

**Общество с ограниченной ответственностью
«Электронные технологии и метрологические системы»**

Программа Fundamental Tone

**Руководство оператора
ЭТМС.424200.000-01 34**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	3
2. Основные положения	4
3. Подготовка к работе.....	5
3.1 Установка ZETLAB.....	5
3.2 Установка ZETVIEW.....	5
3.3 Установка ПО «Fundamental Tone»	5
4. Работа с программным обеспечением Fundamental Tone.....	6
4.1 Запуск ПО.....	6
4.2 Описание вкладок.....	7

1. Назначение

Программное обеспечение ПО «Fundamental Tone» представляет собой набор программных средств, предназначенных для определения значений следующих параметров основного тона собственных колебаний зданий и сооружений: период и логарифмический декремент, согласно стандарту ГОСТ Р 54859-2011.

Период и логарифмический декремент затухания основного тона собственных колебаний здания являются важными расчетными параметрами при анализе изменений напряженно-деформированного состояния здания в процессе эксплуатации, в том числе при проведении обследований и мониторинга технического состояния здания.

2. Основные положения

Для определения значений периода применяется косвенный метод измерений, при котором регистрируются процессы колебаний здания по трем взаимно перпендикулярным осям. Значения периода по каждой из осей определяются по результатам измерений по соответствующей оси расчетным методом, основанном на анализе спектров мощности колебаний здания.

Значения декремента по каждой из взаимно перпендикулярных осей определяются также расчетным методом по результатам измерений, проведенных для определения значения периода.

Колебания здания представляют собой суперпозицию собственных и вынужденных колебаний, вызванных различными внутренними и внешними воздействиями. Для зданий промышленного назначения характерно наличие и перемещение внутри зданий тяжелого технологического оборудования. В этом случае необходимо проводить измерения во время перерывов в работе или, когда движущееся технологическое оборудование находится на одинаковых позициях.

Одним из факторов, которые могут повлиять на результаты измерения периода, является снеговая нагрузка, поэтому при измерениях следует учитывать данный фактор.

3. Подготовка к работе

3.1 Установка ZETLAB

Установите ПО ZETLAB (если оно не устанавливалось ранее) с CD-диска на компьютер, на котором будут производиться работы, для чего запустите файл-установщик ZETLab.msi. Следуя инструкциям мастера, установить ПО ZETLab в директорию C:\ZETLab.

3.2 Установка ZETVIEW

Запустить файл-установщик ZETView.msi. Следуя инструкциям мастера, установить ПО ZETVIEW в директорию C:\ZETLab.

3.3 Установка ПО «Fundamental Tone»

Для работы программы «Fundamental Tone» необходимо скопировать папку «Система мониторинга зданий, сооружений и окружающей среды» на компьютер.

Для начала работы с ПО «Fundamental Tone» следует запустить файл «Fundamental tone.exe». Для удобства работы с программой можно расположить ярлык на файл «Fundamental tone.exe» на рабочем столе ОС.

4. Работа с программным обеспечением Fundamental Tone

4.1 Запуск ПО

Для запуска ПО «Fundamental Tone» необходимо двойным нажатием левой клавиши мыши активировать файл «Fundamental tone.exe» (Рис. 4.1).

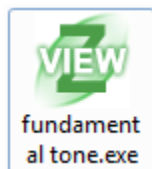


Рис. 4.1 Файл «Fundamental tone.exe»

Откроется окно программы «Fundamental Tone» (Рис. 4.2).

Определение периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний здания (ГОСТ Р 54859-2011)

Сведения об исследуемом объекте

Адрес объекта: Назначение объекта:

☐ Задать границы расчёта основного тона из таблицы

Тип здания: Количество этажей:

☐ Задать границы расчёта основного тона по периоду

Границы диапазона периода собственных колебаний по большой оси (X): T1, с T2, с

Границы диапазона периода собственных колебаний по малой оси (Y): T1, с T2, с

Границы диапазона периода собственных колебаний по вертикальной оси (Z): T1, с T2, с

☐ Задать границы расчёта основного тона по частоте

Границы диапазона частоты собственных колебаний по большой оси (X): F1, Гц F2, Гц

Границы диапазона частоты собственных колебаний по малой оси (Y): F1, Гц F2, Гц

Границы диапазона частоты собственных колебаний по вертикальной оси (Z): F1, Гц F2, Гц

Сведения об исполнителе и заказчике

Организация, проводящая измерения: Заказчик проведения измерений:

Параметры проведения измерений

Количество усреднений: 0001	Доверительная вероятность: 0.90	Канал измерения по большой оси объекта: Канал X
Длительность измерения, с: 001	Козф-т неопределённости: 0.01	Канал измерения по малой оси объекта: Канал Y
Частотное разрешение, Гц: 0.01	Степень сглаживания: 0.0	Канал измерения по вертикальной оси объекта: Канал Z

Рис. 4.2 Окно программы «Fundamental tone»

Программа состоит из нескольких вкладок:

- Настройки;
- Спектр;
- Результат;
- Дополнительно.

4.2 Описание вкладок

4.2.1 Вкладка «Настройки»

На вкладке «Настройки» (Рис. 4.3) следует заполнить информационные поля и установить необходимые настройки.

Рис. 4.3 Вкладка «Настройки»

Поля «Адрес объекта», «Назначение объекта», «Организация, проводящая измерения», «Заказчик проведения измерений» носят чисто информационный характер и предназначены для формирования отчета.

На вкладке «Настройки» в области «Сведения об исследуемом объекте» требуется выбрать один из трех предложенных способов задать границы расчёта основного тона собственных колебаний здания:

- 1) «Задать границы расчёта основного тона из таблицы»

Выбирается в том случае, если конструкция здания является типовой. Из всплывающего списка (Рис. 4.4) необходимо выбрать соответствующий тип здания и указать количество этажей.

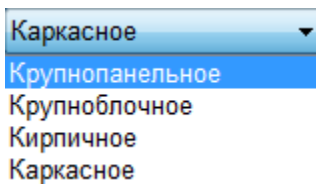


Рис. 4.4 Меню выбора конструкции здания

- 2) «Задать границы расчёта основного тона по периоду»

Выбирается в том случае, если конструкция здания не является типовой, но известны границы диапазона периода собственных колебаний здания. В соответствующих полях (Рис. 4.5) необходимо установить границы периода колебаний по осям X, Y, Z.

T1, с	0.66	T2, с	1.25
T1, с	0.66	T2, с	1.25
T1, с	0.66	T2, с	1.25

Рис. 4.5 Границы диапазона периода собственных колебаний

3) «Задать границы расчёта основного тона по частоте»

Выбирается в том случае, если конструкция здания не является типовой, но известны границы диапазона частоты собственных колебаний здания. В соответствующих полях необходимо установить границы частоты колебаний по осям X, Y, Z.

F1, Гц	00.80	F2, Гц	01.50
F1, Гц	00.80	F2, Гц	01.50
F1, Гц	00.80	F2, Гц	01.50

Рис. 4.6 Границы диапазона частоты собственных колебаний

На вкладке «Настройки» в области «Параметры проведения измерений» требуется задать следующие параметры:

- Частотное разрешение – шаг полос по оси частот в спектре. Чем меньше частотное разрешение, тем больше полос.
- Длительность измерения – время усреднения значений одного спектра.
- Количество усреднений – размер буфера накопленных спектров, по которым производится усреднение значений.
- Доверительная вероятность – коэффициент вероятности того, что параметр находится в пределах заданного интервала. Доверительная вероятность выражается числом от 0 до 1 и показывает вероятность того, что действительное значение исследуемой переменной будет лежать в указанном диапазоне. Чем больше коэффициент доверительной вероятности, тем выше вероятность попадания действительного значения в определенный интервал.
- Коэффициент неопределенности – коэффициент, соответствующий произведению частотного разрешения на длительность измерения. Выражает количество шума на графике спектра. Чем больше значение, тем стабильнее измерения и меньше влияние шума на результат. Для того чтобы считать результаты измерений успешными, коэффициент должен составлять не менее 1.
- Степень сглаживания – коэффициент, соответствующий произведению коэффициента неопределенности на количество усреднений. Выражает степень подавления шума. Для того чтобы считать результаты измерений успешными, коэффициент должен составлять не менее 100.
- Канал измерения по большой оси объекта – следует установить измерительный канал, фиксирующий колебания здания по большой оси (ось X).

- Канал измерения по малой оси объекта – следует установить измерительный канал, фиксирующий колебания здания по малой оси (ось Y).

- Канал измерения по вертикальной оси объекта – следует установить измерительный канал, фиксирующий колебания здания по вертикальной оси (ось Z).

4.2.2 Вкладка «Спектр»

На вкладке «Спектр» (Рис. 4.7) отображаются спектры по измерительным каналам X, Y, Z в заданном диапазоне частот. Полученные спектры имеют зависимость от значений, установленных в параметрах «Частотное разрешение», «Длительность измерения», «Количество усреднений» заданным во вкладке «Настройки».

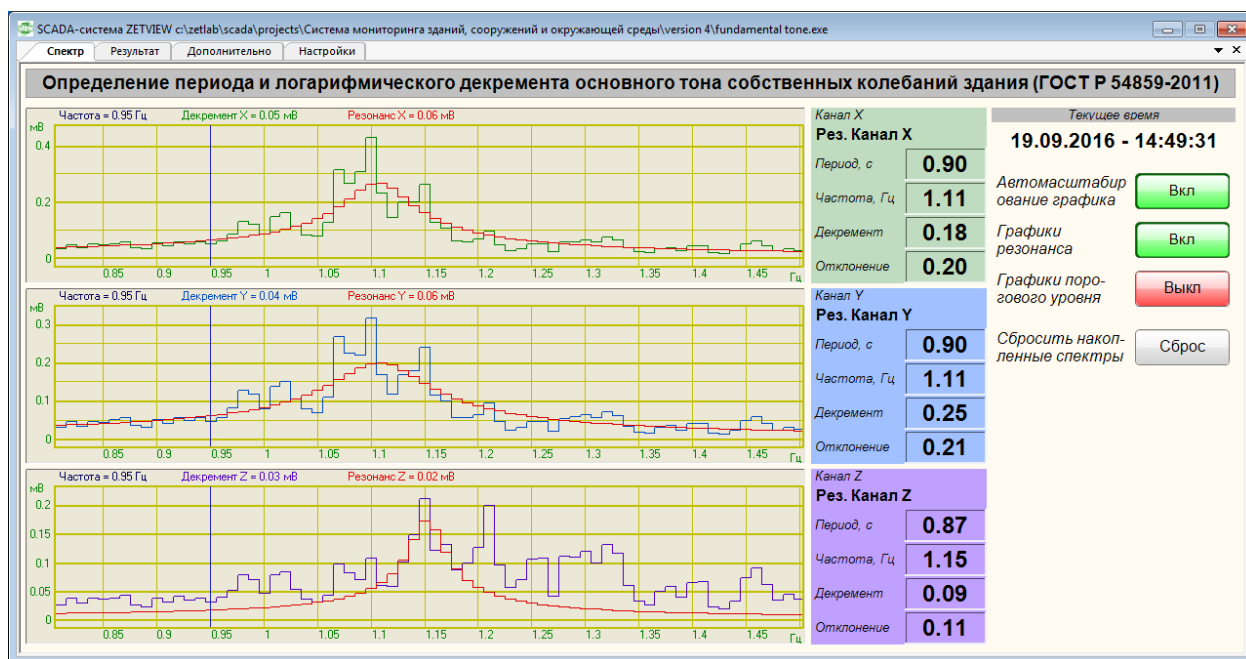


Рис. 4.7 Вкладка «Спектр»

Для отображения на спектре графиков резонанса следует включить соответствующую кнопку (Рис. 4.8).

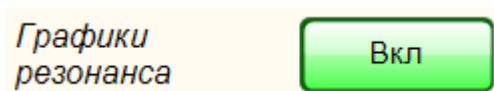


Рис. 4.8 Кнопка отображения графиков резонанса

График порогового уровня представляет собой горизонтальную линию, отображаемую на графике спектра. Участки графика спектра, расположенные выше порогового уровня, участвуют в расчетах. Для отображения на спектре графиков порогового уровня следует включить соответствующую кнопку (Рис. 4.9).

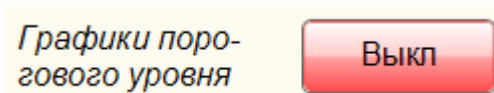


Рис. 4.9 Кнопка отображения графиков порогового уровня

Цифровой индикатор «Период, с» отображает усредненное значение периода собственных колебаний здания, рассчитанное за заданный отрезок времени.

Цифровой индикатор «Частота, Гц» отображает усредненное значение частоты собственных колебаний здания, рассчитанное за заданный отрезок времени.

Цифровой индикатор «Декремент» отображает усредненное значение логарифмического декремента затухания собственных колебаний здания, рассчитанное за заданный отрезок времени.

Цифровой индикатор «Отклонение» отображает значение отклонения графика спектра от графика резонанса. Чем меньше значение индикатора «Отклонение», тем достовернее результаты измерений.

Для сброса накопленных спектров и связанных с ними параметров следует нажать кнопку «Сбросить накопленные спектры» (Рис. 4.10).

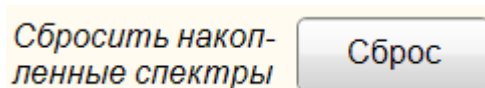


Рис. 4.10 Кнопка сброса накопленных спектров

4.2.3 Вкладка «Результат»

На вкладке «Результат» (Рис. 4.11) отображаются графики зависимости частоты, периода и логарифмического декремента от точки отсчёта (номера измерения).

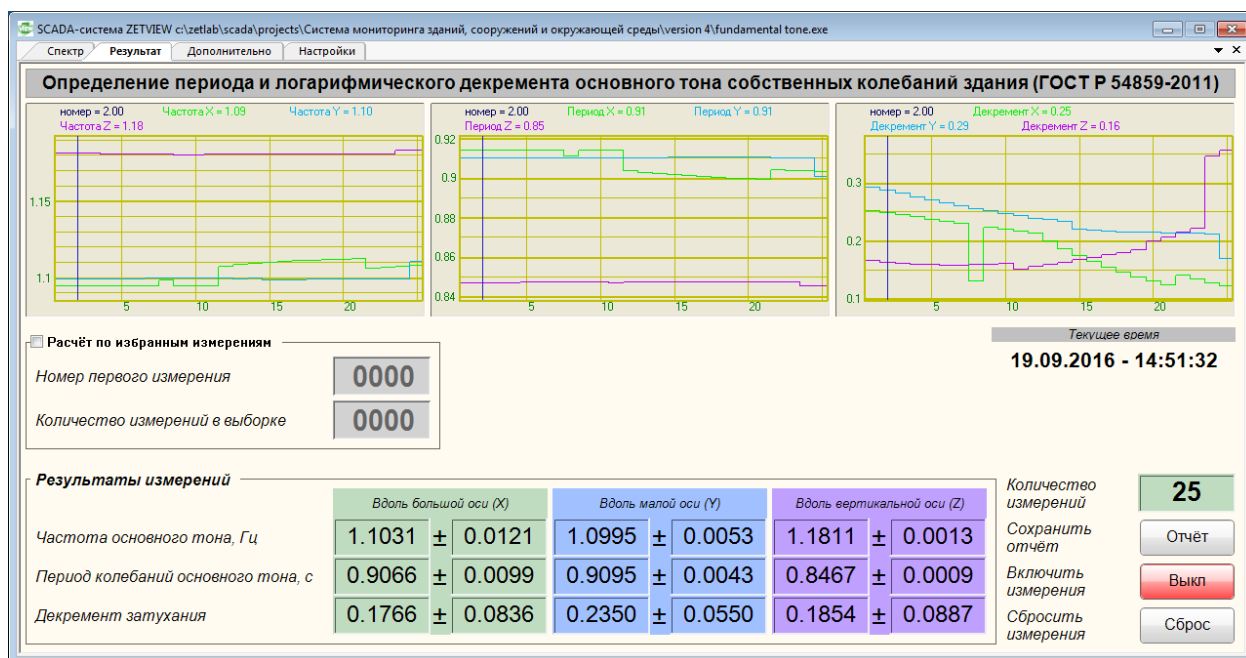


Рис. 4.11 Вкладка «Результат»

Графики отображаются по каждой из трех измерительных осей, за период, прошедший от момента активации кнопки «Включить измерения» (Рис. 4.12) до текущего момента времени, либо до деактивации кнопки «Включить измерения».

Включить
измерения

Выкл

Рис. 4.12 Кнопка «Включить измерения»

Существует возможность отобразить определенный участок графика, для этого необходимо активировать функцию «Расчёт по избранным измерениям» (Рис. 4.13), установив галочку в соответствующем поле.

☒ **Расчёт по избранным измерениям**

Номер первого измерения **0011**

Количество измерений в выборке **0010**

Рис. 4.13 Функция «Расчёт по избранным измерениям»

Для того, чтобы задать границы отображаемого участка следует указать в полях «Номер первого измерения» и «Количество измерений в выборке» требуемые значения. После этого графики отобразятся с заданными границами (Рис. 4.14).

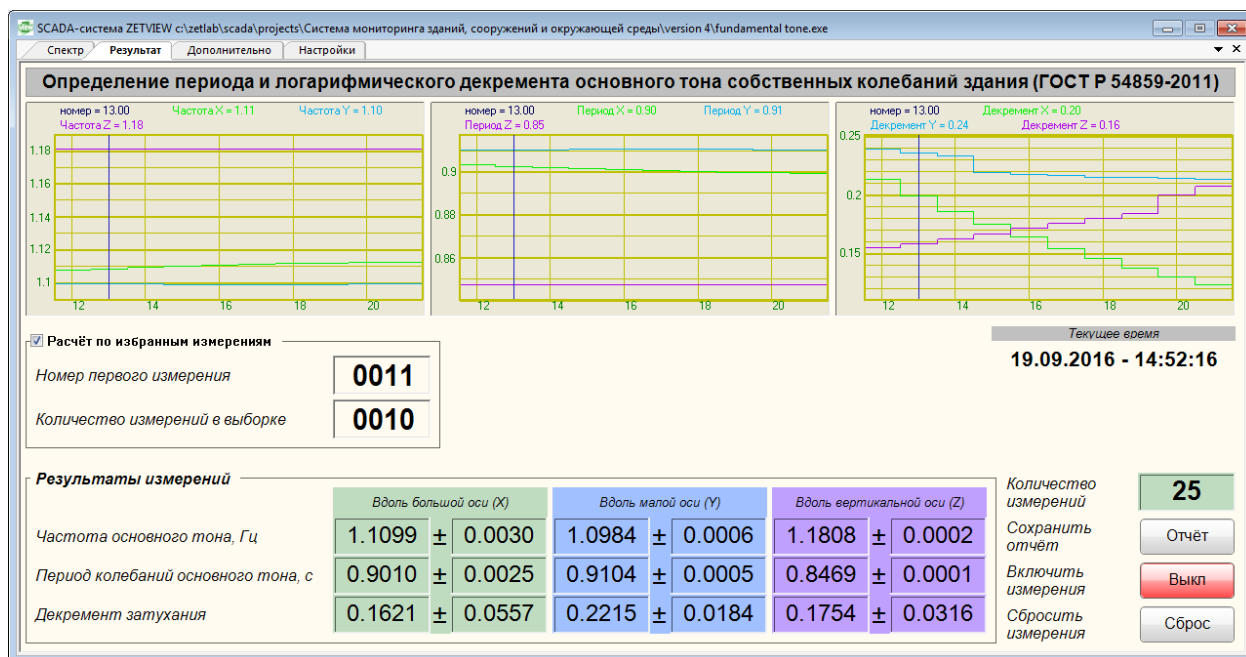


Рис. 4.14 Расчёт по избранным измерениям

Цифровые индикаторы «Частота основного тона», «Период колебаний основного тона», «Декремент затуханий» отображают усредненные значения одноименных величин, рассчитанные за период, прошедший от момента активации кнопки «Включить измерения» (Рис. 4.12) до текущего момента времени, либо до деактивации кнопки «Включить измерения».

Для сброса накопленных данных необходимо нажать кнопку «Сбросить измерения» (Рис. 4.15).

Сбросить
измерения

Сброс

Рис. 4.15 Кнопка «Сбросить измерения»

В программе предусмотрена возможность сохранить результаты измерений в файл отчёта, для этого следует активировать кнопку «Сохранить отчёт» (Рис. 4.16).

Сохранить
отчёт

Отчёт

Рис. 4.16 Кнопка «Сохранить отчёт»

Данные сохраняются в формате «docx». Пример сохраненного файла отчёта представлен на Рис. 4.17.

Протокол измерений периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний здания		
1	Адрес объекта	Зеленорад
2	Назначение объекта	производственный корпус
3	Организация, проводившая измерения	измеритель
4	Заказчик проведения измерений	заказчик
5	Время проведения измерений	19.09.2016 - 14:53:31
6	Период основного тона собственных колебаний вдоль большой оси, с	$0,901 \pm 0,002$
7	Период основного тона собственных колебаний вдоль малой оси, с	$0,910 \pm 0,001$
8	Период основного тона собственных колебаний вдоль вертикальной оси, с	$0,847 \pm 0,000$
9	Логарифмический декремент основного тона собственных колебаний вдоль большой оси	$0,162 \pm 0,056$
10	Логарифмический декремент основного тона собственных колебаний вдоль малой оси	$0,222 \pm 0,018$
11	Логарифмический декремент основного тона собственных колебаний вдоль вертикальной оси	$0,175 \pm 0,032$

Рис. 4.17 Файл отчёта

4.2.4 Вкладка «Дополнительно»

Вкладка «Дополнительно» (Рис. 4.18) позволяет производить регулировку алгоритма расчёта декремента затухания. Регулируя параметры «Коэффициент порога относительной амплитуды», «Максимальное количество точек в расчёте», «Коэффициент выбраковки точек после аппроксимации» следует подобрать такое состояние при котором обеспечивается минимальное значения параметра «Отклонение» на вкладке «Спектр».

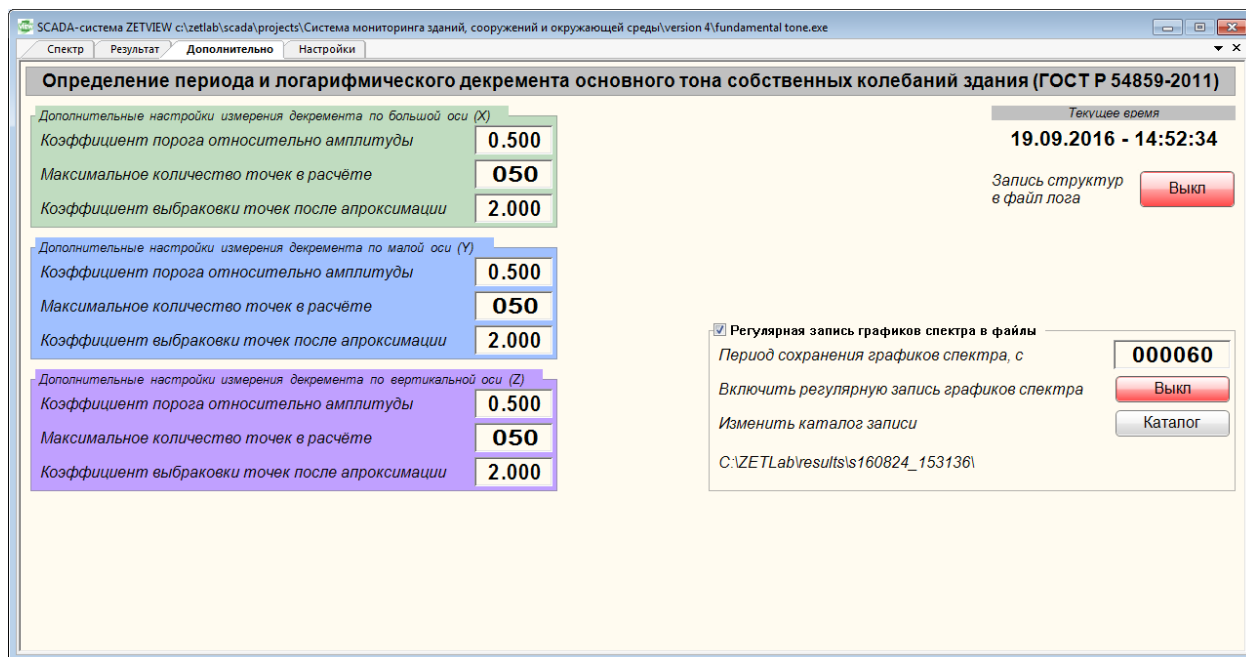


Рис. 4.18 Вкладка «Дополнительно»

Для периодического сохранения графиков спектра необходимо активировать функцию «Регулярная запись графиков спектра в файлы» (Рис. 4.19), установив галочку в соответствующем поле.

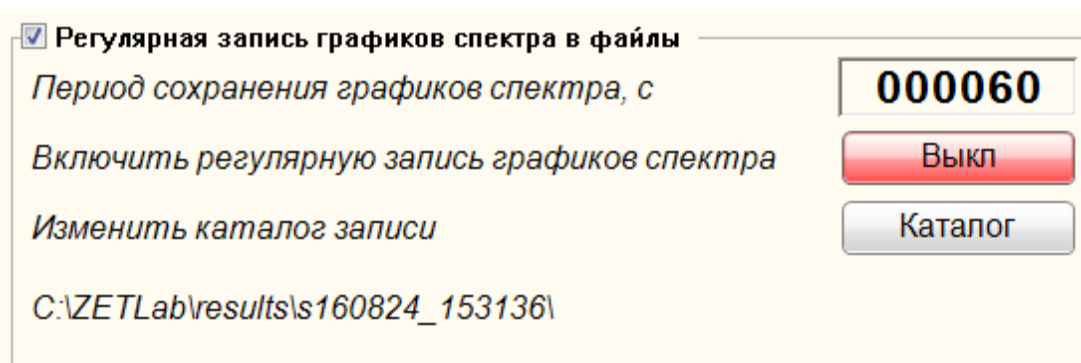


Рис. 4.19 Функция «Регулярная запись графиков спектра в файлы»

Параметр «Период сохранения графиков спектра» означает с какой периодичностью будут сохраняться графики спектра. Директория сохранения графиков устанавливается в параметре «Изменить каталог записи». Для начала записи графиков спектра следует активировать кнопку «Включить регулярную запись графиков спектра».