменяются от **Ля₅** до **До⁵**.

Зона темперации (ЗТ) – в программе это последовательная (непрерывная) часть звукоряда фортепиано, которая настраивается в первую очередь. Для идеального инструмента отношение соседних частот равномерно темперированной зоны равно **интервальному коэффициенту**. В этом случае биения в квартах/квинтах, терциях/секстах подчиняются определенным закономерностям. Для реального инструмента определяющим фактором в настройке зоны становится не отношение соседних частот, а именно сохранение поведения этих биений

Базовая нота – нота **Ля¹**. В звукоряде программы имеет номер 48. Принято частотой **Ля¹** считать 440 Гц.

Коэффициент интервальный – отношение частот интервала. В равномерно-темперированном строе – это постоянная величина, не зависящая от места интервала в звукоряде и равная корню 12 степени из 2, приблизительно 1.05946. Так как количество полутонов в октаве равно 12, то соотношение частот в октаве точно равно 1:2.

Инициализация звукоряда – режим программы, при котором всем частотам звукоряда присваиваются вычисленные значения по **базовой ноте Ля¹** и по **интервальному коэффициенту** без учета негармоничности струн, т.е. первые гармоники звукоряда (основные тона) вычисляются умножением или делением частоты **базовой ноты** на **интервальный коэффициент**, а остальные гармоники берутся кратными основному тону.

Кривая Рейлсбека – кривая, определяющая величины и характер отклонений частот звукоряда конкретного инструмента от частот звукоряда «идеального» инструмента (рассчитываемых математически), где каждый последующий полутоном отличается от предыдущего его умножением или делением на **интервальный коэффициент** и **гармоники** считаются идеальными. На оси **X** кривой Рейлсбека размещаются ноты, на оси **Y** – отклонения в центах. При отсутствии отклонений кривая Рейлсбека приобретает вид горизонтальной прямой.

Оптимальный план настройки – набор всех нот **зоны темперации** (со своими гармониками), вычисленных программой по определенным критериям для конкретного музыкального инструмента.

Частота биений – абсолютная величина разности частот складываемых колебаний.

Цент – одна сотая часть полутона. Цент - единица логарифмическая: так, один цент в области **Ля¹** равен примерно 0.26 Гц, а в области **Ля^m** - уже 0.13 Гц.

Гармоники

В программе одним из основных понятий является понятие **гармоники**.

- **Гармоника** – любое сложное колебание можно представить в виде суммы простейших *синусоидальных* колебаний, имеющих строго определенные частоты, амплитуды и фазы (преобразование Фурье). Эти простейшие колебания называют собственными частотами. Обертоном называется любая собственная частота выше первой, самой низкой (**основной тон**), а те обертоны, частоты которых относятся к частоте основного тона как **целые числа**, называются **гармониками**, причем основной тон считается первой **гармоникой**. Так как, в реальном

инструменте значения частот **гармоник** могут отличаться от теоретических, то будем различать реальные и теоретические(расчетные) гармоники.

- **Гармоника расчетная** – гармоника, частота которой вычислена в программе по определенным правилам.
- **Гармоника реальная** – гармоника введенной ноты. Ищется в спектре как локальный максимум в окрестности теоретической гармоники для данной ноты.

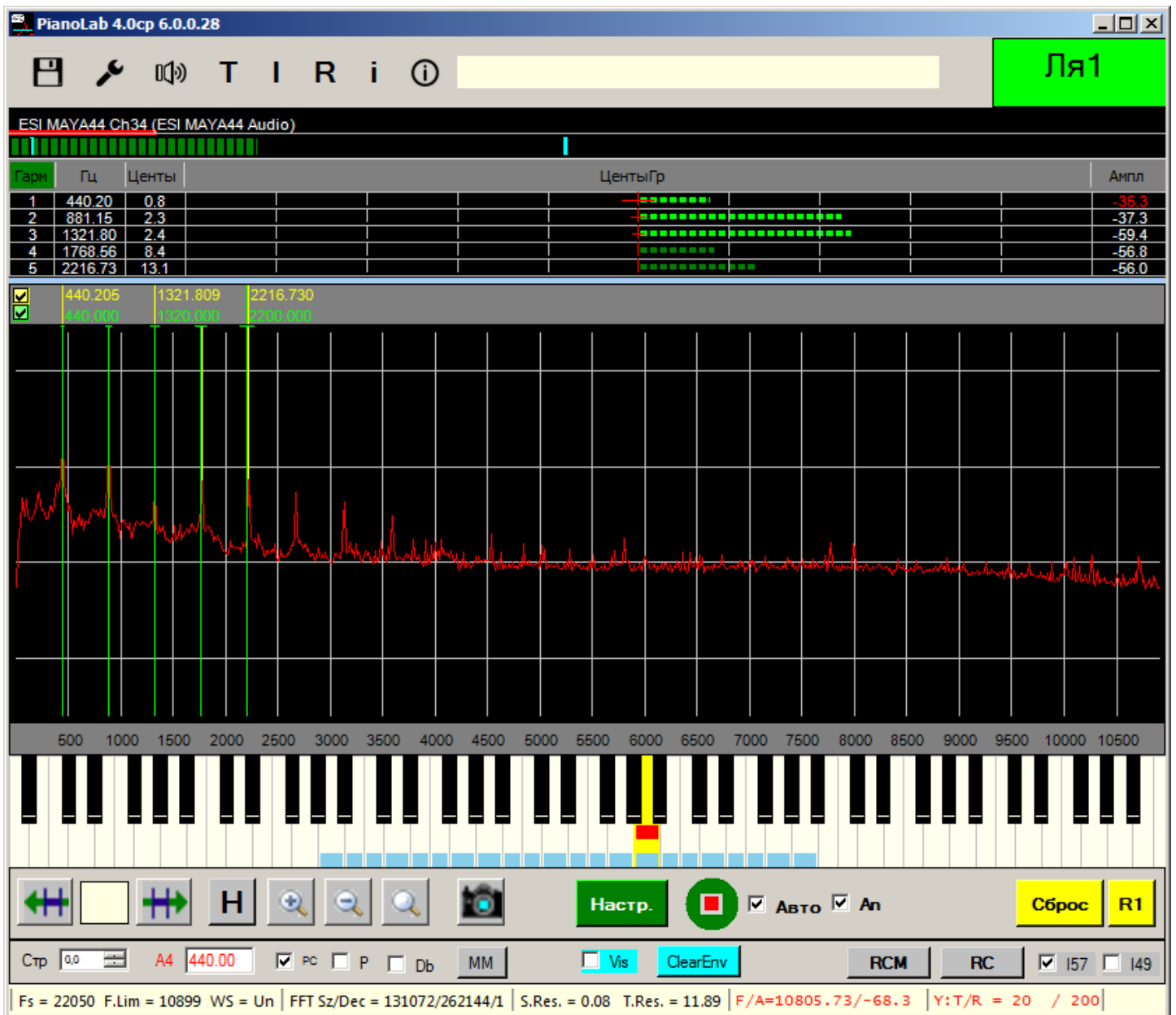
Важность этого понятия в программе объясняется тем что, звуковой сигнал нажатой клавиши фортепиано, представляющее из себя как раз сложное колебание, преобразуется в сумму простейших *синусоидальных* колебаний т.е. спектр сигнала. Затем в спектре выделяются гармоники, которые и используются для распознавания ноты.

Маркеры расчетных и реальных гармоник

- **Маркер расчетной гармоники** – вертикальная прямая на графике спектра с координатой по оси частот, равной частоте **расчетной гармоники**. По умолчанию высвечивается ярко - зеленым цветом.
- **Маркер реальной гармоники** – вертикальная прямая на графике спектра с координатой по оси частот, равной частоте **реальной гармоники**. По умолчанию высвечивается желтым цветом.

Для всех расчетных гармоник **текущей ноты**, в окне спектра высвечиваются **маркеры расчетных гармоник**. На начальном этапе – до запуска модуля нахождения оптимального решения, маркеры **расчетных** гармоник в точности совпадают со значениями частот инициализированного звукоряда. **Затем положение этих маркеров может меняться в зависимости от результатов поиска оптимального решения.**

Маркеры расчетных гармоник высвечиваются всегда, а **маркеры реальных гармоник** только, если нота распознана и признана допустимой.



Рассмотрим подробнее снимок главного окна программы.

Параметры в настройках были взяты по умолчанию. Частота базовой ноты **Ля¹** - 440 Гц. (видно из дополнительной панели управления - красным шрифтом правее **A4**)

Инициализация звукоряда после запуска программы была проведена именно по этой частоте.

В качестве текущей ноты взята нота **Ля¹**.

Маркеры расчетных гармоник для **Ля¹** (линии ярко-зеленого цвета) – выставлены программой по частотам 440, 880 и т.д. Гц. (напоминаю, что эти частоты были вычислены в процессе инициализации по частоте базовой ноты)

Затем была нажата клавиша **Ля¹** с частотами гармоник: 440.2, 881.15, 1321.8, 1768.56 и 2126.73 Гц. На рисунке показан спектр этой введенной ноты **Ля¹** (красного цвета).

Маркеры реальных гармоник - линии желтого цвета, выставлены программой по частотам 440.205, 881.15, 1321.809, 1768.57 и 2126.73 Гц.

Схема работы программы

Весь звукоряд фортепиано от ноты **Ля₅** до **До⁵** хранится в памяти программы. При запуске программы производится **инициализация звукоряда по базовой ноте Ля¹**. **Маркеры расчетных гармоник** для каждой ноты высвечиваются по этим инициализированным значениям.



При нажатии кнопки **(Старт)** в главном окне программы запускается процесс ввода звукового сигнала с устройства ввода (как правило, микрофон). Снятый сигнал преобразуется в программе по алгоритму быстрого преобразования Фурье в спектр и высвечивается на экране в режиме реального времени (примерно, 10 раз в секунду). При превышении уровня звукового сигнала некоторого порогового значения, начинается анализ спектра на наличие гармоник ноты из допустимого диапазона. Если в спектре обнаруживается какая-нибудь **допустимая** нота, то характеристики этой ноты запоминаются и по ним высвечиваются **маркеры реальных гармоник**. Такой анализ производится до тех пор, пока уровень звукового сигнала не станет ниже некоторого порогового значения. Затем среди сохраненных нот выбирается нота с максимальной суммой взвешенных амплитуд гармоник и она может быть сохранена для дальнейшего нахождения оптимального решения.

По маркерам **реальных** и **расчетных** гармоник можно принимать решение – подтягивать или ослаблять струну. Так как обновление спектра происходит достаточно часто, то изменение натяжения струны оперативно отражается на спектре. Как только вывели реальный маркер на оптимальный (совместили) можно переходить к следующей ноте.

Частоты **инициализированного звукоряда** могут не соответствовать частотам звукоряда реального равномерно-темперированного настроенного инструмента, так как не учитывают специфику инструмента (негармоничность конкретных струн, особенности деки и т.д.), но этот идеальный строй может использоваться в качестве первого приближения или предварительного подъема струн. Это вариант использования программы в качестве хроматического тюнера.

Если в предварительном подъеме струн нет необходимости, то сначала настраивается зона температуры, затем по настроенной зоне настраивают басы и дискант.

Для настройки зоны температуры нужно записать все ноты зоны и запустить модуль расчета оптимального плана. Если оптимальный план существует, то **маркеры расчетных (оптимальных) гармоник** для каждой ноты зоны температуры высвечиваются уже по этим найденным значениям и остается только вывести **маркеры реальных гармоник** каждой ноты зоны на эти **расчетные(оптимальные) маркеры**.

Настройка нот басов и дисканта проводится стандартно по уже настроенным нотам зоны температуры. Здесь может быть полезным использование **снимка спектра** соответствующей ноты зоны температуры.

Результаты работы можно сохранять в файле. Качественную картину настройки всего звукоряда или его части можно получить в окне кривой Рейлсбека или отдельно по некоторым типам интервалов в соответствующих окнах.

Основные этапы работы с программой

– запуск программы;

- установка основных параметров программы (меню **Настройки\Параметры**). На начальном этапе освоения программы рекомендуется использовать параметры по умолчанию;
- установка удобного масштаба для отображения спектра;
- предварительная настройка звукоряда, при необходимости;
- настройка зоны температуры;
- настройка остальной части звукоряда.

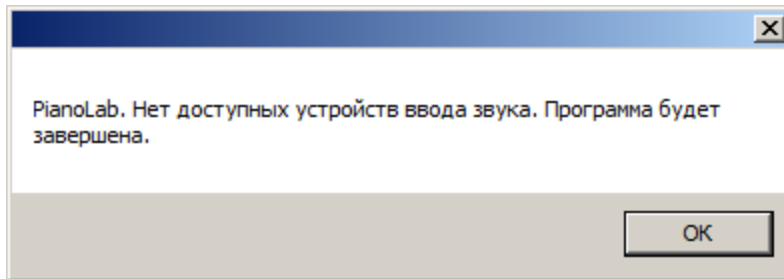
Запуск программы

Программа не запустится, если в системе отсутствует Microsoft Net Framework 4.x

Как правило это относится к Windows XP или Windows 7.

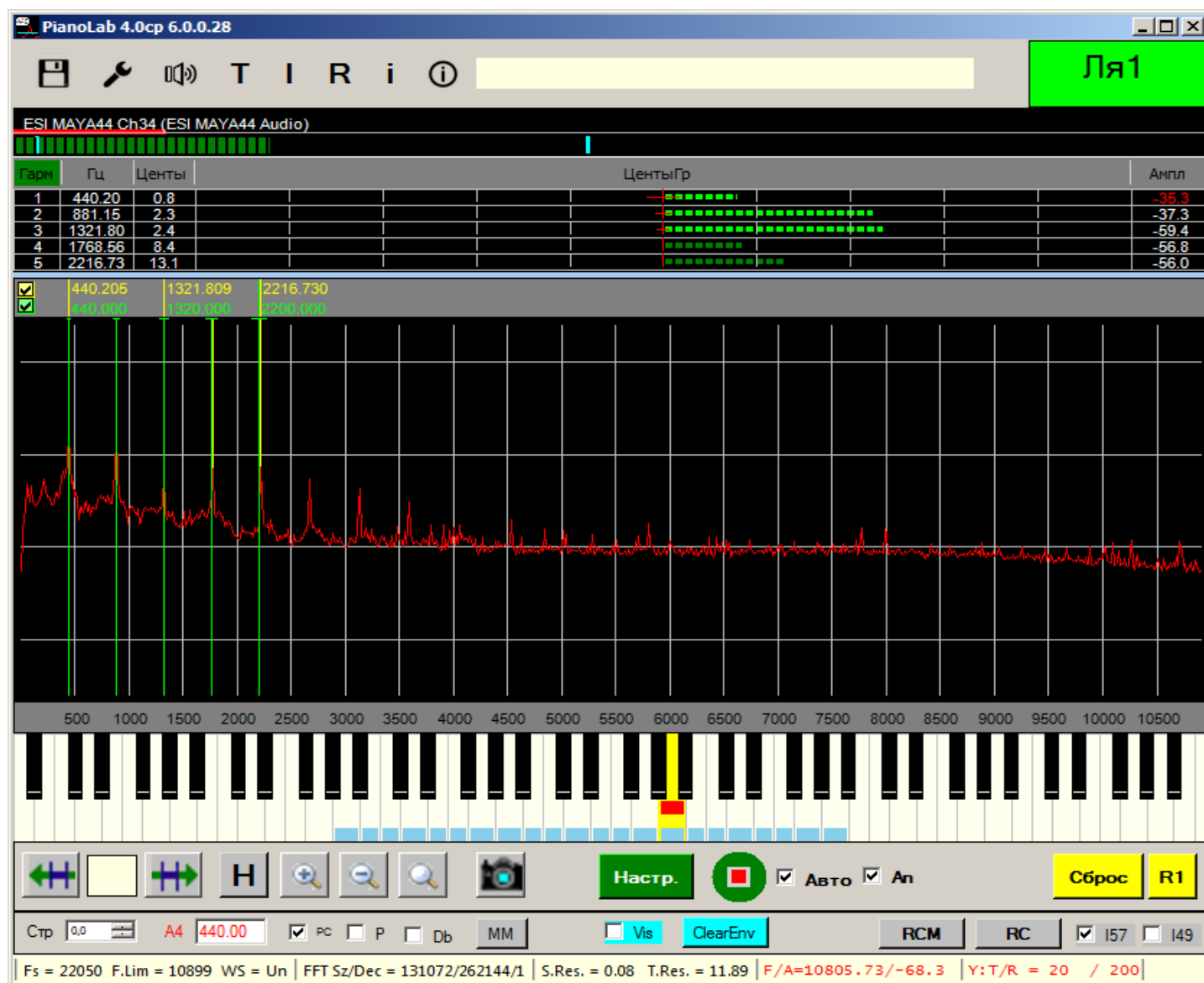
Подключите микрофон (или используйте встроенный) к входу звукового модуля. Проверьте уровень записи для микрофона в настройках микшера операционной системы.

Программа не запустится, если в системе отсутствуют устройства ввода звука.



Появление этого сообщения означает, что отсутствуют необходимые драйверы звукового модуля, существуют проблемы в их работе или, что устройства ввода звука отключены в системе.

После запуска программы попадаем в главное окно:



В верхней строке – меню: файл, настройки, сигнал-генератор и выбор окон:

таблица частот, интервалы, Рейлсбек, негармоничность и регистрация программы.

Главное окно разбито на три подокна:

- окно уровня входного сигнала;
- окно значений гармоник;
- окно визуализации спектра.

Далее вниз, идет клавиатура фортепиано, панель управления, дополнительная панель управления и статусная строка.

Дополнительная панель управления (высвечивается ниже панели управления) – вызывается из меню настроек.

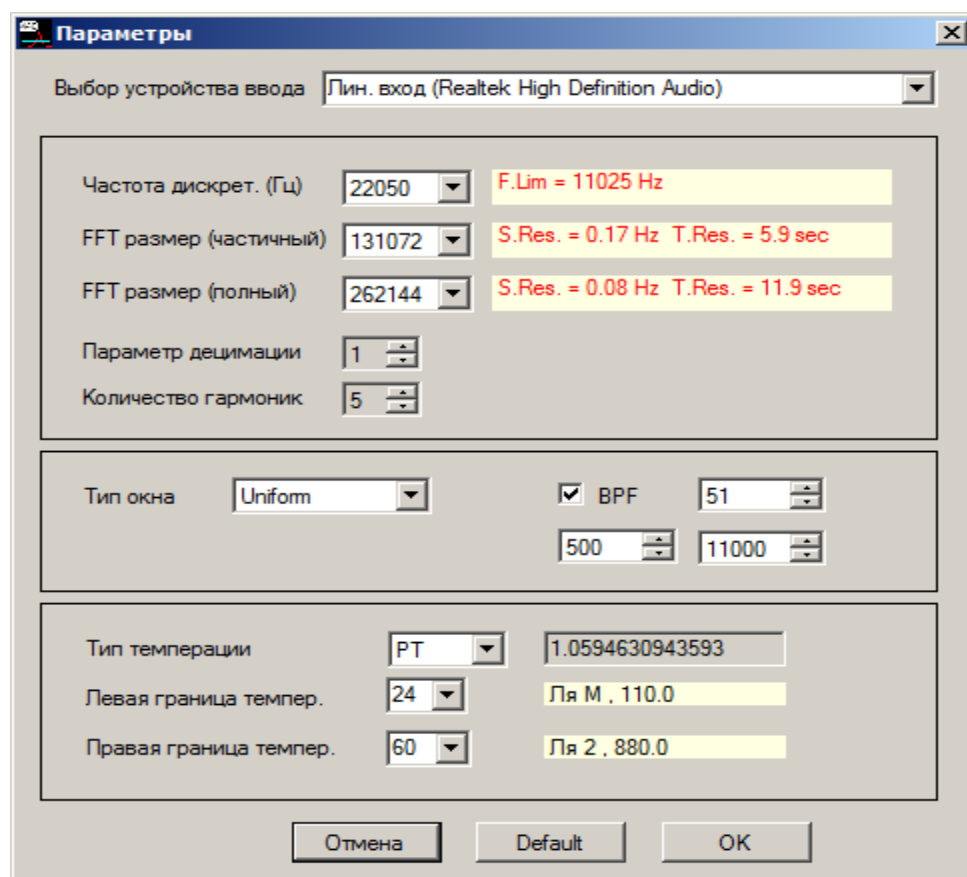
Для всех элементов панелей управления действует контекстная подсказка, то есть, если остановить курсор мыши на каком-нибудь элементе управления, то высвечивается краткое назначение этого элемента.

Размеры внутренних окон вывода графики можно изменять, перемещая разделители (сплиттеры). При выходе из программы все размеры сохраняются.

В окне уровня входного сигнала отображается также и выбранное устройство ввода.

Установка параметров программы

Перед началом работы с программой нужно заглянуть в **Меню\Настройки\Параметры**. Здесь можно настроить некоторые параметры обработки входного сигнала и визуализации спектра. Параметры, указанные на рисунке ниже, установлены в программе по умолчанию и рекомендованы для начального этапа использования (освоения) программы, так как обеспечивают приемлемое соотношение между качеством обработки входного сигнала и требованиями к мощности процессора компьютера.



Для некоторых опций есть контекстная подсказка.

1. Выбор устройств ввода.
2. Параметры задающие спектральное(временное) разрешение и число анализируемых гармоник.
 - **Частота дискретизации.** По умолчанию – **22050**, что соответствует максимальной частоте анализируемого сигнала – **11000** Гц (5-я гармоника ноты **До4**). Если нужно настраивать более высокие ноты, то надо увеличивать частоту дискретизации. Выбор частоты дискретизации в программе ограничен стандартными значениями –11025, 22050 и 44100.
 - **Величина блока анализа** преобразования Фурье при записи - **262144(256к)**. При частоте дискретизации равной **22050** и данной величине блока анализа для записи - спектральное разрешение равно **0.08** Гц. Это примерно соответствует одному биению за **10** сек. Если такой точности не хватает, то ее можно увеличить, либо уменьшая частоту дискретизации, либо увеличивая величину блока анализа.

- **Параметр дещимации.** Удаление части отсчетов из оцифрованного сигнала, что создает эффект уменьшения **частоты дискретизации**. **Дещимация** используется, когда звуковая карта не поддерживает меньшую **частоту дискретизации**.
 - **Количество гармоник.** По умолчанию – 5, максимально - 16. Значения по умолчанию достаточно для анализа 4-х типов интервалов: терций I4, кварт I5, квинт I7 и секст I9.
3. Группа параметров, задающих окно сглаживания и полосовой фильтр.
 4. Тип температуры. По умолчанию **PT**.
В программе реализовано два вида температуры:
 - стандартная равномерная температура(**PT**), с интервальным коэффициентом $2^{1/12}$. Для зоны температуры берется диапазон [**Ля_m**, **Ля²**]. Диапазон можно увеличить, максимально до [**Ля_s**, **Ля³**].
 - температура по **Стопперу (PTs)** с интервальным коэффициентом $3^{1/19}$. Для зоны температуры берется диапазон от [**Ре_m**, **Ля¹**].
 5. Нижняя и верхняя границы зоны температуры. Зависят от типа выбранной температуры.

Примечание. Для настройки программы большое значение имеет частота базовой ноты **Ля¹** – по умолчанию равна **440Гц**. Для более быстрого доступа, изменение этого параметра вынесено в дополнительную панель управления.

Единственное, что имеет смысл подправлять в настройках на начальном этапе – устройство ввода.

Установка удобного масштаба для отображения спектра звукового сигнала



Нажмите кнопку **(Старт)**, если еще не нажата, и проверьте отображение спектра входного сигнала.

Определяем удобный масштаб отображения спектра колесиком(Wheel) мыши:

- **Ctrl+ Wheel** - масштабирование спектра по вертикали,
- **Wheel** – сдвиг спектра по вертикали.

Спектр должен реагировать на микрофон.

Инициализация звукоряда

Если с устройством ввода(микрофоном) все в порядке, то после запуска программы автоматически выполняется инициализация звукоряда от **Ля_s** до **До⁵** в соответствии с принципом равномерной температуры, т.е. частоты соседних нот делятся или умножаются на интервальный коэффициент. В качестве базовой ноты берется нота **Ля¹**.




Примечание. Инициализация звукоряда происходит также по нажатию кнопки **Сброс**.

Предварительная настройка звукоряда (при необходимости)

Частоты **инициализированного звукоряда** могут не соответствовать частотам звукоряда реального равномерно-темперированно настроенного инструмента, так как не учитывают специфику инструмента

(негармоничность конкретных струн, особенности деки и т.д.), но этот стандартный строй может использоваться в качестве первого приближения (цвиковки).




Если строй инструмента поднимается за несколько подходов, постепенно выходя на нужную высоту, то это достигается в программе изменением частоты базовой ноты **Ля¹** и нажатием кнопки , что приводит к инициализации звукоряда по установленной частоте. И затем, достаточно, просто поднять строй в соответствии с инициализированным рядом, не добиваясь особой точности.

Т.е. подтянуть каждую ноту так, чтобы ее реальный маркер 1-й гармоники более-менее совпадал с расчетным маркером 1-й гармоники.

Такая настройка как раз и есть настройка при использовании хроматических тюнеров.

Настройка зоны температуры с использованием автоматического нахождения плана настройки

Процедура настройки с использованием автоматического нахождения плана настройки заключается в следующем:

1. Заглушаем все струны в хорах зоны температуры (**ЗТ**), оставляя только одну свободной.
2. Выбираем тип температуры: обычная **РТ** или **РТ** по Стопперу.
3. Выбираем диапазон (границы) **ЗТ**.
4. Проверяем частоту **базовой ноты Ля¹**, обычно эта частота равна **440** Гц. Если изменили это значение, то нужно сделать также сброс звукоряда нажатием кнопки .
5. Переключаем состояние кнопки  в состояние .
6. Вводим все ноты **ЗТ**, по умолчанию, это диапазон от **Лям** до **Ля²** включительно для стандартной **РТ** (для **РТ** по Стопперу **Ре_м** - **Ля¹**). Ноты зоны температуры отмечены голубой полоской в окне клавиатуры. После этого запускаем процесс поиска решения - Кнопка "**РС**".
7. Если решение существует, то положение **маркеров расчетных гармоник** для нот зоны температуры будут соответствовать найденному плану настройки.
8. Теперь остается только вывести каждую ноту зоны на **расчетный маркер**. Для большей точности подстраивать ноты лучше не по первой гармонике, а по второй или выше.

Примечание1. Решение ищется так, чтобы биения в квартах, квинтах, терциях и секстах попадали в определенный интервал, а разность между 2-ой гармоникой **Лям** и 1-ой гармоникой **Ля²** была бы минимальной (для **РТ** по Стопперу минимизируется разность между 3-й гармоникой **Ре_м** и 1-й гармоникой **Ля¹**).

Если решение существует, то в **Поле Сообщений** выдается строка такого вида:

Реш-е: R/O пред.=442/100, R/O нов.=442/111

В строке даются также суммарные отклонения биений по всем 4-х интервалам (терции, кварты, квинты и сексты) для введенных нот (**R**) и нот найденного решения (**O**):

- R/O пред. = 442/100 отклонения предыдущего решения.
- R/O нов. = 442/111 отклонения найденного решения.

Чем меньше параметр (**O**) тем ближе найденное решение к идеальному в смысле равномерной температуры.

Значения параметров в этом примере были взяты при нахождении решения для некоторой конкретной зоны температуры.


Примечание2. Длина зоны температуры для равномерной температуры (РТ) по умолчанию –

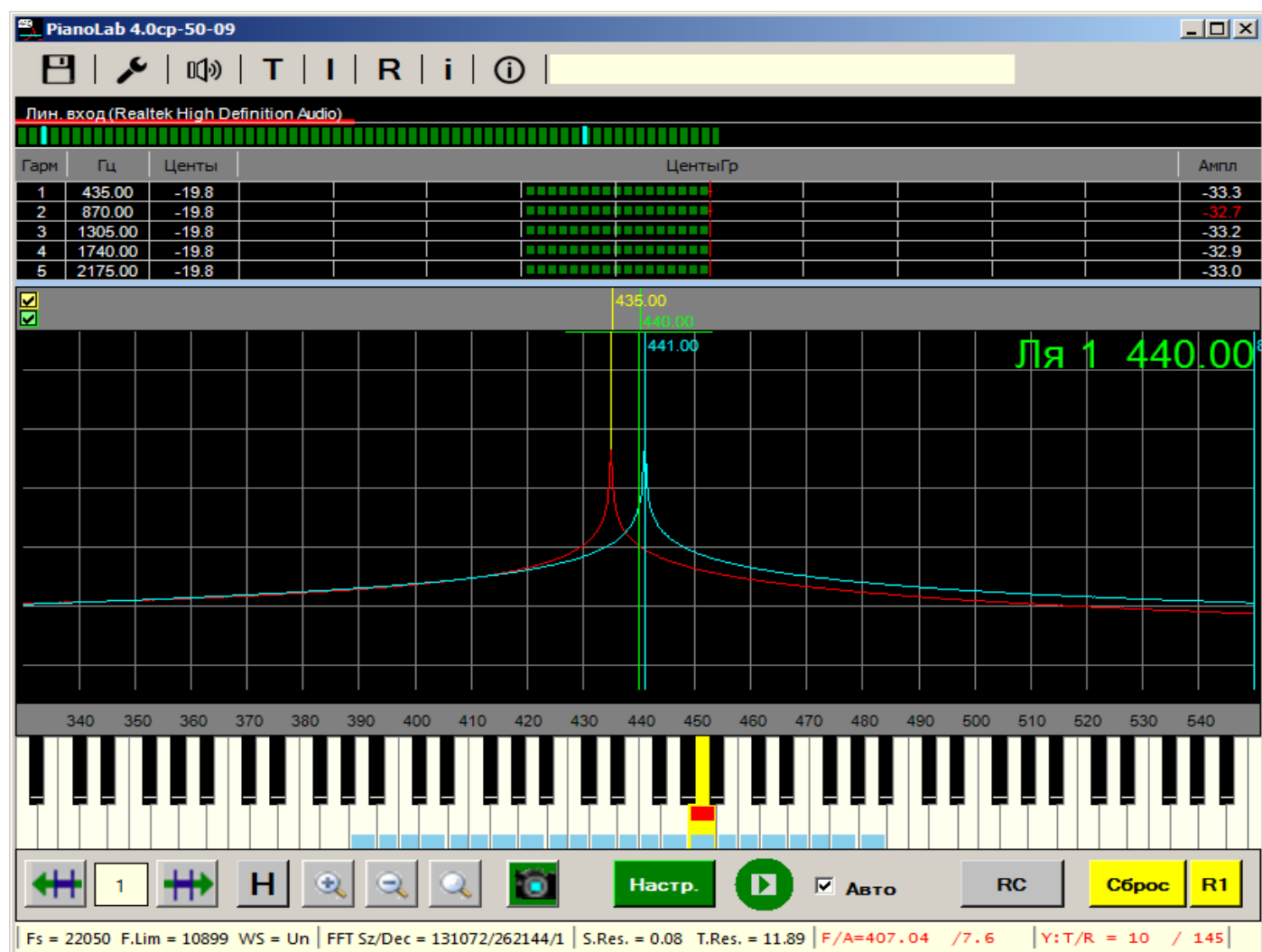
[Лям, Ля²]. Этот диапазон можно увеличить до [Ля_s, Ля³]. Однако, как показывает опыт, для такого большого диапазона не всегда может быть найдено оптимальное решение. Хорошие результаты были получены для зоны температуры по умолчанию [Лям, Ля²].

Примечание3. Решение может не существовать в случае, когда одна или несколько нот значительно отличаются по частоте от значений инициализированного звукоряда.

Сравнение спектров. Настройка унисона. Настройка остальной части звукоряда

Настройка нот басов и дисканта проводится октавами по уже настроенным нотам зоны температуры. При этом можно использовать **Снимок спектра** соответствующей ноты зоны температуры.

Кнопка  **Снимок спектра** в главном окне используется для фиксации на экране текущего спектра. Этот зафиксированный спектр может использоваться для сравнения с последующими спектрами.



На рисунке показаны два спектра: спектр голубого цвета – это **Снимок** и спектр красного цвета – текущий спектр.

Сравнение спектров можно использовать, например, для настройки унисонов.

Итак, для настройки остальной части звукоряда нужно перебрать по очереди все ноты зоны температуры. Делаем для каждой ноты **Снимок** и по нему настраиваем в унисон соответствующую ноту из соседней октавы. При этом, разумеется, не отменяется контроль кварт, квинт, терций и секст и **аудиоконтроль**. Дело в том, что негармоничность струн может проявлять себя по-разному и уравнивать все совпадающие гармоники интервала не всегда удается. В таких случаях приходится идти на компромисс и выбирать на слух более благозвучный вариант.

Повторное нажатие кнопки  **Снимок спектра** сбрасывает **Снимок**.


Особенности ввода нот при записи

Замечание по микрофону. Бюджетные микрофоны, как правило, не берут частоты ниже 50-70 герц. Существует ограничение и по верхним частотам. Но это и не очень нужно, так как работать с программой для басов можно по 2 и выше гармоникам. А для верхов берем нижние гармоники. Важно только, чтобы микрофон уверенно брал частоты нот из зоны температуры (**ЗТ**). Так как мы их должны записать в программу и затем получить оптимальное решение для этой **ЗТ**. При последующей настройке записывать ноты вне зоны температуры не нужно (достаточно наблюдать по спектру или в окне гармоник).

Запись нот в память компьютера разрешается только при включенном режиме ,

и зависит от состояния флага **“Авто”**:

- Если флаг **“Авто”** включен, то запись ноты в память программы осуществляется автоматически по окончании анализа ноты. Выбор ноты для записи среди сохраненных состояний определяется по максимальной сумме взвешенных амплитуд гармоник.
- Если флаг **“Авто”** выключен, то есть установлен ручной режим - запись происходит по нажатию

кнопки  (**Стоп**). Момент нажатия определяется самим настройщиком.

При вводе сигнала для записи **важно** чтобы все гармоники, имели амплитуду выше линии отсечки (**ЛО**) уровня шумов - голубая линия в окне спектра. Включение/отключение отображения **ЛО** делается в дополнительной панели чекбоксом **Vis**. Положение **всей ЛО** по вертикали регулируется нажатием **левой кнопки** мыши - захватом и движением вверх-вниз. Нажатием **правой кнопки** мыши - захватом и движением вверх-вниз можно изменять небольшие участки **ЛО**. Сброс **ЛО** осуществляется кнопкой **“ClearEnv”**.

Ввод нот при записи должен производиться только для одной струны в хоре. Связано это с тем что, если в хоре несколько струн, то при нажатии клавиши и последующем ударе молоточком неизбежно происходит размазывание пиков гармоник. А это может привести к неправильному срабатыванию модуля нахождения оптимального решения для **ЗТ**. Таким образом, при вводе нот **ЗТ** все струны в хоре,

кроме одной должны быть заглушены. Удобно пользоваться лентой из фетра достаточной по длине, чтобы охватить всю ЗТ.


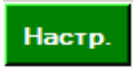
По окончании ввода нот зоны температуры состояние кнопки  рекомендуется вернуть в состояние . Это вызвано тем, что при вводе нот басов или дисканта возможна ложная идентификация ноты, с попаданием в диапазон зоны температуры и тем самым искажение введенных частот этой ноты. Рекомендуется также сделать сохранение в файл.

Схема анализа и записи вводимой ноты

Начиная с 5-й версии, изменена схема анализа и записи вводимой ноты:



- В режиме “Авто”** начало анализа происходит по превышению уровня входного сигнала над определенным пороговым значением (**правая голубая полоска** в окне уровня входного сигнала – назовем ее **MAXs**). Анализ заканчивается, когда уровень сигнала падает ниже некоторого минимума (**левая голубая полоска** в окне уровня входного сигнала - назовем ее **MINs**). Таким образом, уровень входного сигнала в начальный момент нажатия клавиши фортепиано должен превышать **MAXs**, а в режиме тишины должен быть меньше **MINs**. Изменение уровня входного сигнала делается в системных настройках управления звуковыми устройствами. Для упрощения вызова этих настроек, в дополнительной управляющей панели введена кнопка **MM**. Положение штриха **MAXs** в окне уровня сигнала **можно изменять захватом и движением мыши**. Это иногда полезно, когда увеличение силы удара по клавише или изменение уровня сигнала в системных настройках не дает эффекта.

В условиях шумного помещения, для уменьшения вероятности ложного срабатывания при определении ноты в режиме “Авто”, поиск нот можно вести **только** среди соседних нот по отношению к текущей – по одной ноте слева или справа. Для этого в нужно отключить флаг “An”. По окончании анализа, среди распознанных нот выбирается наилучшая и разрешается ее запись.
- В ручном режиме (флаг “Авто” выключен)** анализ и распознавание ноты начинается после того, как текущий уровень сигнала превысит MINs, но только в случае совпадения текущей ноты и распознанной во входном сигнале, нота считается допустимой и разрешается ее запись.

Что происходит при распознавании ноты

Во время анализа сигнала текущее состояние распознанной ноты сохраняется. Заполняется окно значений гармоник, цвет наименования ноты в окне спектра становится ярко-зеленым и высвечиваются **маркеры реальных гармоник** (желтые вертикали), соответствующие максимумам амплитуд гармоник распознанной ноты. Причем, в режиме “Авто” происходит автоматическое переключение текущей ноты на распознанную.

Только после того как нота распознана, разрешается запись ноты в память компьютера. Процесс ввода ноты по отдельным гармоникам удобно контролировать в **окне значений гармоник**. Можно также анализировать гармоники в окне спектра выбрав масштаб – “Н” (все гармоники) или по какой-нибудь

одной гармонике выбрав ее кнопками , .

После того как уровень сигнала упадет ниже уровня **MINs** информация в **окне значений гармоник сбрасывается**. Отказаться от этого сброса можно нажав поле **“Гарм”**.

Что делать, если нажатая нота не распознается

В режиме **“Авто”**:



- Проверить превышение уровня входного сигнала в момент нажатия клавиши фортепиано уровня **MAXs** для режима **“Авто”**. Если увеличение силы удара по клавише или изменение уровня сигнала в системных настройках не дает эффекта, то можно изменить положение штриха **MAXs** в окне уровня сигнала **захватом и движением мыши влево-вправо**.
- В режиме **“Авто”** завершение ввода ноты происходит, когда уровень входного сигнала становится меньше **MINs**. Если в режиме тишины, уровень сигнала превышает **MINs**, то следует уменьшить его в системных настройках.
- Если в режиме **“Авто”** не удастся ввести некоторую ноту, то можно попробовать ввести ее в ручном режиме. В ручном режиме для распознавания ноты не требуется превышение уровня **MAXs** – достаточно чтобы уровень превысил значение **MINs**. Но запись ноты в этом случае происходит по нажатию кнопки **“Стоп”**.

Ввод нот в автоматическом режиме.


Флаг **“Авто”** и режим  включены.

Этот режим используется для упрощения ввода нот. В этом случае не нужно устанавливать ноту с клавиатуры программы. Запись ноты также происходит автоматически.


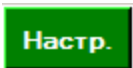



1. Нажимаем кнопку  (старт).
2. Переключаем состояние кнопки  на .
3. Ждем на фортепиано любую клавишу. Когда начинается анализ ноты, то заполняется окно значений гармоник и цвет наименования ноты становится ярко-зеленым, это означает что нота распознана. По окончании анализа ноты, когда уровень входного сигнала уменьшится ниже **MINs**, автоматически происходит запись ноты в память программы, Если сохранение ноты прошло нормально, то выдается короткий звуковой сигнал.
4. Следующую клавишу нажимаем, когда спектр очистится от сигнала предыдущей ноты.

Ввод нот в ручном режиме

Флаг **“Авто”** выключен, режим  включен.



1. Нажимаем кнопку  (Старт).
2. Переключаем состояние кнопки  в состояние .
3. Выбираем нужную ноту в окне клавиатуры.

4. Жмем соответствующую клавишу на фортепиано. Снятый звук анализируется в программе и если в нем удастся определить текущую ноту, то в окне значений гармоник выдаются частоты гармоник ноты, отклонения от расчетной в центах и амплитуды, а цвет наименования ноты становится ярко-зеленым. В окне спектре высвечиваются **маркеры реальных гармоник** (желтые вертикали).



5. После того как нота распознана, можно нажимать кнопку **(Стоп)** (бывшая **(Старт)**). По нажатию этой кнопки происходит остановка ввода звука и высвечивания информации на экране. Затем частоты выбранной ноты запоминаются. Если сохранение ноты прошло нормально, то выдается короткий звуковой сигнал. Таким образом, **принятие решения о том когда делать запись ноты возлагается на настройщика**.

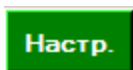
Сброс нот

Если вы обнаружили, что какая-то нота ввелась неправильно, то ее можно сбросить (проинициализировать), установив с клавиатуры программы эту ноту и нажатием кнопки



Сброс (инициализация всего звукоряда) – нажатие кнопки **Сброс**. При этом будет потеряна вся введенная информация.

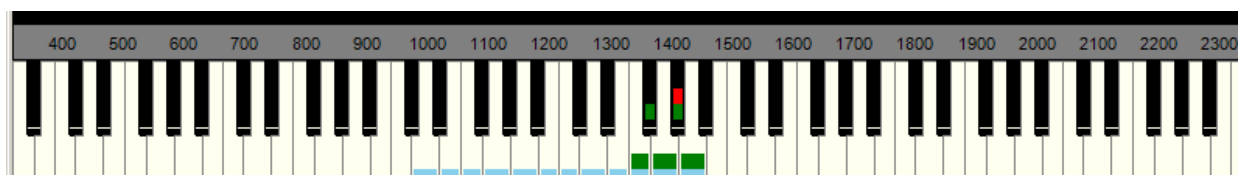
Режим “Настройка”



В режиме **Настр.** (Настройка) по маркерам реальных и расчетных гармоник можно принимать решение – подтягивать или ослаблять струну, добиваясь совмещения маркеров. Так как обновление спектра происходит достаточно часто, то изменение натяжения струны оперативно отражается на спектре. Как только вывели реальный маркер на расчетный, можно переходить к следующей ноте.

Иногда некоторые гармоники (обычно это первые гармоники) в спектре могут иметь размазанную верхушку, обусловленную неправильной формой молоточка.

Чтобы избежать влияния неправильной формы молоточков, можно изменить характер ввода ноты **заменой удара молоточком по струне на щипок струны** при нажатой демпферной педали. Но поскольку, основной ввод нот происходит все же нажатием клавиш и тем самым, ударом молоточка, то, после записи нот, рекомендуется проверять еще и негармоничности введенных нот, а также все ли вводимые ноты действительно ввелись. Это можно посмотреть в окне “Клавиатура фортепиано” или в окне “Таблица частот” – введенные ноты отмечены зеленой полоской.



Сдвиги в частотах	Гарм. 1	Сдвиг 1	Гарм. 2	Сдвиг 2	Гарм. 3	Сдвиг 3	Гарм. 4	Сдвиг 4	Гарм. 5	Сдвиг 5	Реал. I4	Опт. I4
52. Ми 1	329.63	0.00	659.26	0.00	988.88	0.00	1318.51	0.00	1648.14	0.00	22.64	21.38
53. Фа 1	349.23	0.00	698.46	0.00	1047.68	0.00	1396.91	0.00	1746.14	0.00	22.43	21.60
54. Фа# 1	369.69	0.30	740.09	0.61	1111.43	0.92	1484.42	1.22	1859.82	1.52	7.16	10.44
55. Соль 1	391.92	0.08	784.41	0.15	1178.34	0.21	1573.93	0.28	1970.33	0.36	13.13	17.73
56. Соль# 1	415.62	-0.32	832.38	-0.63	1248.12	-0.94	1670.78	-1.26	2094.34	-1.57	-1.34	0.24
57. Ля 1	440.21	-0.21	881.15	-0.41	1321.83	-0.62	1768.57	-0.83	2216.73	-1.03	0.73	1.76
58. Ля# 1	464.96	1.20	930.96	2.41	1396.86	3.60	1866.97	4.82	2343.92	6.04	5.40	-0.65
59. Си 1	492.65	1.23	987.45	2.46	1484.03	3.71	1983.46	4.96	2487.71	6.21	1.31	-4.91
60. До 2	523.25	0.00	1046.50	0.00	1569.75	0.00	2093.00	0.00	2616.26	0.00	20.76	20.76
61. До# 2	554.37	0.00	1108.73	0.00	1663.10	0.00	2217.46	0.00	2771.83	0.00	22.00	22.00
62. Ре 2	587.33	0.00	1174.66	0.00	1761.99	0.00	2349.32	0.00	2936.65	0.00	23.31	23.31
63. Ре# 2	622.25	0.00	1244.51	0.00	1866.76	0.00	2489.02	0.00	3111.27	0.00	24.69	24.69
64. Ми 2	659.26	0.00	1318.51	0.00	1977.77	0.00	2637.02	0.00	3296.28	0.00	26.16	26.16

Поля “Сдвиг в частотах”, “Реал. I4” и “Опт. I4” в окне “Таблица частот” кликабельны.

Поле “Сдвиг в частотах” используется для перехода отображения сдвигов от частот к центам и обратно.

Поля “Реал. I4” и “Опт. I4” используются для перебора типов интервалов.

Изменение в модуле расчета оптимального решения

Начиная с версии 6.09 в программу добавлен модифицированный алгоритм расчета – вызывается нажатием кнопки “RCM”. Изменение заключается в том, что зона темперации разбивается на перекрывающиеся пары октав и расчет ведется по парам. Это значительно убыстряет нахождение оптимального решения, а в некоторых случаях были получены более лучшие результаты. Алгоритм “RCM” реализован только для стандартной равномерной темперации. Для темперации по Стопперу следует пользоваться старой версией “RC”.

Старая версия сохранена, и вызывается нажатием кнопки “RC”, которая вынесена в дополнительную панель.

Горячие клавиши

В главном окне

- S - снимок, H - масштаб гармоник;
- PageUp, PageDown - движение по гармоникам;
- Left, Right, Ctrl PageUp, Ctrl PageDown движение по нотам;
- -, +, Ctrl Left, Ctrl Right - изменение масштаба по X;
- Up, Down - сдвиг по Y;
- Ctrl Up, Ctrl Down - изменение масштаба по Y;
- Esc - сворачивание в трей.

В окне интервалов

- PageUp, PageDown - движение по типам интервалов;

В окне интервалов, Рейлсбека, негармоничностей

- Left, Right - сдвиг по X;
- -, +, Ctrl Left, Ctrl Right - изменение масштаба по X;
- Ctrl Up, Ctrl Down - изменение масштаба по Y;
- Esc – закрытие окна.

Во всех окнах

- Выделение фрагмента по горизонтали мышью - изменение масштаба по X;
- Ctrl Wheel - изменение масштаба по Y;
- Z - сброс масштаба.