

**ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕНИЙ ЧАСТОТНЫХ  
КОМПАРАТОРОВ**

**ANALYSER**

**Инструкция пользователя**

RU.ЯКУР.00053-01 90 01

Версия программного обеспечения 1.1

г. Нижний Новгород  
2014 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата



## 1. Назначение программы

Описываемое программное обеспечение (далее Программа) предназначено для обработки и анализа результатов измерений флуктуаций фазы и частоты сигналов.

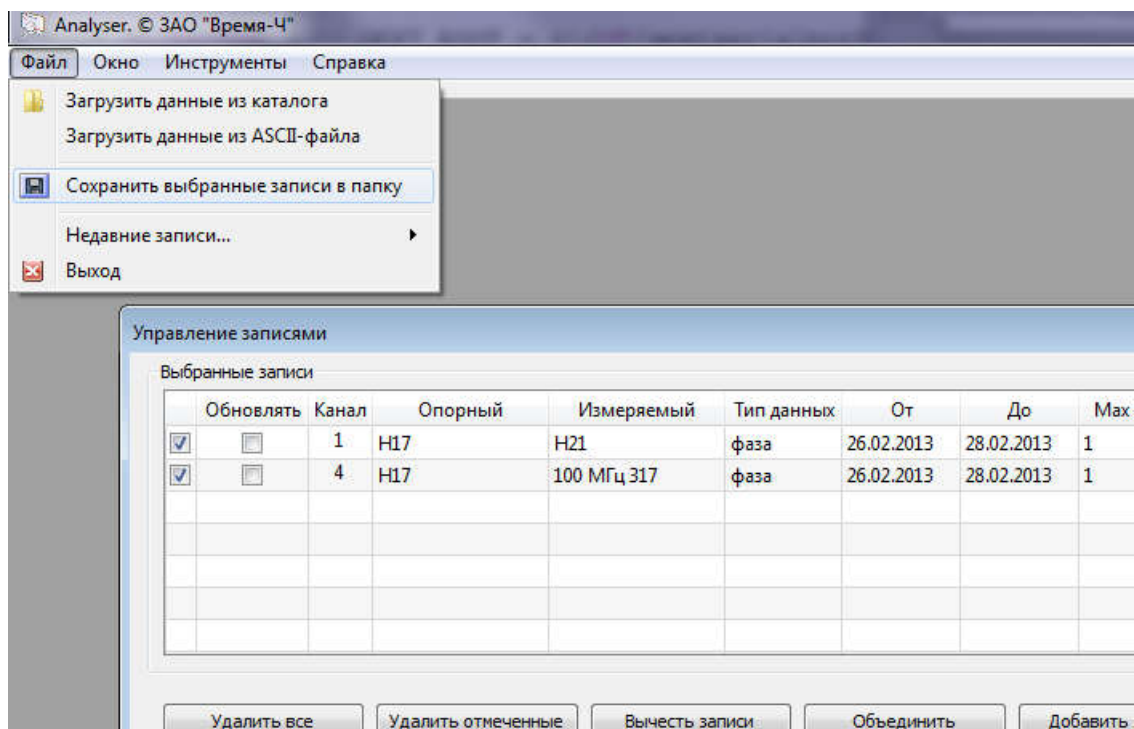
Ключевые особенности программы:

- поддержка формата данных частотных компараторов производства ЗАО «Время-Ч»;
- импорт данных из текстовых файлов с произвольным форматом записи;
- возможность работы на удаленном компьютере, соединенным через сеть с компьютером, осуществляющим управление частотным компаратором;
- возможность одновременной обработки данных по нескольким каналам компаратора, а также одновременная обработка данных нескольких компараторов (максимальное количество одновременно обрабатываемых записей – 32);
- возможность обработки данных измерений, произведенных ранее, и обработка данных текущих измерений с автоматическим обновлением графиков и статистических характеристик;
- широкий спектр вычисляемых характеристик (средняя относительная разность частот и дрейф частоты по методу наименьших квадратов, СКО, СКДО, вариация Аллана, вариация Адамара, МОВИ, ДВИ, спектральная плотность мощности фазовых и частотных шумов).
- вычисление статистических характеристик по формулам с перекрытиями;
- возможность исключения дрейфа частоты;
- кросскорреляционная обработка, позволяющая производить оценку характеристик нестабильности частоты не только для пар сигналов, но и для каждого сигнала в отдельности по методу трех генераторов;
- возможность сопоставления данных частотно-временных измерений с данными измерений параметров (температура, влажность и т.д.);
- оптимизация работы с большими объемами данных;
- поддержка операционных систем Windows и Linux;

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						3





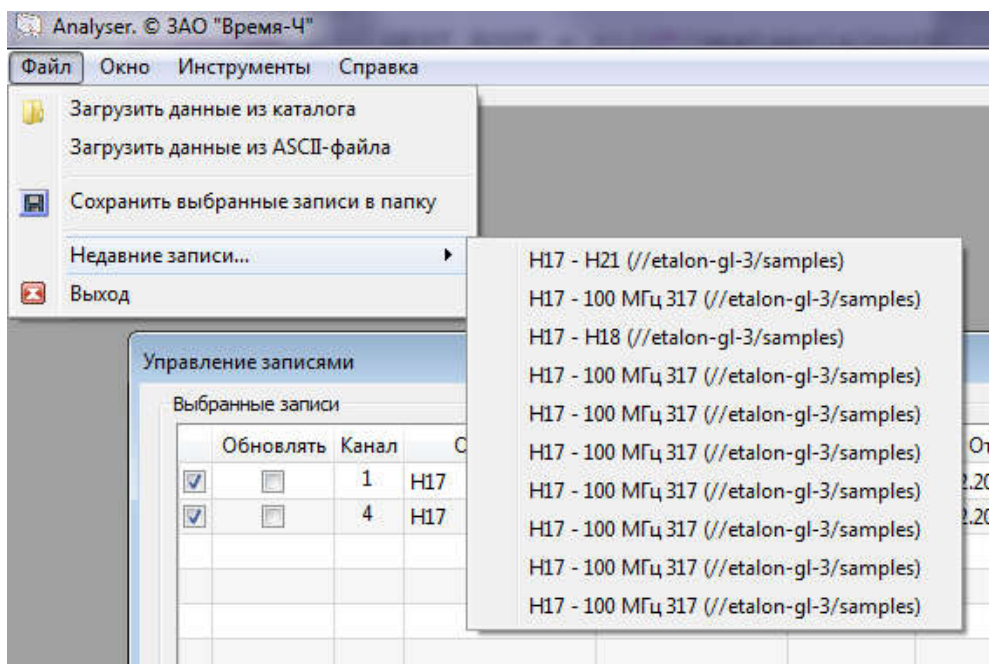
**Рисунок 1** – Внешний вид программы Analyser. Главное меню

Третий пункт меню «Сохранить выбранные записи в папку» позволяет сохранить необходимые записи. Для сохранения выбранных записей в папку необходимо выполнить следующие действия: в таблице «Управление записями» отметить те записи, которые нужно сохранить на диск (см. рисунок 1), затем в основном меню программы «Файл» выбрать пункт «Сохранить выбранные записи в папку», с помощью открывшегося диалогового окна выбрать каталог, куда будут сохранены выбранные записи. При этом в случае если в каталоге уже содержатся файлы данных измерений по тем же каналам и за те же даты, что и в выбранных записях, пользователю будет предложено выбрать другой каталог либо переименовать файлы данных при сохранении. В последнем случае к именам всех файлов, относящихся к записи, будет добавлен суффикс «\_(N)» с первым свободным номером. Записи, сохраненные под новым именем, не будут отображаться среди доступных записей при загрузке в режиме «Из каталога» (см. п. 3.2.1), так как программа просматривает файлы со стандартными именами, поэтому при необходимости открыть в программе сохраненные ранее записи следует воспользоваться загрузкой в режиме «Из файла», описанной в разделе 3.2.2 (необходимо выбирать файл с расширением «\*.inf»). В случае успешного сохранения, пользователь увидит сообщение «Данные успешно сохранены» с указанием каталога, а также приписанного суффикса, если файлы были переименованы.

В пункте меню «Недавние записи» отображаются последние загруженные пользователем записи (см. рисунок 2). Отсюда можно быстро загрузить данные, которые обрабатывались ранее. Чтобы загрузить запись, необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши по соответствующему пункту. После открытия, запись будет добавлена в таблицу «Выбранные записи» окна «Управление записями». В случае если каталог с записью по каким-либо причинам в данный момент

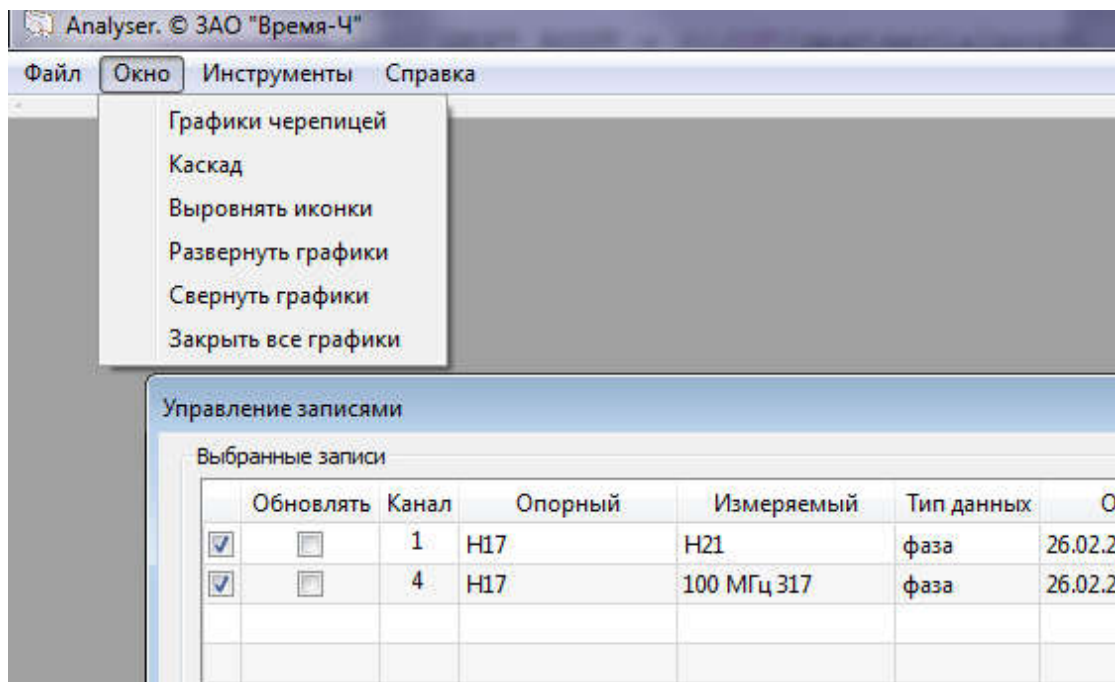
Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

недоступен, пользователь будет предупрежден о невозможности загрузки записи.



**Рисунок 2** – Меню «Файл» -> «Недавние записи». Позволяет выбрать для загрузки одну из 10 последних открытых записей

В процессе работы может быть открыто большое количество окон с графиками. Меню «Окно» (см. рисунок 3) позволяет управлять открытыми окнами внутри программы. Их можно выровнять черепицей, каскадом, можно свернуть или развернуть все графики, можно выровнять свернутые иконки или закрыть все графики. Для выполнения этих действий следует выбрать соответствующий пункт меню «Окно».



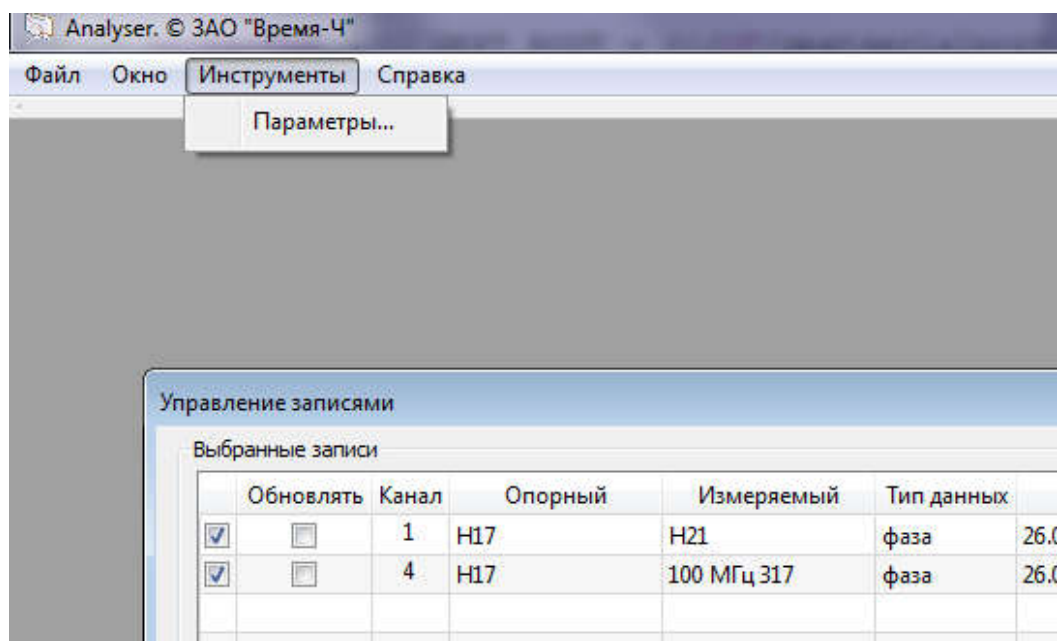
**Рисунок 3** – Меню «Окно». Управляет расположением дочерних окон приложения

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

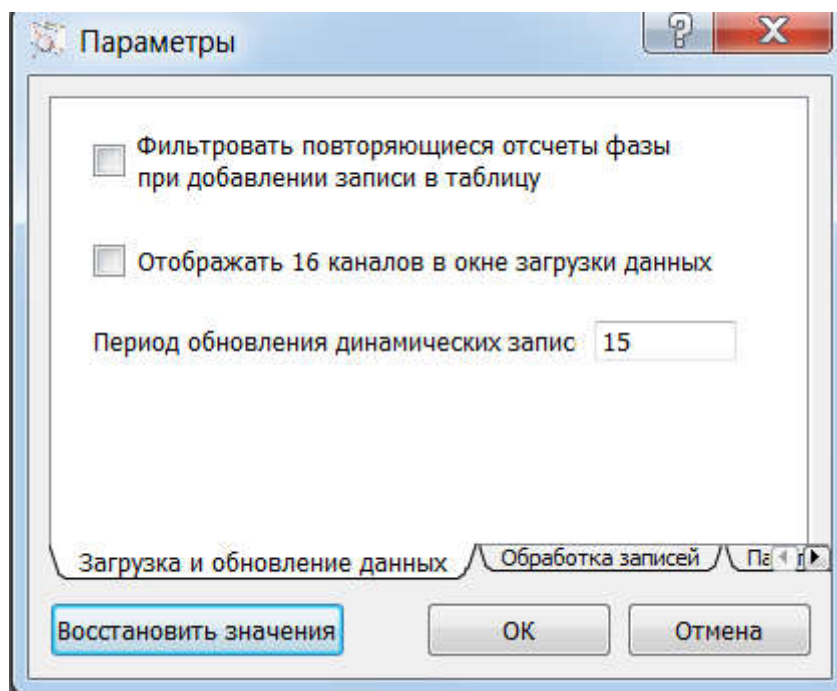
Меню «Инструменты» содержит пункт «Параметры» (см. рисунок 4), выбор которого вызывает окно настройки параметров работы программы. На рисунке 5 представлен внешний вид окна «Параметры», оно содержит три основные вкладки: «Загрузка и обновление данных», «Обработка записей» и «Параметры связи». Первая вкладка содержит следующие настройки: поле «Фильтровать повторяющиеся отсчеты фазы при добавлении записи в таблицу» управляет процедурой загрузки новых записей, если оно активировано, из записи будут удалены все повторы отсчетов значений разности фаз. По умолчанию поле неактивно. Такая фильтрация может быть полезна только для записей, созданных программой управления многоканальным фазовым компаратором VCH-315 с версией 1.4 и ниже. Второе поле «Отображать 16 каналов в окне загрузки данных» управляет количеством каналов, доступных для загрузки данных (см. раздел 3.2.1). При неактивном поле будет доступно только 8 каналов, если поле активировано, будет доступно 16 каналов. По умолчанию поле неактивно. Третий параметр, доступный в этой вкладке, «Период обновления динамических записей» управляет частотой обновления информации о динамических записях (см. раздел 3.4), по умолчанию обновление происходит раз в 15 секунд. Вторая вкладка «Обработка записей» содержит параметр, регулирующий максимальное количество отсчетов, используемое при вычислении статистических характеристик для каждого времени измерения, по умолчанию оно равно 10000. Третья вкладка «Параметры связи» содержит настройки номера порта, по которому осуществляется связь с программой управления компаратором (подробнее см. раздел 3.4). Новые значения параметров будут применены после нажатия кнопки «ОК», значения по умолчанию могут быть восстановлены с помощью кнопки «Восстановить значения», кнопка «Отмена» закрывает окно без изменений параметров.

Количество настраиваемых параметров, доступных в данном окне, может отличаться от представленного в данном Руководстве в зависимости от версии программного обеспечения.



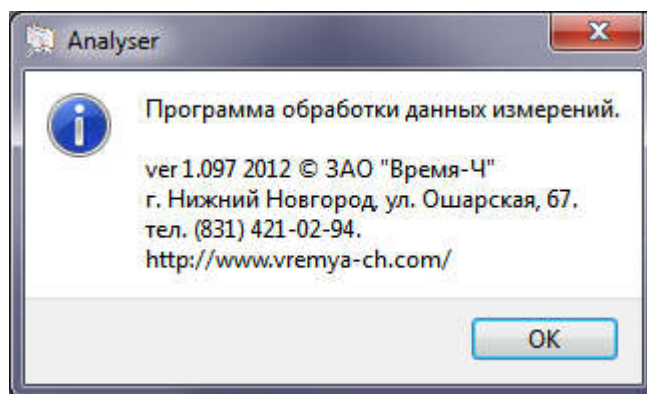
**Рисунок 4** – Меню «Инструменты» -> «Параметры». Позволяет изменить настройки программы

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



**Рисунок 5** – Окно «Параметры». Позволяет изменить настройки программы

Меню «Справка» включает в себя два пункта: «О программе» и «Справка». При выборе пункта «О программе» на экране появится сообщение, которое содержит информацию о версии программного обеспечения, а также контактную информацию компании ЗАО «Время-Ч» (см. рисунок 6).

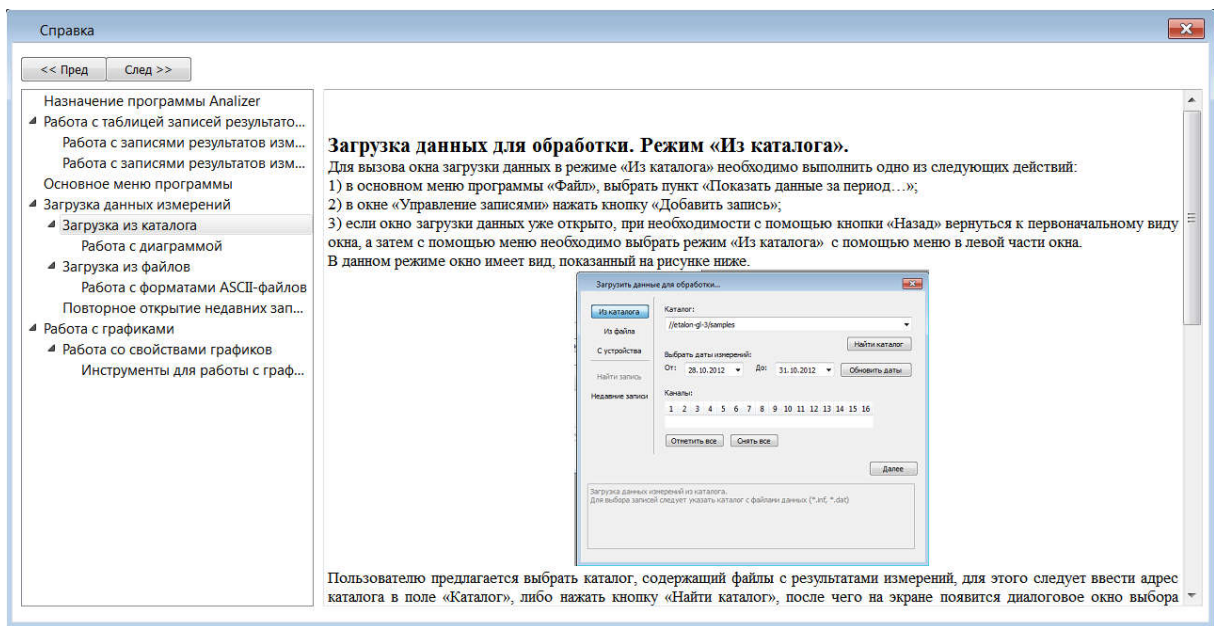


**Рисунок 6** – Окно «О программе». Содержит информацию о версии программного обеспечения и контактную информацию компании-производителя

При выборе пункта «Справка», а также при нажатии клавиши F1 на экране появится окно справочной системы программы Analyser (см. рисунок 7), здесь представлена информация о работе программы, по содержанию дублирующая Руководство пользователя.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	





**Рисунок 7** – Окно «Справка». Обеспечивает доступ к справочной информации

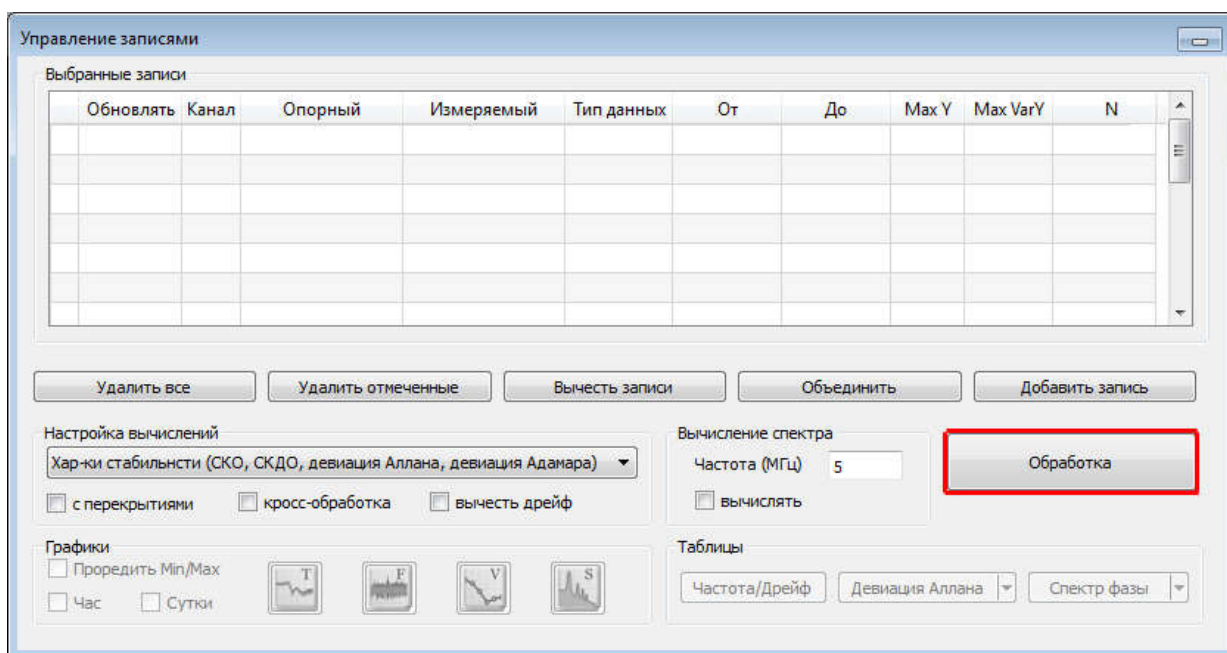
Разделы справки можно выбирать с помощью дерева, расположенного в левой части окна. На просмотренные ранее страницы можно вернуться с помощью кнопки «<< Пред». Чтобы перейти вперед (по посещенным страницам) необходимо нажать кнопку «След >>».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
										9

### 3.2. Открытие результатов измерений для обработки

Программа Analyser позволяет работать с данными измерений, записанными в специальном формате, принятом для измерительных приборов ЗАО «Время-Ч», а также с данными, записанными в текстовом формате в ASCII-файлах. Данные измерений в специальном формате сохраняются парами файлов “uymmdd\_cc.dat” и “uymmdd\_cc.inf” (yy – год, mm – месяц, dd – день, cc – номер канала) и обычно находятся в подкаталоге samples в каталоге программы работы с частотным компаратором. Для каждого канала измерений создаётся своя пара файлов, в которых хранятся результаты измерений за отдельные сутки. Файлы с расширением \*.inf содержат информацию о записанных данных: время начала и окончания всех измерений, которые запускались в течение этих суток, тип записанных данных и типе прибора, который выполнял измерения, флаги состояния, указывающие, является ли каждое измерение продолжением измерений в предыдущих сутках, и будет ли запись продолжена в следующие сутки, а также была ли запись завершена корректно, или во время выполнения измерений произошел сбой, и другую информацию. Файлы с расширением \*.dat содержат данные измерений, относящихся к этим суткам, в бинарном формате.

Доступ к окну загрузки данных возможен через основное меню программы: «Файл» -> «Загрузить данные из каталога» или «Файл» -> «Загрузить данные из ASCII-файла», либо при нажатии кнопки «Добавить запись» в главном окне «Управление записями» (см. рисунок 8).



**Рисунок 8** – Окно «Управление записями». Обеспечивает работу с записями результатов измерений

После нажатия кнопки «Добавить запись» или выбора соответствующего пункта в меню «Файл» на экране появляется окно «Загрузить данные для обработки» (см. рисунок 9).

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Загрузка данных может происходить несколькими способами. В левой части окна находится меню, позволяющее выбрать способ загрузки данных: «Из каталога», «Из файла», «Недавние записи».

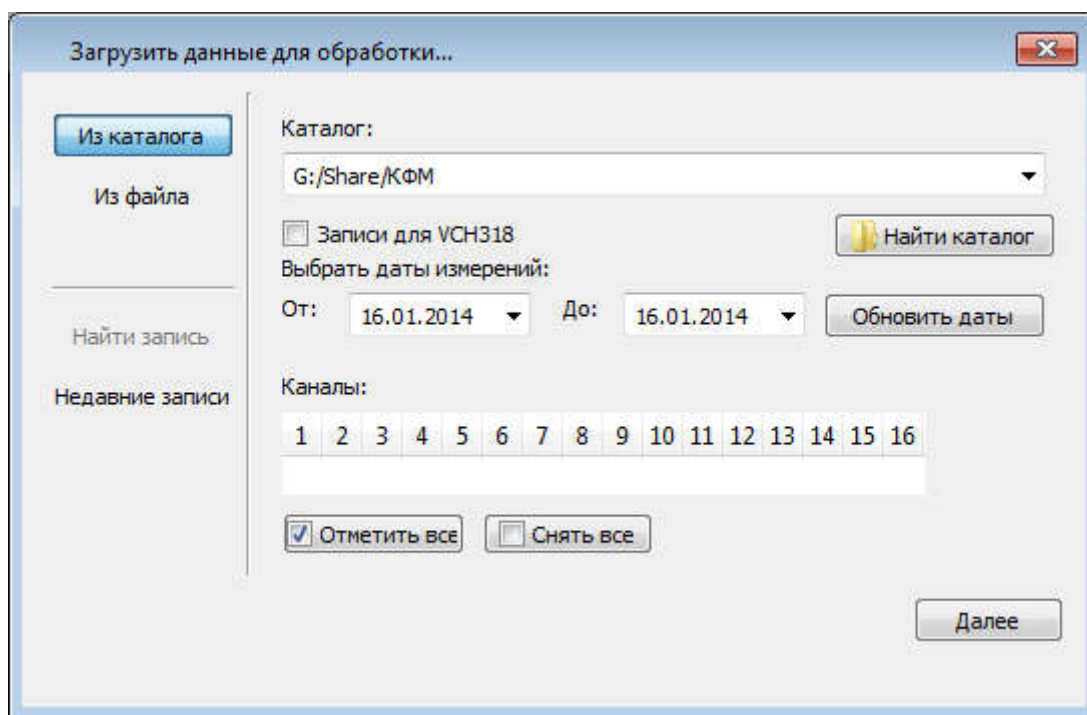


Рисунок 9 – Окно «Загрузить данные для обработки». Обеспечивает возможность загрузки данных измерений

### 3.2.1. Загрузка данных для обработки. Режим «Из каталога»

Для вызова окна загрузки данных в режиме «Из каталога» необходимо выполнить одно из следующих действий: 1) в основном меню программы «Файл», выбрать пункт «Загрузить данные из каталога»; 2) в окне «Управление записями» нажать кнопку «Добавить запись». Если окно загрузки данных уже открыто, при необходимости с помощью кнопки «Назад» вернуться к первоначальному виду окна, а затем с помощью меню необходимо выбрать режим «Из каталога» с помощью меню в левой части окна.

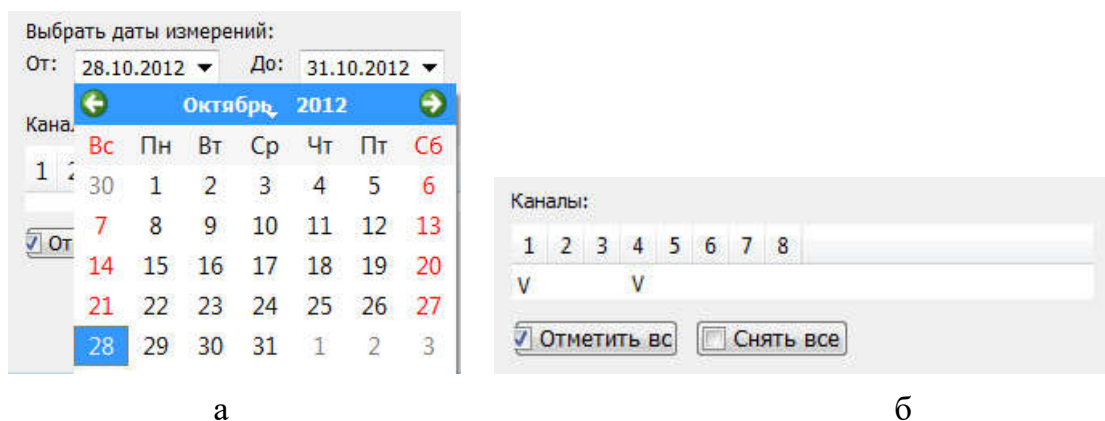
В данном режиме окно имеет вид, показанный на рисунке 9. Пользователю предлагается выбрать каталог, содержащий файлы с результатами измерений, для этого следует ввести адрес каталога в поле «Каталог», либо нажать кнопку «Найти каталог», после чего на экране появится стандартное диалоговое окно, где следует найти и выбрать необходимую папку. **Данные измерений обычно хранятся в подкаталоге samples в каталоге программы управления компаратором.** Для записей, сделанных компаратором VCH-318 следует отметить галочкой поле «Записи для VCH318», так как формат данных этого прибора отличается от стандартного, и программа не всегда может прочитать их корректно. Затем следует указать даты начала и окончания интересующего периода измерений, для этого можно ввести даты в

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

соответствующие поля, либо найти и выбрать их с помощью календаря, доступного после нажатия на кнопку справа от поля с датой (см. рисунок 10а). Нажатие кнопки «Обновить даты» приводит к автоматическому анализу содержимого выбранного каталога, программа просматривает файлы каталога и осуществляет поиск дат самого раннего и самого позднего из доступных файлов с данными. После этого даты начала и конца доступного диапазона появятся в соответствующих полях.

**Внимание!** Поиск может занять продолжительное время в случае, если каталог содержит большое количество файлов.

В поле «Каналы» следует отметить номера интересующих каналов, по которым следует осуществлять поиск записей. Данное поле по умолчанию содержит восемь каналов, окно «Параметры» позволяет увеличить число просматриваемых каналов до 16 (см. раздел 3.1). Каналы можно отметить с помощью мыши, нажав в поле с соответствующим номером. Также можно воспользоваться кнопкой «Отметить все», тогда будут отмечены все каналы. Кнопка «Снять все» убирает выделение со всех выбранных каналов (см. рисунок 10б).



**Рисунок 10** – Окно «Загрузить данные для обработки». Выбор даты начала и конца записи, а также номеров измерительных каналов

Когда все поля заполнены, следует нажать кнопку «Далее».

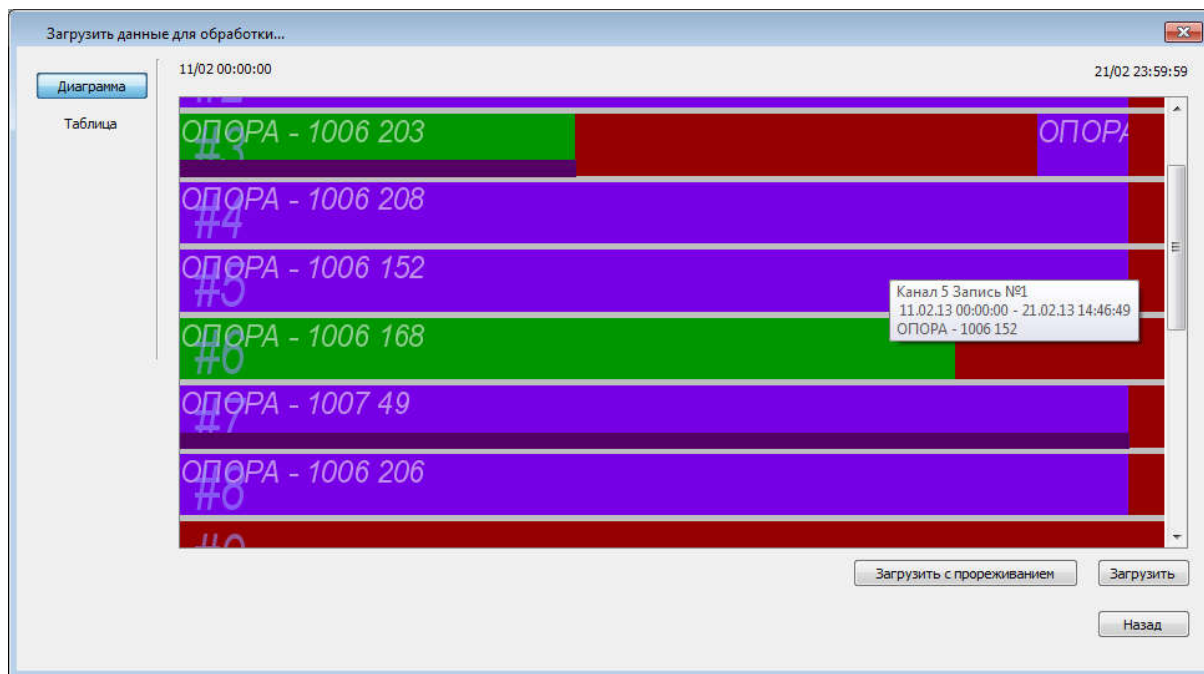
После нажатия кнопки «Далее» программа осуществит просмотр файлов в выбранном каталоге, удовлетворяющих заданным критериям (соответствие диапазону дат и выбранным номерам каналов), после чего на экран будет выведена диаграмма, отображающая наличие результатов измерений в соответствующих каналах. В случае если диапазон дат и количество выбранных каналов будут слишком большими, пользователю будет задан вопрос о корректности введенных данных и предупреждение о том, что построение диаграммы может занять продолжительное время. Вернуться в предыдущее окно можно с помощью нажатия кнопки «Назад». Следует учесть, что поиск результатов измерений осуществляется только среди суточных файлов данных, имена которых построены следующим образом: ууММдд\_сс – где уу, ММ, дд – это соответственно год, месяц и день, составляющие дату, к которой относится данный файл, а сс – номер канала, в котором шли измерения. В случае если

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

необходимо загрузить данные из других файлов, следует воспользоваться режимом «Из файла» (см. раздел 3.2.2)

### Работа с диаграммой и таблицей выбора записей

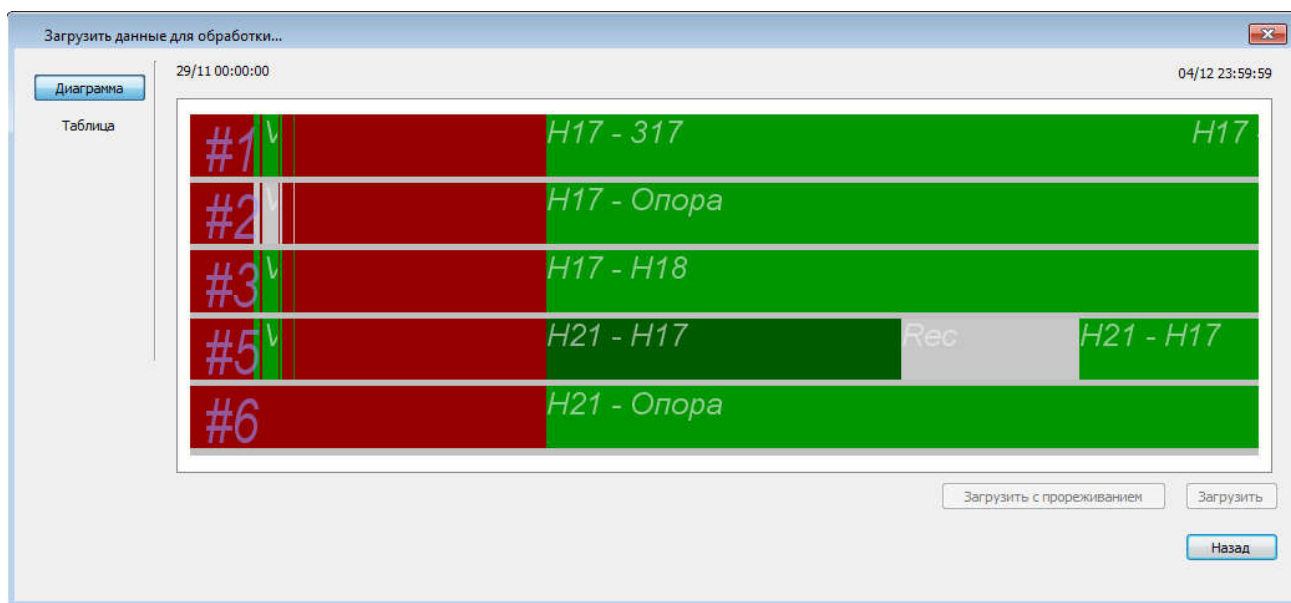
Диаграмма записей (см. рисунок 11) представляет собой набор цветных полос. Каждая горизонтальная полоса изображает состояние канала в течение выбранного периода времени. Над диаграммой подписаны даты и моменты времени, соответствующие левой и правой границам диаграммы при текущем масштабе. Номера каналов подписаны в левой части полосы (например «#4»). В каждой полосе графически отображаются записи результатов измерений. Темно-красный цвет обозначает отсутствие измерений в течение этого времени. Светло-зеленый цвет обозначает, что в это время шли измерения, запись результатов измерений корректна и не содержит ошибок в течение просматриваемого периода. Темно-зеленый цвет обозначает, что в это время шли измерения, но не были корректно завершены, информационный файл с записью измерений содержит ошибку, но данные могут быть восстановлены и загружены для анализа. Фиолетовый цвет обозначает, что в данный момент измерения в канале продолжаются, текущие данные могут быть загружены для просмотра и анализа. Каждая запись помечена соответствующим цветом, и, кроме того, имеет подпись, составленную из комментариев, относящихся к записи (обычно это названия опорного и измеряемого сигналов). В случае отсутствия части информационных файлов или файлов данных измерений программа выдаст сообщение со списком отсутствующих файлов, затем будет построена диаграмма, в которой недоступные для загрузки отрезки записей будут отмечены серым цветом (см. рисунок 12).



**Рисунок 11** – Окно «Загрузить данные для обработки». Диаграмма, описывающая состояние выбранных каналов в течение указанного периода. Обеспечивает возможность загрузки данных

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

При наведении стрелки мыши на запись во всплывающей подсказке можно получить более подробную информацию: номер канала, номер записи в этом канале, считая от начала просматриваемого периода, названия сигналов, а также время и дату начала и конца записи внутри просматриваемого периода. Подробную информацию о записи можно также увидеть, выбрав эту запись: после щелчка левой клавишей мыши по записи информация о ней появляется в нижней части окна. Кроме того, информацию о записях можно просмотреть в режиме «Таблица», который будет подробнее описан ниже в текущем разделе.



**Рисунок 12** – Диаграмма, описывающая состояние выбранных каналов в течение указанного периода. Серым цветом отмечены отрезки записей, для которых отсутствуют файлы данных (во втором канале) или информационные файлы (в пятом канале)

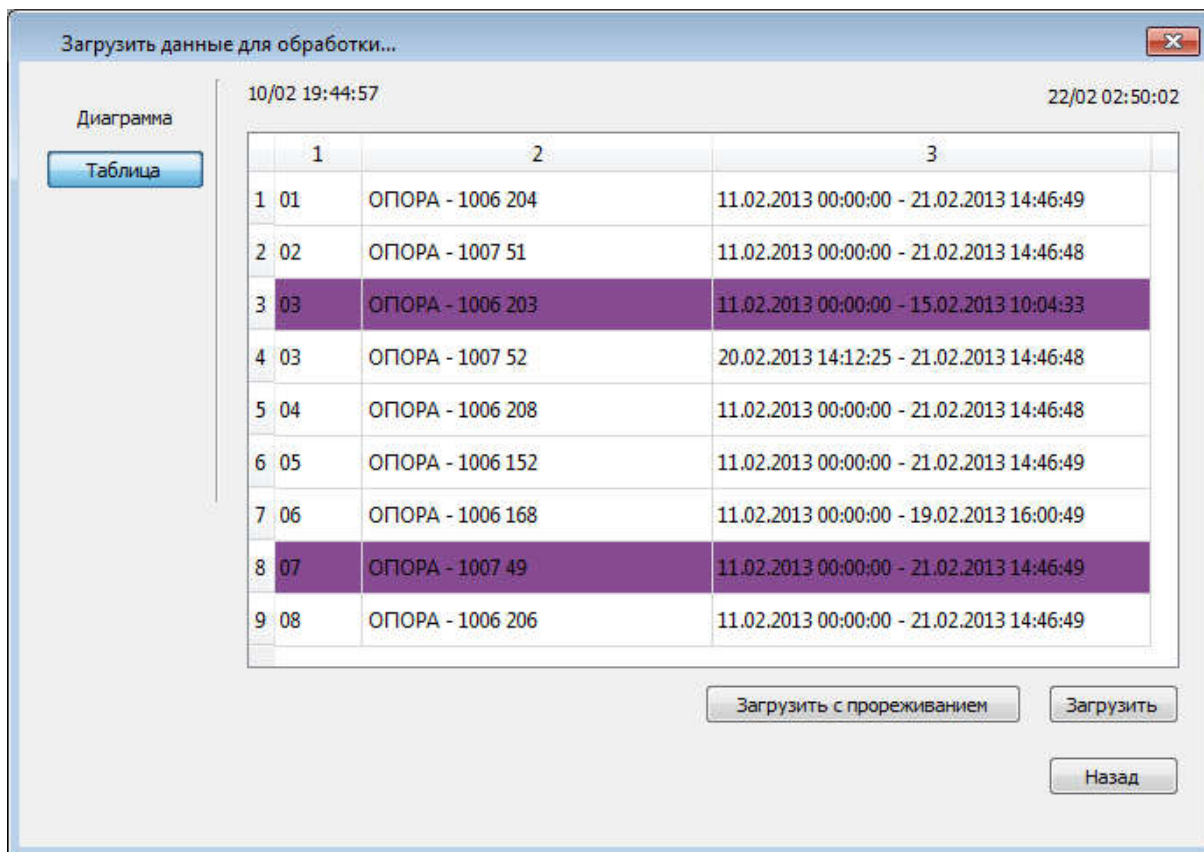
Выбор записей можно осуществлять с помощью мыши: нажатие левой клавиши мыши в поле с записью приведет к ее «выделению». Выделенная запись будет помечена темно-фиолетовой линией по нижнему краю полосы (см. рисунок 11). Для выделения нескольких записей следует отметить их с помощью мыши при зажатой клавише Ctrl.

Для удобства выбора записей в программе реализована функция масштабирования поля диаграммы с помощью колеса прокрутки. При этом поворот колеса мыши приведет к увеличению (уменьшению) изображения диаграммы с сохранением положения центра диаграммы, а поворот колеса мыши с прижатой клавишей Ctrl приведет к увеличению (уменьшению) изображения со смещением центра поля диаграммы в текущее место положения курсора.

Кроме графического режима, данное окно позволяет просмотреть записи результатов измерений в табличном виде. Для переключения к табличному виду в левой части окна следует выбрать пункт меню «Таблица», внешний вид окна в этом режиме представлен на рисунке 13. Каждая запись результатов измерений

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

описывается отдельной строкой таблицы, здесь указан порядковый номер записи со сквозной нумерацией по всем каналам, номер канала, названия опорного и измеряемого сигналов, даты начала и конца измерений. Строчки с выделенными на диаграмме записями будут подсвечены, выделение записей в таблице происходит с помощью мыши также как и на диаграмме. Для переключения обратно в графический режим следует нажать кнопку «Диаграмма» в левой части окна.



**Рисунок 13** – Окно «Загрузить данные для обработки». Таблица, описывающая состояние выбранных каналов в течение указанного периода. Обеспечивает возможность загрузки данных

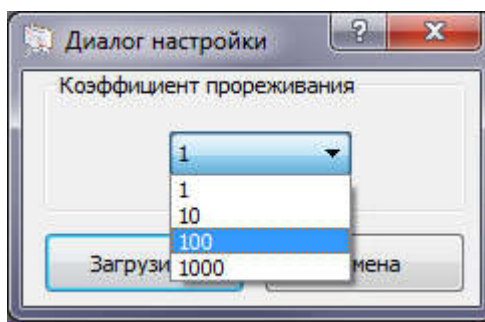
Программа позволяет загрузить указанную часть записи. Для выбора интервала загрузки в любом режиме отображения следует выделить интересующую запись, а затем нажать на нее правой клавишей мыши, в выпадающем меню выбрать команду «Задать интервал», после чего окно (если это необходимо) переключится в режим «Таблица», а поле с датами начала и конца записи станет доступным для редактирования (см. рисунок 14). Следует ввести интересующие даты и время начала и конца с сохранением формата записи и затем нажать клавишу Enter.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

2	02	ОПОРА - 1007 51	11.02.2013 00:00:00 - 21.02.2013 14:46:48
3	03	ОПОРА - 1006 203	11.02.2013 00:00:00 - 15.02.2013 10:04:33
4	03	ОПОРА - 1007 52	20.02.2013 14:12:25 - 21.02.2013 14:46:48
5	04	ОПОРА - 1006 208	11.02.2013 00:00:00 - 21.02.2013 14:46:48
6	05	ОПОРА - 1006 152	11.02.2013 00:00:00 - 21.02.2013 14:46:49
7	06	ОПОРА - 1006 168	11.02.2013 00:00:00 - 19.02.2013 16:00:49
8	07	ОПОРА - 1007 49	11.02.2013 00:00:00 - 21.02.2013 14:46:48
9	08	ОПОРА - 1006 206	11.02.2013 00:00:00 - 21.02.2013 14:46:48

**Рисунок 14** – Окно «Загрузить данные для обработки». Загрузка части записи

После выбора интересующих записей или их частей данные могут быть загружены. При этом, могут быть загружены как все данные (для этого следует нажать кнопку «Загрузить»), так и прореженные с коэффициентом 10, 100 или 1000. Для выбора коэффициента прореживания и загрузки прореженных данных нажмите «Загрузить с прореживанием» (рисунок 15). Процесс загрузки записей отображается в полосе прогресса.



**Рисунок 15** – Окно загрузки данных с прореживанием

### 3.2.2. Загрузка данных для обработки. Режим «Из файла»

Для вызова окна загрузки данных в режиме «Из файла» необходимо выполнить одно из следующих действий: 1) в основном меню программы «Файл», выбрать пункт «Загрузить данные из ASCII-файла»; 2) в окне «Управление записями» нажать кнопку «Добавить запись», а затем перейти в режим «Из файла» с помощью меню в левой части окна; 3) если окно загрузки данных уже открыто, при необходимости с помощью кнопки «Назад» вернуться к первоначальному виду окна, а затем с помощью меню необходимо выбрать режим «Из файла» в левой части окна.

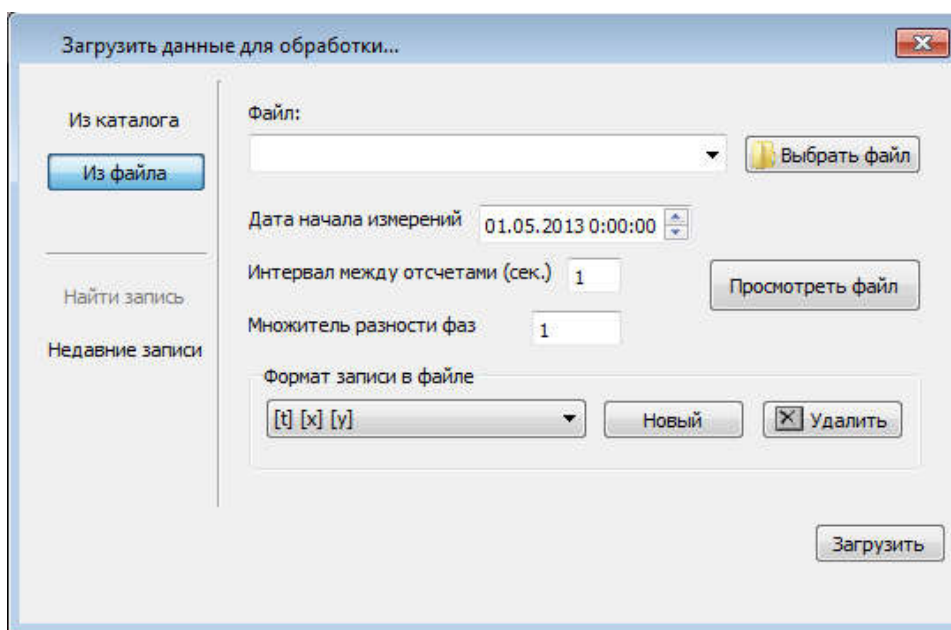
В данном режиме окно имеет вид, показанный на рисунке 16. Пользователю предлагается выбрать файл содержащий данные измерений. При этом если будет выбран файл типа "\*.inf", окно автоматически переключится в режим «Из каталога», отобразив диаграмму данных измерений для записи, описываемой выбранным файлом.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата



Для файлов любого другого формата пользователю будет необходимо ввести дату начала измерений, интервал между отсчетами в секундах, коэффициент умножения для разности фаз и формат записи данных в файле. Описание работы с различными форматами представлено ниже в данном разделе.

При нажатии кнопки «Просмотреть файл», запустится стандартная программа просмотра текстовых файлов (в операционной системе Windows по умолчанию будет запущен «Блокнот») и отобразит содержимое файла. Следует иметь в виду, что этот процесс может занять продолжительное время для больших файлов.



**Рисунок 16** – Окно «Загрузить данные для обработки». Режим «Из файла»

### Работа с форматами ASCII-файлов

Программа Analyser позволяет прочитать текстовые файлы, данные в которых записаны в некотором регулярном формате. Например, массивы отметок времени и разности фаз, записанные в два столбца:

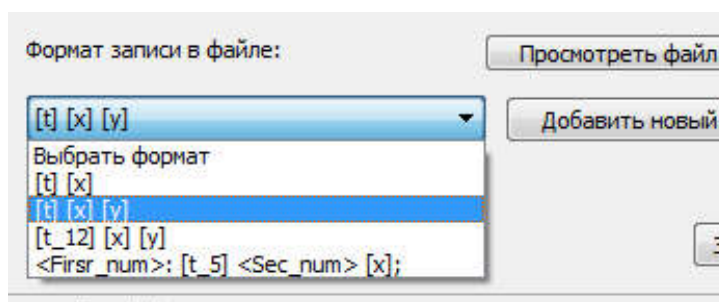
```
100 13.233
101 12.123
104 12.982
```

Данные записаны в виде двух чисел, разделенных пробелом, такая последовательность сохраняется в каждой строке текстового файла, строки разделены между собой символом возврата каретки. Этот формат записи может быть описан в виде «[t] [x]».

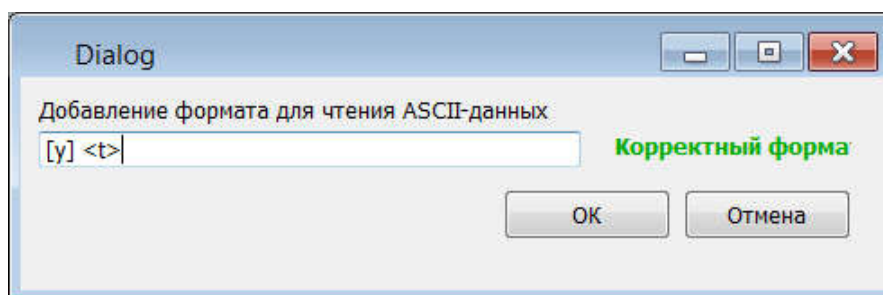
Аналогичным образом могут быть описаны различные форматы записи данных. По умолчанию в программе предлагается несколько форматов на выбор (см. рисунок 17), кроме того пользователь может ввести собственный формат с помощью кнопки «Добавить новый». После нажатия данной кнопки появится окно, показанное на рисунке 18. В строку предлагается ввести новый формат

Инва. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инва. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

записи в файле, после ввода каждого символа будет проводиться проверка соблюдения синтаксиса формата.



**Рисунок 17** – Окно «Загрузить данные для обработки». Выбор формата записи данных в текстовом файле



**Рисунок 18** – Добавление нового формата записи данных в текстовом файле

Синтаксис формата записей описан ниже:

[name] – элемент массива с именем “name”, каждый массив будет прочитан в отдельную запись. Если в данном поле находятся значения измеряемой величины (обычно фазы), то название поля может быть произвольным, за исключением служебных символов (см. ниже). Если поле называется [t], то соответствующие значения интерпретируются как отсчеты моментов времени измерений.

[t] – элемент массива отметок времени, этот массив будет общим для всех прочитанных записей, то есть после чтения файла с форматом записи “[t] [x] [y]” будет загружено две записи: “[t] [x]” и “[t] [y]”. Если массив [t] в формате отсутствует, для каждой записи он будет сгенерирован автоматически, и будет представлять из себя возрастающую последовательность целых чисел, начинающуюся с 0, интервал будет равен указанному в поле «Интервал между отсчетами, (сек)» в окне загрузки данных (см. рисунок 16).

[name\_14] – числовое значение после знака «\_» обозначает количество символов, которое занимает данное число (в случае форматированного вывода), если число не указано – значение читается до первого нечислового символа.

<comment> – в таких скобках указываются части строки, которые должны игнорироваться при чтении файла.

<comment\_11> – числовое значение после знака «\_» обозначает количество символов, которое занимает выражение, которое должно игнорироваться при чтении.

Кроме того внутри строки могут применяться любые символы-разделители, кроме “[“, “]”, “<”, “>”, символа подчеркивания и символа переноса

Инва. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инва. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

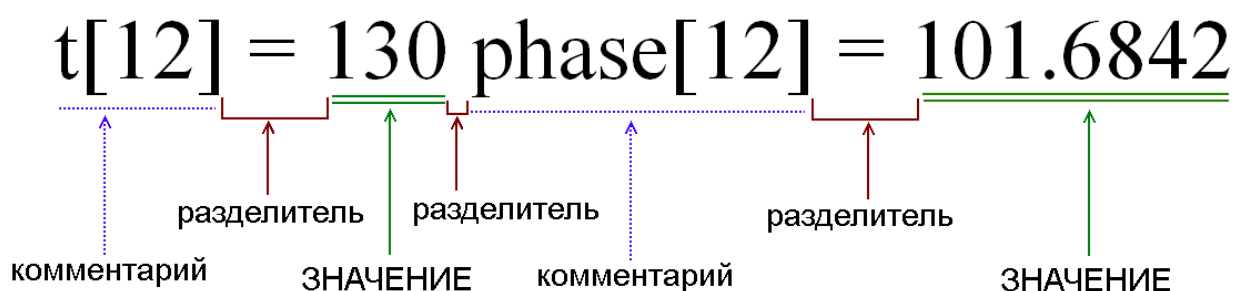
строки. Недопустимы вложенные последовательности скобок (например «[f [] d]») или буквенные и числовые символы вне скобок.

Строка с символом “#” в начале воспринимается как комментарий, такая строка пропускается при чтении файла.

Рассмотрим пример составления формата для чтения текстового файла, результаты измерения в котором записаны в таком виде:

```
t[8] = 90 phase[8] = 100.1778
t[9] = 100 phase[9] = 98.5544
t[10] = 110 phase[10] = 104.931
t[11] = 120 phase[11] = 100.3076
t[12] = 130 phase[12] = 101.6842
```

Поскольку для анализа измерений нужны только числовые значения (для моментов времени - это последовательность 90, 100, 110 и т.д., а для фаз – последовательность 100.1778, 98.5544, 104.931 и т.д.), то для составления формата необходимо выделить символы-разделители (или последовательности из нескольких символов, являющиеся разделителем или комментарием), повторяющиеся в каждой строке, по которым программа могла бы найти необходимые значения. В приведенном примере первую часть каждой строки («t[8]», «t[9]» и т.д.) при чтении необходимо пропустить, поэтому ее описание должно быть заключено в треугольные скобки: «< T i >». В качестве первого разделителя следует использовать последовательность символов « = » (включая пробелы), затем программа должна прочесть значение отсчета времени (90, 100 и т.д.), затем после символа «пробел» (второй символ-разделитель) снова идет описание-комментарий «phase[8]» и, после третьего разделителя (последовательности символов « = ») – отсчет фазы.



**Рисунок 19** – Разделение строки текстового файла на составляющие части при описании формата

Таким образом, формат для чтения данного файла должен быть записан следующим образом:

**< T i > = [t] < Phase i > = [x].**

После ввода корректной записи следует нажать кнопку «ОК», тогда введенный формат будет добавлен в список. Форматы, введенные

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

пользователем, сохраняются при завершении работы, и будут доступны при следующих запусках программы.

После того как все необходимые поля будут заполнены, следует нажать кнопку «Загрузить». Программа произведет чтение данных из файла, в случае ошибок (например, несоответствие строки формату) пользователю будет выведено сообщение, в котором будут перечисляться номера строк, при чтении которых возникли проблемы. При чтении строки с ошибками игнорируются, все данные, которые были прочитаны корректно, будут доступны для анализа.

### 3.2.3. Загрузка данных для обработки. Недавно открытые записи

В процессе работы программа сохраняет выбранные пользователем опции и данные о десяти последних загруженных записях. Быстрый поиск и повторное открытие последних записей возможно двумя способами.

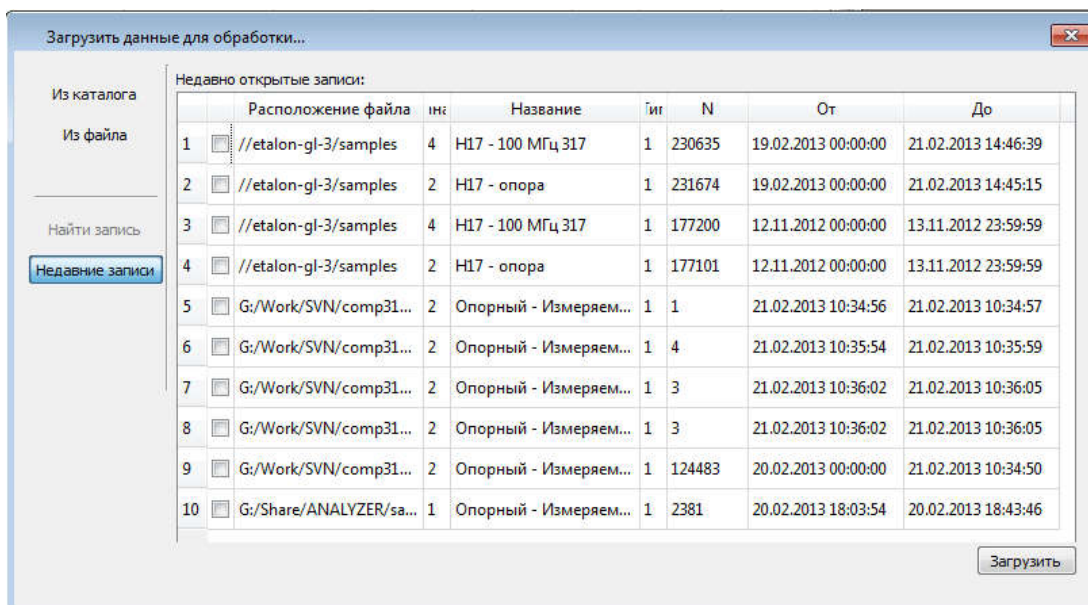
Во-первых, это можно сделать через пункт «Недавние записи» меню «Файл», при этом в выпадающем подменю пользователь увидит список последних загруженных записей, для каждой записи обозначены названия опорного и измеряемого сигнала и каталога, откуда была загружена запись. При наведении курсора на любой из пунктов меню в выплывающей подсказке будет выведен полный путь к каталогу с записью. После нажатия на нужный пункт меню соответствующая запись будет загружена для обработки.

Во-вторых, последние загруженные записи можно повторно открыть через окно загрузки данных в режиме «Недавние записи» (см. рисунок 20).

Для вызова окна загрузки данных в режиме «Недавние записи» необходимо в окне «Управление записями» нажать кнопку «Добавить запись», а затем перейти в режим «Недавние записи» с помощью меню в левой части окна. Если окно загрузки данных уже открыто, при необходимости с помощью кнопки «Назад» нужно вернуться к первоначальному виду окна, а затем с помощью меню необходимо выбрать режим «Недавние записи» с помощью меню в левой части окна.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						20



**Рисунок 20** – Окно «Загрузить данные для обработки». Режим «Недавние записи»

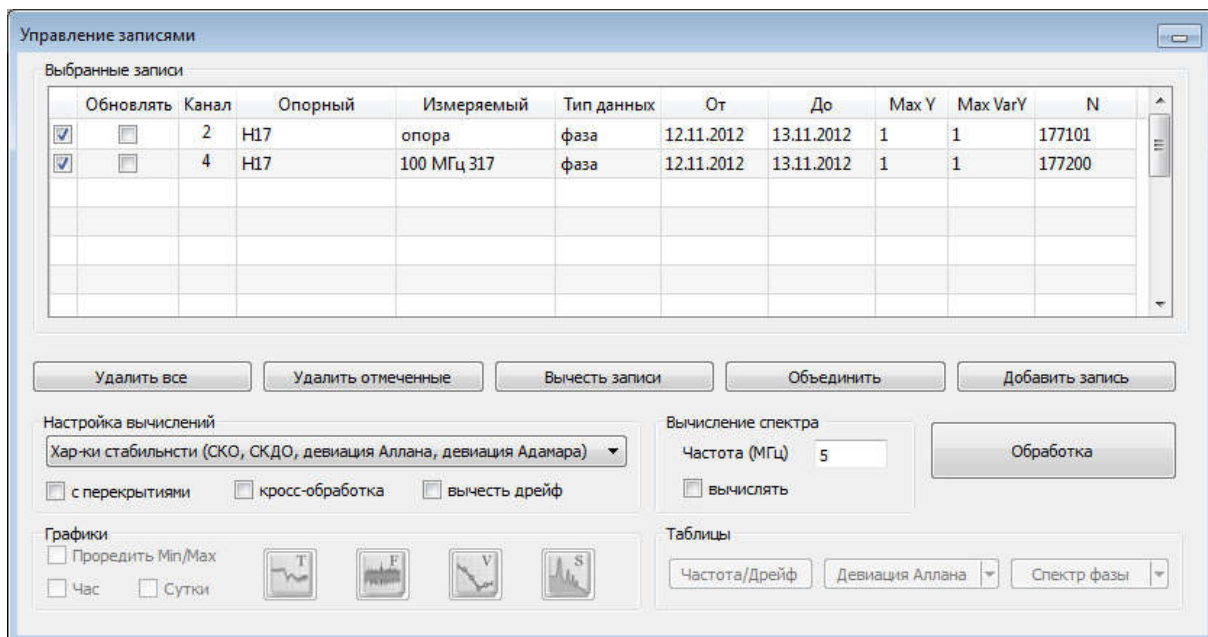
При выборе режима «Недавние записи» в окне загрузки данных появится таблица с описанием недавно открытых записей измерений. Каждая запись результатов измерений описывается отдельной строкой таблицы, здесь указан порядковый номер записи со сквозной нумерацией по всем каналам, каталог, из которого была открыта запись или адрес файла, номер канала, названия опорного и измеряемого сигналов, количество отсчетов в записи, даты начала и конца измерений. В начале каждой строки находится флажок. Записи, которые необходимо загрузить, следует отметить галочкой и нажать кнопку «Загрузить».

### 3.3. Работа с таблицей «Управление записями»

Каждая запись может содержать данные измерений разности фаз, а также температуры, напряжения и т.п. Кроме того, в записи содержится информация о номере канала, в котором шли измерения, названиях опорного и измеряемого сигналов, времени начала и конца измерений и т.д.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						21



**Рисунок 21** – Окно «Управление записями». Обеспечивает возможность управления записями, а также основные функции обработки и анализа данных

При необходимости перед добавлением записей в таблицу данные могут быть предварительно обработаны: из массива данных будут исключены повторяющиеся отсчеты разности фаз. По умолчанию такая обработка не производится, для выполнения такой обработки перед добавлением записи в таблицу необходимо активировать соответствующее поле в окне «Параметры», доступном из меню «Инструменты» -> «Параметры».

После загрузки данных в таблицу «Управление записями» (рисунок 21) будет добавлена новая строка, в которой будет содержаться вся информация о загруженной записи (номер канала, названия сигналов, тип данных, даты начала и конца измерений, лимиты на разность частот и на изменение разности частот и количество отсчетов в записи). Для выполнения каких-либо действий с записью ее необходимо выбрать, то есть отметить галочкой в первом столбце таблицы. Второй столбец таблицы служит для включения и отключения обновления записей в режиме реального времени (подробнее см. раздел 3.4).

Под таблицей находится несколько кнопок, позволяющих управлять записями в таблице. Удаление одной или нескольких записей возможно с помощью кнопок «Удалить все» и «Удалить отмеченные». Добавление новых записей происходит через основное меню программы, либо с помощью кнопки «Добавить запись» (см. раздел 3.2).

Также возможно формирование новых записей из уже загруженных. Две непересекающиеся по времени записи с одинаковым коэффициентом прореживания данных можно объединить в одну новую запись (кнопка «Объединить»). При объединении значения фазы второй записи сдвигаются так, чтобы в новой записи не было скачка по частоте в точке сшивки. При сшивке время начала измерений второй записи смещается к моменту времени окончания первой записи, т.е. устраняется временной интервал между записями. Если записи пересекаются по времени, либо количество отмеченных записей отлично

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

от двух, пользователю будет показано сообщение о невозможности выполнения операции объединения записей. В случае успеха новая запись будет добавлена в таблицу в конец списка.

Кроме того, возможно вычитание двух записей с одним опорным сигналом и синхронными отсчетами разности фаз. При этом записям не обязательно полностью совпадать по времени – новая запись будет сформирована лишь для пересекающихся отрезков времени. Аналогично в случае возникновения проблем при выполнении данной операции, пользователь увидит сообщение об ошибке, а в случае успеха новая запись будет добавлена в таблицу.

### 3.3.1. Работа с записями результатов измерений. Обработка данных

Анализ загруженной записи и все расчеты производятся после нажатия кнопки «Обработка». Из списка загруженных записей необходимо выбрать те, для которых будет проводиться совместная обработка и анализ. Для этого в левом столбце таблицы необходимо отметить галочками нужные записи. Настроить параметры расчетов можно в левой нижней части окна «Управление записями» в поле «Настройка вычислений».

В поле «Настройка вычислений» в выпадающем списке можно выбрать группу статистических характеристик, которые будут вычисляться для выбранных записей при обработке. Первая группа содержит статистические характеристики нестабильности частоты: среднее квадратическое относительное отклонение (СКО), среднее квадратическое относительное случайное двухвыборочное отклонение (СКДО), вариация Аллана, вариация Адамара. Во вторую группу входят функции: максимальная ошибка временного интервала (МОВИ) и девиация временного интервала (ДВИ). Набор вычисляемых функций может отличаться в зависимости от версии программного обеспечения.





Для первой группы функций доступно поле «С перекрытиями», при активации которого соответствующие характеристики будут вычислены по формулам с перекрытиями (формулы вычисления статистических характеристик в программе см. в разделе 4). Если будет отмечено поле «кросс-обработка», для первой группы функций будет вычисляться кросс-вариация, при этом необходимо, чтобы в таблице было отмечено только две записи. Хотя бы один из участвующих в измерениях сигналов должен быть общим для обеих записей, и в обеих записях он должен иметь одинаковое название. Кроме того, время измерений в выбранных записях должно пересекаться, а интервалы времени между отсчетами должны быть одинаковыми. Если будет отмечено поле «вычесть дрейф», при обработке из каждого значения разности фаз будет вычитаться значение полинома второй степени в соответствующий момент времени. Коэффициенты полинома вычисляются по методу наименьших квадратов для всего массива данных измерений (см. раздел 4.1).

Настройки вычисления спектральной плотности мощности сигналов производятся в поле «Вычисление спектра». По умолчанию спектр не вычисляется.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

При необходимости использования лимитов при вычислениях, следует ввести требуемые значения в соответствующие поля в таблице для каждой из обрабатываемых записей. Поле «Max Y» задает величину лимита на относительную разность частот, а поле «Max Var Y» задает величину лимита на изменение разности частот. При этом если соответствующие значения превышают лимит, то значения фазы для этого момента времени заменяются случайными значениями в пределах текущего разброса относительной разности частот, таким образом, статистические характеристики сигнала не искажаются. Если значение не введено, или введено некорректно, или равно 1, никакие лимиты к записи не применяются, и дополнительных вычислений не производится.

После того как выбраны все необходимые параметры вычислений, следует нажать кнопку «Обработка». Полоса прогресса отобразит ход вычислений. После того как вычисления будут завершены, станут доступны поля работы с графиками и таблицами, отображающими результаты расчетов (нижняя часть окна «Управление записями»).

В поле «Графики» доступны четыре кнопки, нажатие которых вызывает построение графиков:  - разности фаз,  - относительной разности частот,  - статистических функций и  - спектральной плотности мощности. Нажатие на любую из кнопок приводит к появлению нового окна, отображающего выбранные графики. Все кнопки кроме графиков разности фаз содержат выпадающее меню. Нажатие правой клавиши мыши по кнопке отображения графиков разности частот открывает выпадающее меню, позволяющее выбрать для отображения в графическом режиме разность частот с временем измерения: 1 с, 10 с, 100 с, 1000 с, 3600 с, 10000 с. Последний пункт выпадающего меню «Настроить» позволяет ввести произвольный интервал времени измерения (не больше 100 000 с). Нажатие правой клавиши мыши по кнопке отображения статистических характеристик открывает выпадающее меню, позволяющее выбрать, какую из вычисленных функций следует отображать на графике, данная настройка определяет также, какая из характеристик будет отображена в табличном виде (см. раздел 3.3.1.2). Нажатие правой клавиши мыши по кнопке отображения статистических характеристик открывает выпадающее меню, позволяющее выбрать тип отображаемого графика: спектр фазы или спектр частоты.

**Поля «Проредить Min/Max», «Час», «Сутки».** Возможен выбор только одного из этих пунктов.

Поле «Проредить Min/Max» позволяет переключать режим отображения графиков разности частот и разности фаз: при активированном поле будут отображаться графики с минимаксным прореживанием за весь период измерений, при этом на графике для каждого интервала времени строится максимальное и минимальное значение фазы (частоты) за этот интервал. Если же поле «Проредить Min/Max» не отмечено, будут отображаться графики результатов измерений по суткам.

Поля «Час» и «Сутки» позволяют строить графики значений фазы и частоты, полученных путем усреднения на интервале час и сутки. Отметим, что

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						24



графики частоты строятся по усредненным на выбранном интервале значениям фазы. При выборе этих полей по временной оси отмечается либо номер часа от начала измерений, либо Модифицированная юлианская дата.

Работа с окном отображения результатов в графическом виде подробнее описана в разделе 3.3.1.1.

В поле «Таблицы» доступны три кнопки: «Частота/Дрейф» – отображение результатов вычисления дрейфа частоты и средней относительной разности частот, вторая кнопка позволяет отобразить результаты вычисления статистических функций для выбранных записей, в выпадающем меню, доступном при нажатии на треугольник справа от кнопки, можно выбрать тип функции, набор которых зависит от выбранных настроек вычислений, и третья кнопка позволяет отобразить результаты вычисления спектральной плотности мощности. Работа с окном отображения результатов в табличном виде подробнее описана в разделе 3.3.1.2.

### 3.3.1.1. Работа с графиками

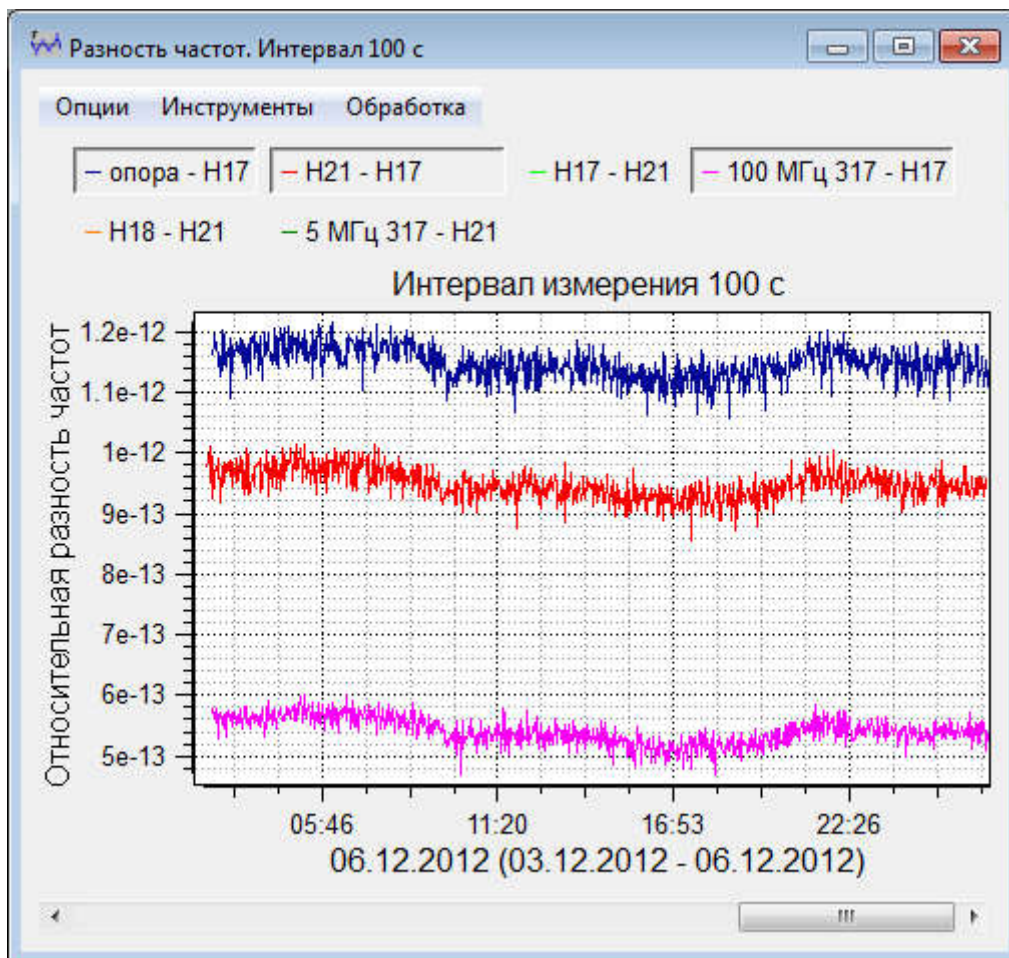
Окно отображения данных позволяет представить выбранные записи в графическом виде, а также управлять параметрами отображения графиков (менять цвет, толщину линии и начертание, масштабировать изображение, а также сохранять или печатать изображения).

Внешний вид окна представления графиков показан на рисунке 22. Заголовок окна описывает тип графика (разность фаз, разность частот, график статистических функций, спектральная плотность мощности), а также текущие параметры, выбранные при обработке отображаемых записей. В верхней части окна отображается легенда с названиями сигналов (комментарии к записям). Чтобы скрыть или отобразить тот или иной график, необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши по пункту легенды, соответствующему данному графику.

При построении фазовых или частотных графиков в режиме отображения измерений по суткам над графиком показан текущий интервал измерения, а под графиком показаны даты начала и конца доступного для отображения периода, а также текущая выбранная дата, кроме того под графиком располагается горизонтальная полосы прокрутки, позволяющая осуществлять переход к другим суткам. При построении графиков с минимаксным прореживанием отображаются данные за весь период, полоса прокрутки при этом отсутствует.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						25

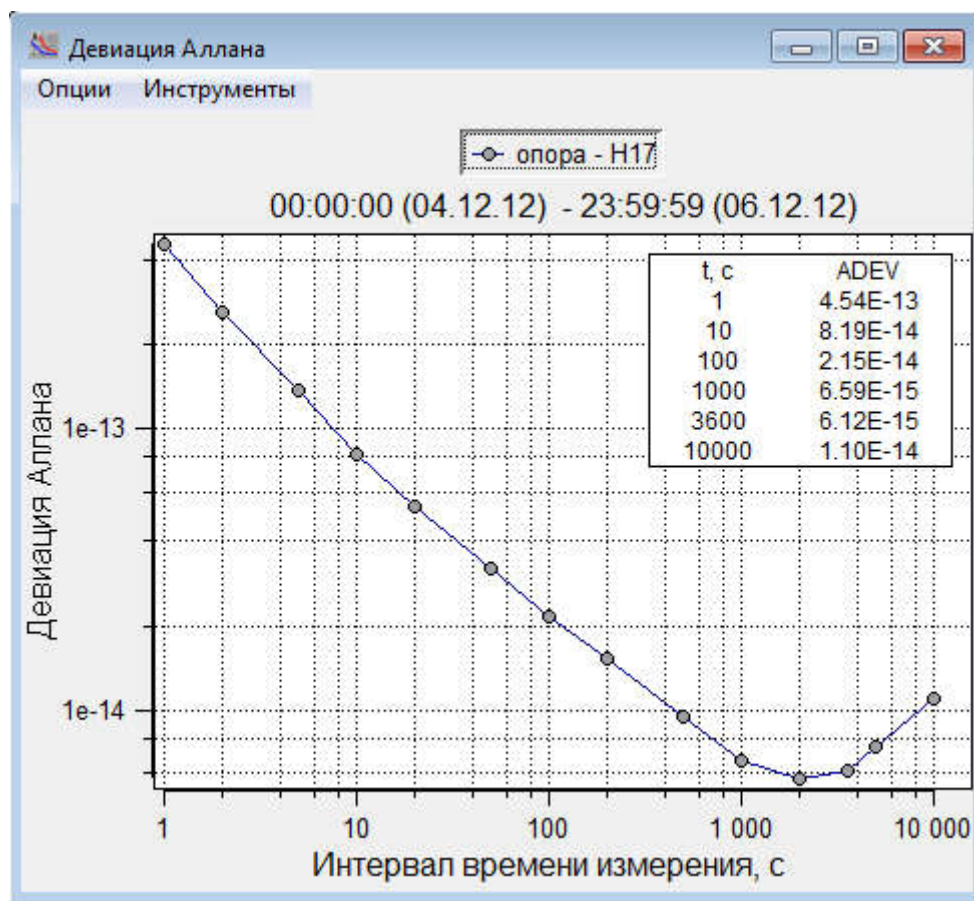


**Рисунок 22** – Окно отображения графиков измерений

На рисунке 23 представлен внешний вид окна графиков статистических функций, которое может содержать таблицу значений, в случае если в данный момент отображается только одна кривая.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



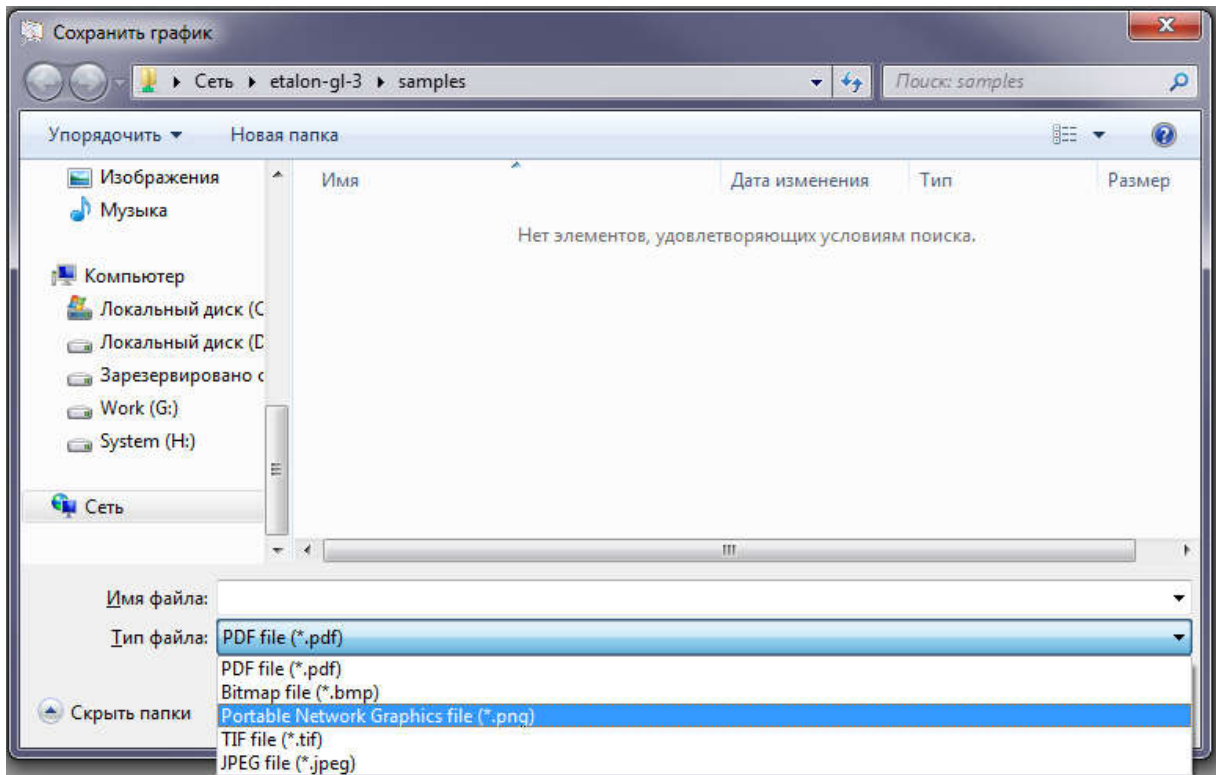
**Рисунок 23** – Окно отображения графиков статистических функций

Меню «Опции» в окне отображения графиков содержит четыре пункта: «Сохранить», «Печать», «Свойства графика» и «Вставить комментарий». Окно с графиком статистических функций, кроме того, содержит пункт «Экспорт в ASCII».

Пункт меню «Сохранить» позволяет сохранить изображение в файле в различных графических форматах (PDF, BMP, JPEG, PNG, TIF). В появившемся окне нужно выбрать каталог, ввести название сохраняемого файла и выбрать формат сохранения (см. рисунок 24). Далее для сохранения изображения нужно нажать кнопку «Сохранить». Для закрытия окна без сохранения следует нажать «Отмена».

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



**Рисунок 24** – Окно выбора пути для сохранения графиков

Пункт меню «Печать» открывает стандартное диалоговое окно настройки печати, которое позволяет отправить текущее изображение графика на печать.

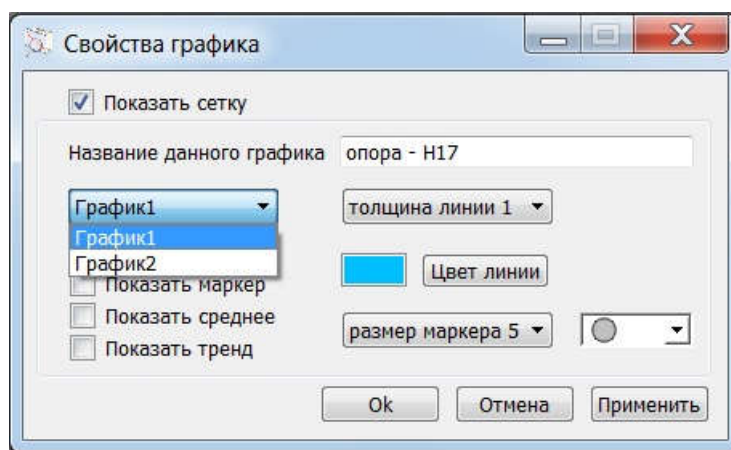
При выборе пункта меню «Опции» → «Свойства графика» появляется диалоговое окно, позволяющее настроить параметры отображения графиков (см. рисунок 25).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01					Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Ниже приведены функции, обеспечиваемые полями и управляющими кнопками данного окна:

- редактирование названия графика;
- отображение маркера на графике;
- отображение среднего;
- отображение тренда;
- изменение толщины линии графика;
- изменение цвета линии;
- изменение размера маркера;
- отображение координатной сетки.

Для работы со свойствами графика необходимо выбрать график из выпадающего списка названий. При этом в текстовом поле «Название данного графика» будет отображаться название выбранного графика. Данное поле позволяет также отредактировать отображаемое название.

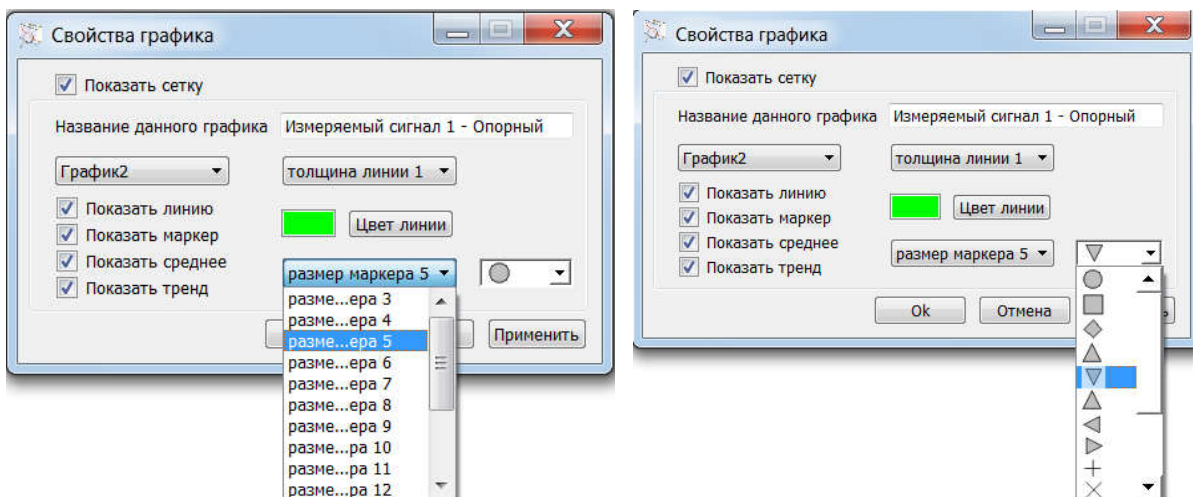


**Рисунок 25** – Окно настройки свойств графика

Активация поля «Показать линию» позволяет показать/скрыть линию графика. Поле «Толщина линии» позволяет выбрать толщину линии графика. Также есть возможность изменить цвет линии (кнопка «Цвет линии»).

С помощью поля «Показать маркер» можно отобразить маркеры на выбранном графике. Выбор размера и формы маркера производится из соответствующих выпадающих списков. (см. рисунки 26а и 26б).

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	



**Рисунок 26 а, б** – Окно настройки свойств графика. Выбор типа и размера маркера

«Показать среднее», «Показать тренд». Активация какого-либо из указанных полей приводит, соответственно, к отображению на графиках среднего значения либо тренда отображаемых данных в виде прямой линии, кроме того, на поле графика будет выведена таблица с полученными значениями. Следует иметь ввиду, что эти значения вычисляются только для данных, отображаемых в окне, а не для всех данных записи. При масштабировании графика значения среднего и тренда не пересчитываются.

Активация поля «Сетка» приводит к отображению координатной сетки на графике.

Нажатие кнопки «ОК» приводит к закрытию диалогового окна «Свойства графика» с сохранением выбранных параметров для текущего графика.

После нажатия управляющей кнопки «Применить» изменения параметров для текущего выбранного графика вступают в силу, при этом диалоговое окно не закрывается, что позволяет изменить параметры отображения и для других графиков.

Активация кнопки «Отмена» приводит к закрытию диалогового окна без внесения изменений.

Окно графиков статистических функций в меню «Опции» содержит еще один пункт «Экспорт в ASCII», который позволяет сохранить данные графика в табличном виде в текстовый файл. При выборе этого пункта меню появится диалоговое окно выбора файла для сохранения таблицы.

Меню «Инструменты» позволяет выбрать инструмент для работы с графиком. Различные инструменты описаны ниже:

**«Инструменты» -> «Маркер»**

Инструмент «Маркер» позволяет получить координаты отмеченной точки на графике либо измерить разность координат между двумя отмеченными

Инва. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Подп. и дата

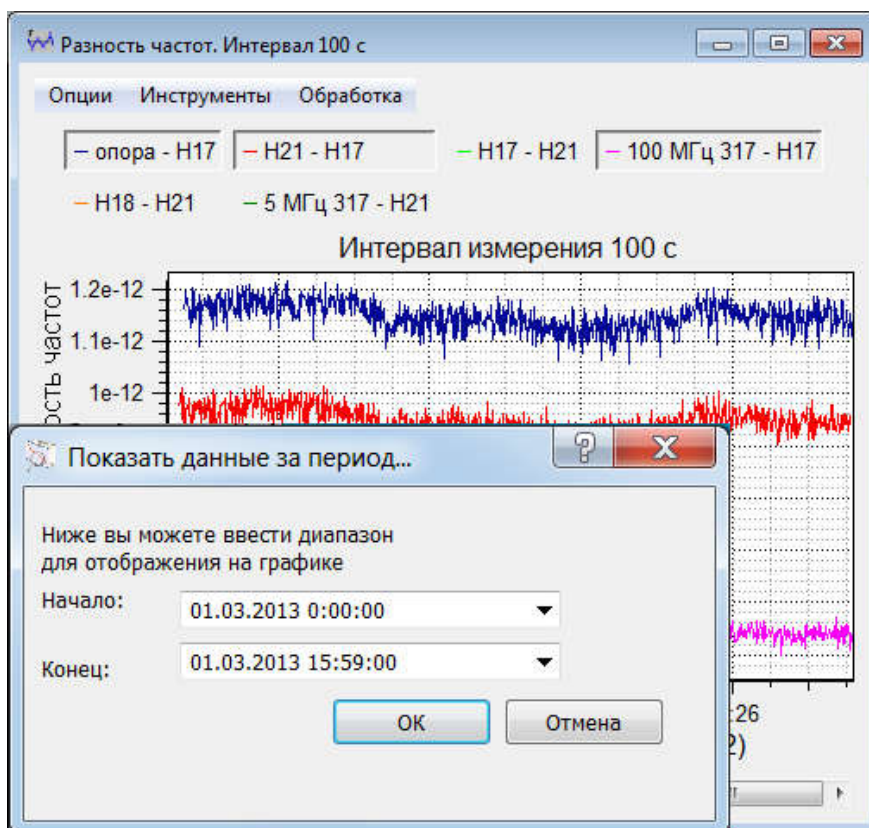
точками. При щелчке левой кнопкой мыши на поле графиков появятся горизонтальная и вертикальная отметки, а в правом верхнем углу окна будут подписаны соответствующие координаты в отображаемых осях. Удерживая нажатую левую кнопку мыши, можно выделить прямоугольную область на графике, при этом в правом верхнем углу окна будут подписаны модули разностей координат точек на графике, соответствующих точкам, в которых левая клавиша мыши была нажата и отпущена. Для отмены выделения необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по графику.

**«Инструменты» -> «Масштаб»**

Инструмент «Масштаб» позволяет увеличить выбранную область на графике. Удерживая нажатую левую кнопку мыши, выделить прямоугольную область на графике. При выделении показываются координаты масштабируемого участка. Для отмены увеличения и возврата к исходному масштабу необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по полю графика.

**«Инструменты» -> «Задать интервал времени»**

Данный инструмент позволяет масштабировать часть графика в заданном интервале времени. Чтобы задать интервал времени, необходимо перейти в пункт меню «Инструменты» -> «Задать интервал времени». В открывшемся окне (см. рисунок 27) выбрать начальную и конечную дату и время. После выбора нажать «ОК». График автоматически масштабируется после выбора дат.

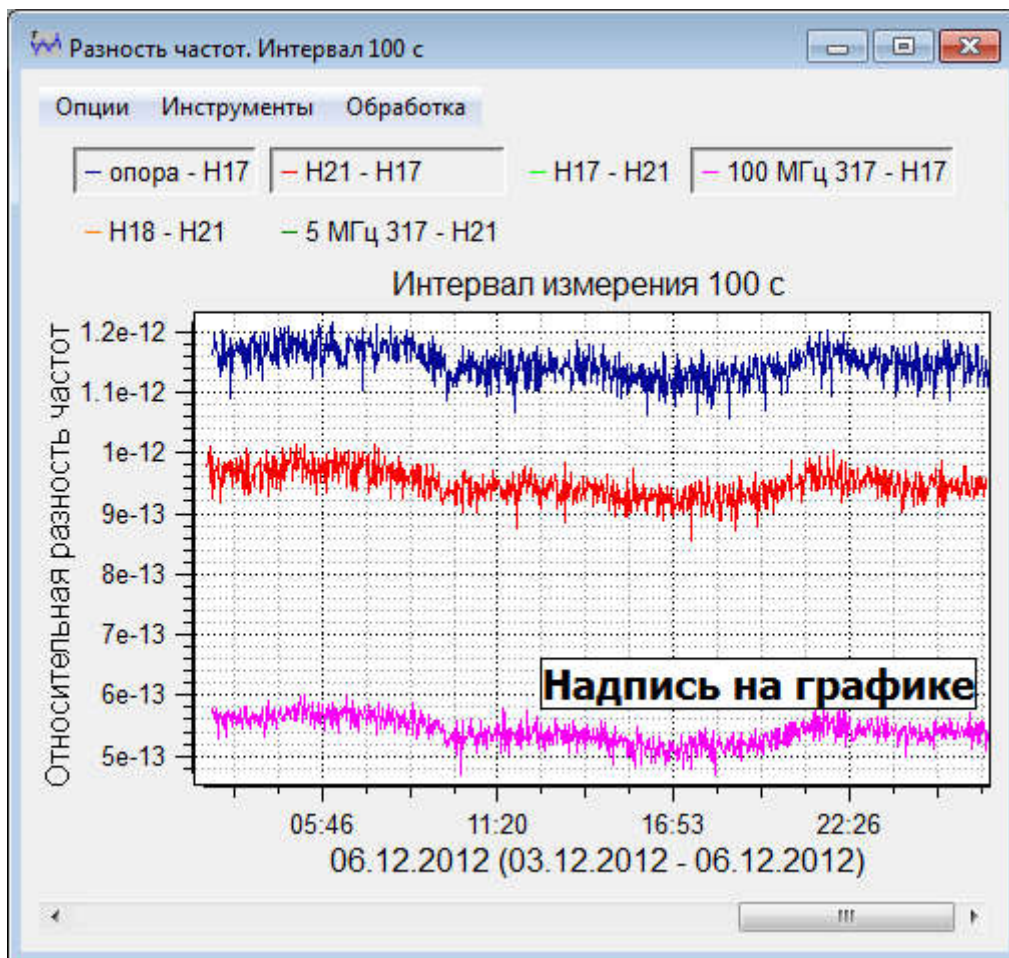


**Рисунок 27 – Работа с графиками. Масштабирование с помощью меню «Задать интервал времени»**

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата







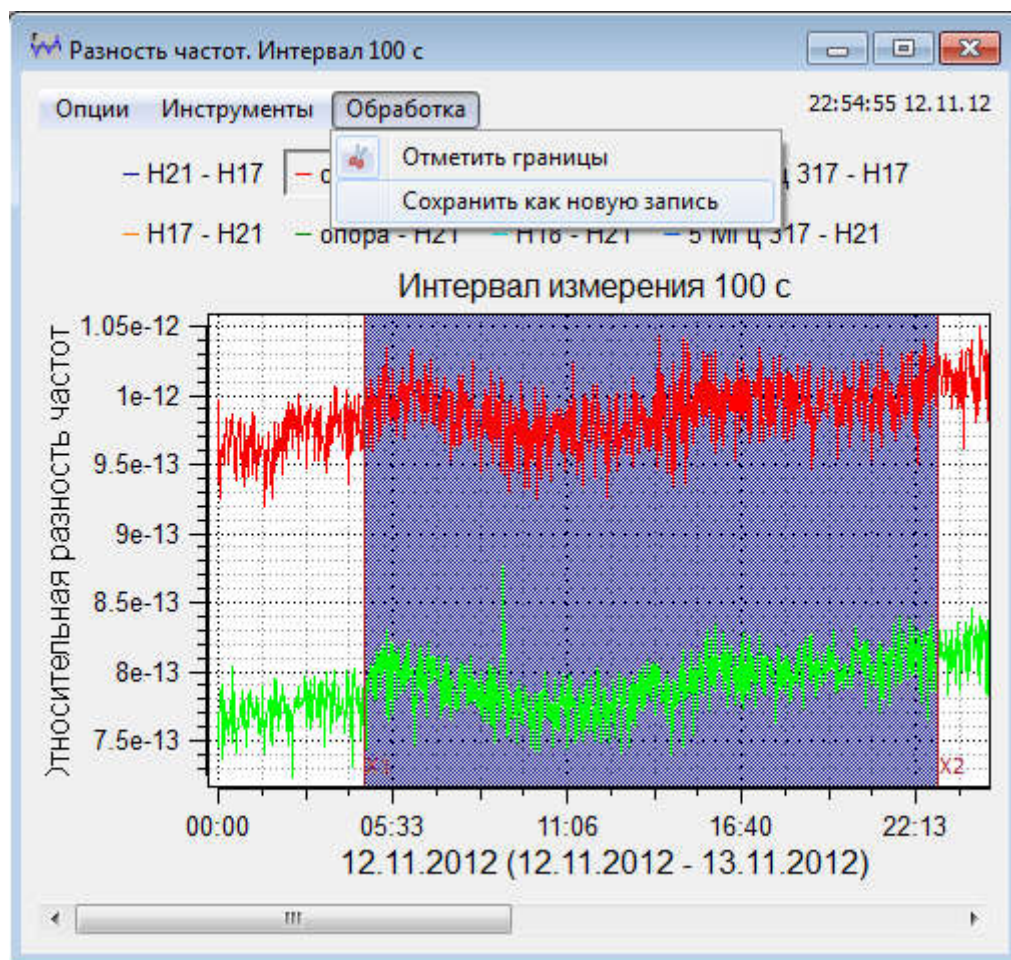
**Рисунок 29** – Работа с графиками. Добавление комментария на поле графика

Пункт меню «Обработка» доступен для графиков разности фаз и разности частот. Он дает возможность сохранить некоторую часть графика как отдельную запись и далее работать с этой частью. Кроме того, можно «вырезать» части несколько записей одновременно. Для этого необходимо с помощью легенды скрыть все графики, кроме интересующих. Чтобы вырезать часть записи, необходимо сначала отметить нужную область на графике. Для этого следует перейти в меню «Обработка» и активировать пункт «Отметить границы». Далее, щелкая левой кнопкой мыши по графику, отметить границы выделяемой области маркерами X1 и X2 (см. рисунок 30).

Чтобы отменить выделение, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши по графику. Границы новой записи можно установить в точках, соответствующих любым моментам времени внутри текущей записи, для выбора даты можно воспользоваться прокруткой внизу окна. Кроме того, после установки первого маркера можно воспользоваться другими инструментами, например, увеличить интересующую область графика с помощью инструмента «Масштаб», а затем снова выбрать пункт меню «Отметить границы» и установить второй маркер.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------



**Рисунок 30** – Работа с графиками. Вырезание части записи

После того, как установлены границы, необходимо активировать пункт меню «Сохранить как новую запись», после чего отмеченные отрезки для каждого из отображаемых графиков будут добавлены в таблицу «Управление записями» как новые записи. Далее с ними можно выполнять все те же действия, что и с остальными записями в таблице.

### 3.3.1.2. Работа с таблицами

В поле «Таблицы» доступны три кнопки, которые обеспечивают отображение результатов вычисления дрейфа и средней относительной разности частот (см. рисунок 31), результаты вычисления статистических функций для выбранных записей, и результаты вычисления спектра.

После нажатия кнопки «Обработка», кнопки в поле «Таблицы» становятся активными. Кнопка отображения спектра доступна только если перед обработкой в поле «Вычисление спектра» было отмечено «Вычислять».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист 34

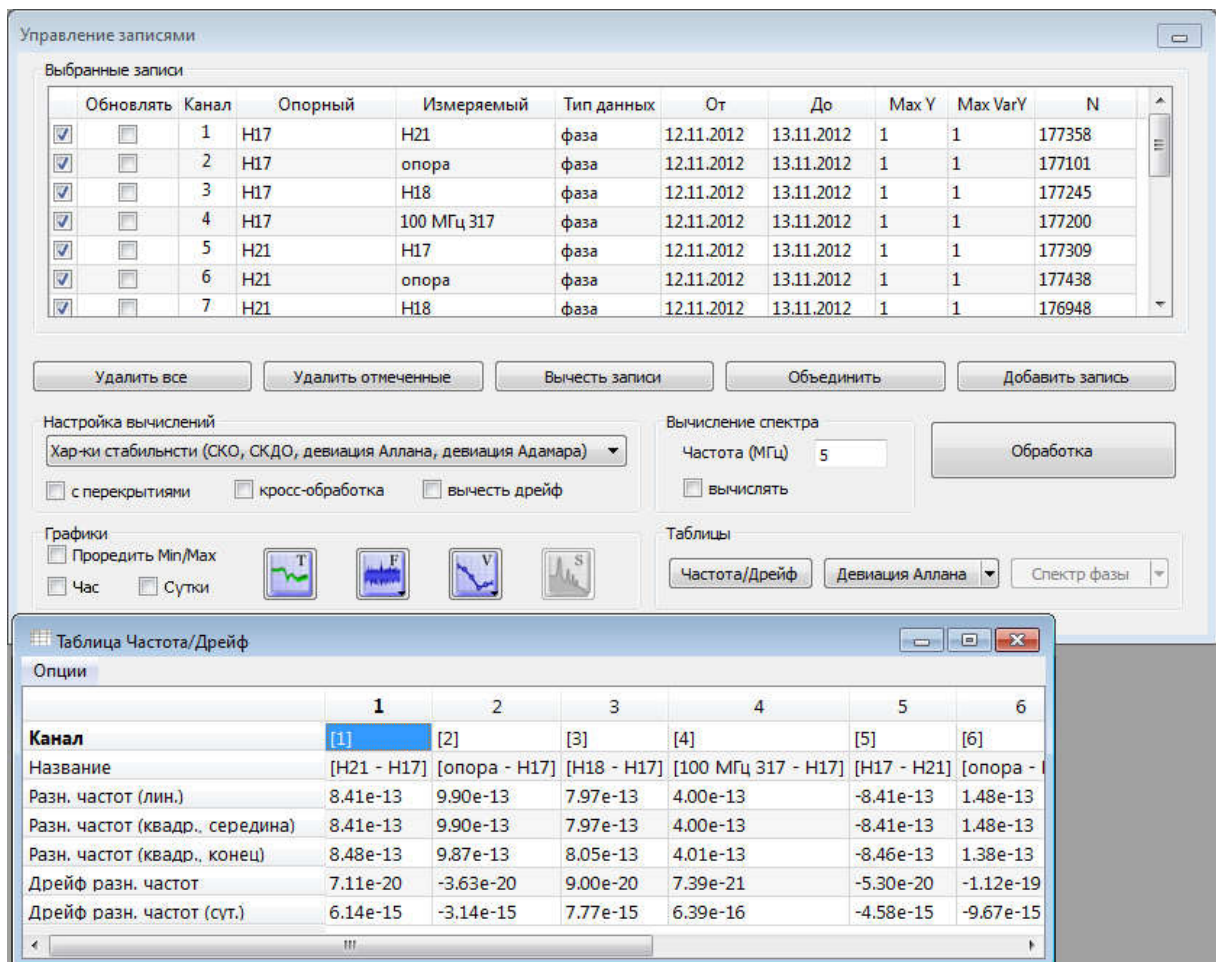
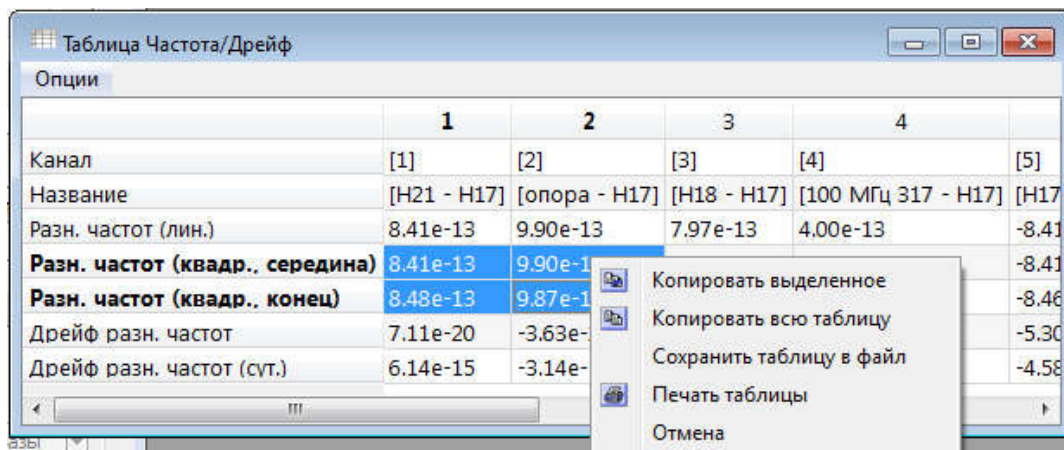


Рисунок 31 – Окно отображения таблиц

С данными в табличном виде можно выполнять следующие действия: копировать выделенную часть таблицы, копировать всю таблицу, сохранить данные из таблицы в текстовом файле, распечатать таблицу.

Чтобы копировать диапазон, необходимо щелчками левой клавишей мыши выделить нужные значения (удерживая нажатой клавишу Ctrl для выделения сразу нескольких групп ячеек). Затем следует щелкнуть правой клавишей мыши по таблице и в выпадающем меню выбрать пункт «Копировать выделенное» (см. рисунок 32). Данные скопируются в буфер обмена, после чего их можно вставить в любой текстовый редактор.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № докум.	Подп.	Дата	Лист
RU.ЯКУР.00053-01 90 01								Лист

### Рисунок 32 – Работа с таблицами. Копирование и сохранение данных

Для копирования всей таблицы необходимо щелкнуть левой клавишей мыши по любому месту таблицы клавишей мыши, в появившемся меню выбрать пункт «Копировать всю таблицу». Таблица целиком скопируется в буфер обмена, после чего ее можно вставить в любой текстовый редактор.

Также возможно сохранение таблицы в текстовом файле, для этого нужно в выпадающем меню выбрать пункт «Сохранить таблицу в файле».

Скопированные/сохраненные данные в текстовом редакторе будут выглядеть так, как показано на рисунке 33.

Канал	[6]	[6]	[8]
Название	[Н21 - опора]	[Н21 - опора]	[Н21 - 5 МГц 317]
1	3.7847e-13	3.7847e-13	2.0573e-13
2	1.8242e-13	1.8242e-13	1.0921e-13
5	7.6974e-14	7.6974e-14	4.8447e-14
10	4.1472e-14	4.1472e-14	2.6407e-14
20	2.3363e-14	2.3363e-14	1.5321e-14
50	1.1724e-14	1.1724e-14	8.6187e-15
100	7.5480e-15	7.5480e-15	6.0000e-15
200	5.0651e-15	5.0651e-15	4.9927e-15
500	3.2025e-15	3.2025e-15	4.1861e-15
1000	2.4430e-15	2.4430e-15	2.8183e-15
2000	1.7738e-15	1.7738e-15	3.1579e-15
3600	1.3918e-15	1.3918e-15	4.2824e-15
5000	1.2471e-15	1.2471e-15	5.5378e-15
10000	1.3464e-15	1.3464e-15	8.6921e-15

### Рисунок 33 – Работа с таблицами. Отображение скопированной таблицы в текстовом файле

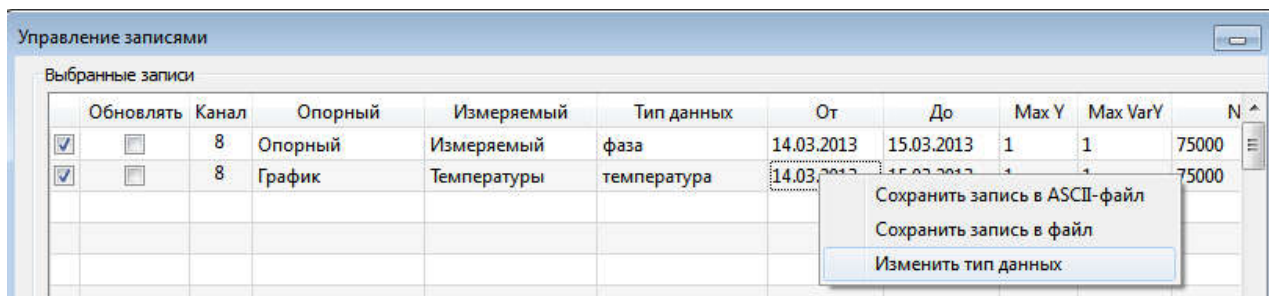
Также есть возможность распечатать таблицу. Для этого необходимо щелкнуть правой клавишей мыши в любом месте таблицы, в выпадающем меню выбрать пункт «Печать таблицы». В появившемся диалоговом окне настройки печати нажать кнопку «Печать».

#### 3.3.1 Типы данных в записях. Обработка результатов измерений температуры

Каждая запись в таблице «Управление записями» имеет параметр «Тип данных». После загрузки записям присваивается тип «фаза» (кроме случаев, когда особый тип данных был указан в файлах данных), его можно изменить, щелкнув правой клавишей мыши по нужной строке и выбрав в выпадающем меню пункт «Изменить тип данных» (см. рисунок 34). Обработка данных других типов отличается от обработки результатов фазовых измерений, для них невозможна кросс-обработка, для таких записей не выполняется вычитание дрейфа, а также не вычисляются статистические характеристики и спектральная плотность мощности.

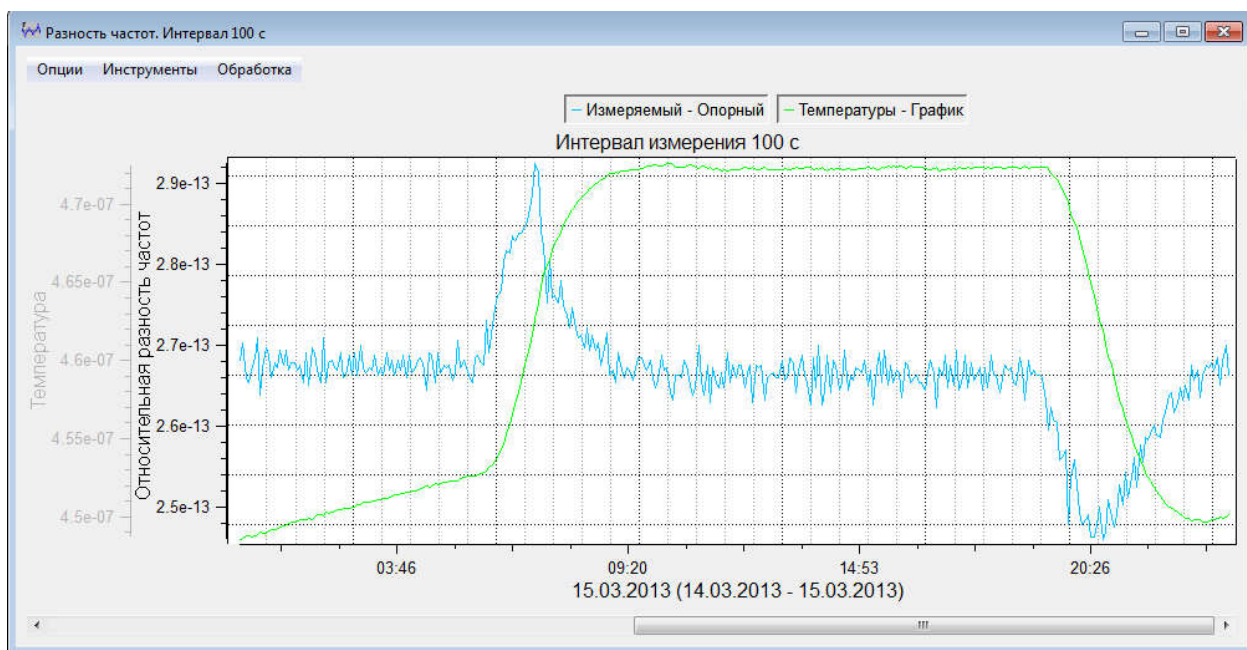
Интв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Интв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						36



**Рисунок 34** – Выбор типа данных для загруженной записи

При отображении результатов измерений в графическом виде данные разных типов отображаются на одном поле с совмещением по оси времени. Слева от поля графиков вводится дополнительная ось, по которой откладываются значения соответствующего типа (см. рисунок 34). В приведенном на рисунках примере были дважды загружены результаты одного и того же измерения, затем в таблице «Управление записями» для одной из записей был выбран тип данных «температура».



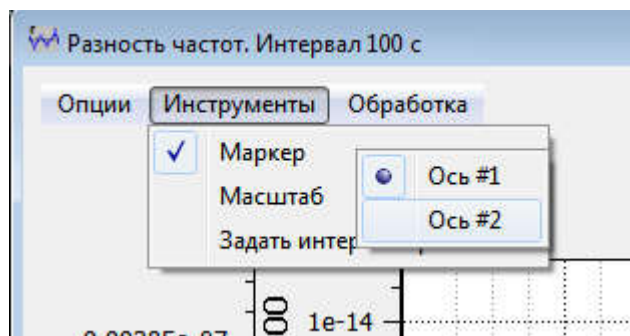
**Рисунок 35** – Отображение результатов измерений различных типов на одном графике

Для графиков разных типов работа с инструментами «Масштаб» и «Маркер» имеет несколько отличий от описания в разделе 3.3.1.1.

Инструмент «Маркер» вычисляет значения координат для текущей выбранной оси (типа данных), при открытии окна в качестве текущей задана ось отображения графиков типа данных «фаза». Чтобы переключиться на другую ось, необходимо щелкнуть по нужной оси левой клавишей мыши, текущая

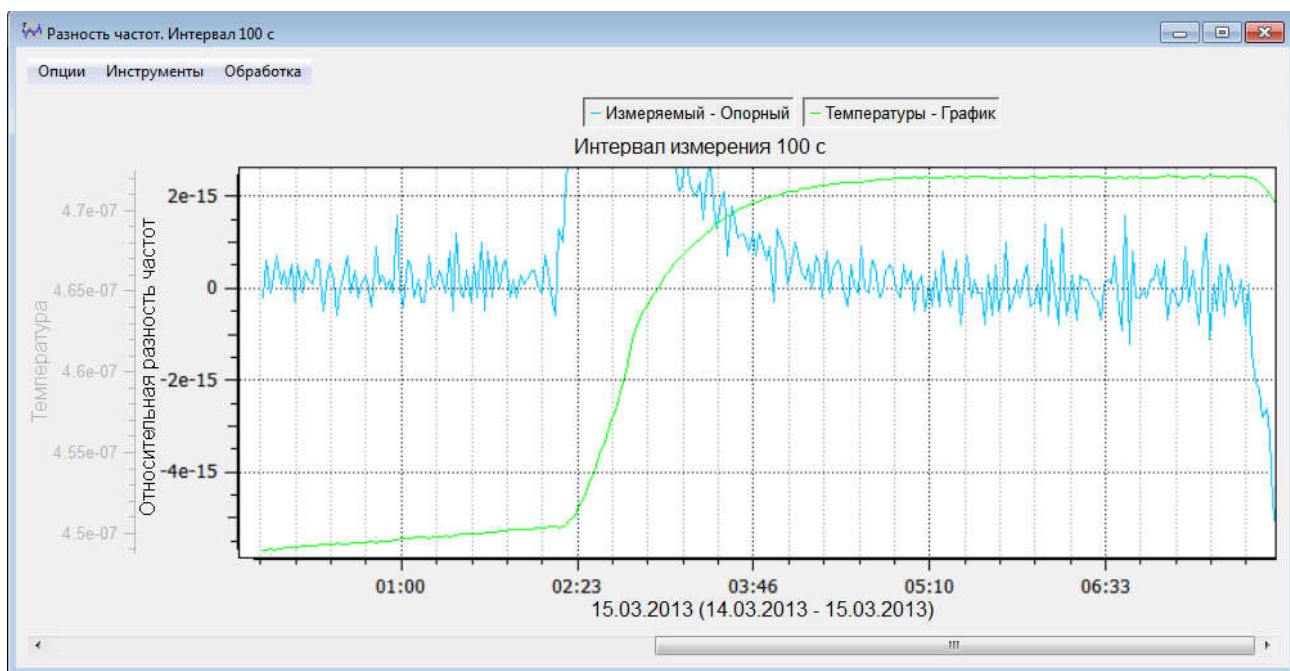
Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

выбранная ось отображается черным цветом, остальные – серым. Другой способ выбрать нужную ось зайти в меню «Инструменты» и щелкнуть правой клавишей мыши по меню «Масштаб», затем в появившемся списке выбрать нужную ось (см. рисунок 36).



**Рисунок 36** – Работа с инструментами при отображении графиков нескольких типов, выбор оси

Инструмент «Масштаб» позволяет увеличивать/уменьшать отмеченную область графика, при этом масштабируются только графики для текущего выбранного типа данных (оси), а графики других типов масштабируются только по оси времени. Переключение осей происходит так же, как и для инструмента «Маркер». На рисунке 37 показан результат масштабирования графика разности частот.



**Рисунок 37** – Результат работы инструмента «Масштаб», выбрана ось #1

### 3.4. Динамические записи. Работа с результатами текущих измерений

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						38

Программа Analyser позволяет работать с данными текущих измерений, т.е. измерений, выполняющихся в текущий момент. Записи, соответствующие таким измерениям, являются динамическими. Информация о результатах измерений обновляется раз в 15 секунд (период обновления можно изменить с помощью меню «Инструменты» -> «Параметры»), при этом новые результаты измерений будут добавлены в массив данных, количество точек в записи, а также дата конца измерений изменится. Кроме того, с учетом новых данных будут пересчитаны текущие значения Вариации Аллана, средней разности частот и дрейфа частоты для каждой динамической записи. Если в программе открыты таблицы или графики с динамическими записями, они будут перерисованы с учетом новых данных. Другие статистические функции (СКО, СКДО и т.д.) можно рассчитать для динамических записей так же как и для статических (см. раздел 3.3.1), а затем отобразить результаты в табличном или графическом виде, но такие таблицы и графики обновляться не будут. Графики разности частот с коэффициентом прореживания больше 1 будут обновляться по мере того, как будет накоплено необходимое количество отсчетов для вычисления следующей точки графика.

Добавить динамическую запись можно несколькими способами.

1) Добавление текущей записи из программы управления компаратором.

Программа Analyser при запуске пытается создать ТСР-сервер, который в процессе работы программы будет ожидать входящие подключения к порту 2220. Через такое подключение возможно установить связь с управляющими программами компараторов и быстро загружать записи текущих измерений для обработки. Следует иметь в виду, что успешный запуск сервера возможен только у первого запущенного процесса, при повторном запуске второй экземпляр программы Analyser сервер запустить не сможет. Это не отразится на работе программы, за исключением невозможности общения с программой управления компаратором напрямую. В таком случае также возможна работа с динамическими записями, подробнее см. пункт 2) текущего раздела.

Для загрузки данных текущих измерений следует выполнить команду «Анализировать записи» в управляющей программе компаратора (см. руководство пользователя программы управления компаратором), после чего управляющая программа попытается установить связь с программой Analyser. В случае если программа Analyser еще не запущена, программа управления компаратором попытается ее запустить, и затем повторит попытку установки связи. После того как связь установлена, управляющая программа сообщит программе Analyser адрес каталога, куда записываются результаты текущих измерений. Затем Analyser просматривает файлы данных, загружая все текущие измерения для обработки. Если все измерения уже завершены, а также, если все найденные текущие измерения уже загружены в программу и обрабатываются, пользователь увидит сообщение «В заданной папке нет новых текущих измерений».

Добавленные записи объявляются динамическими. В таблице «Управление записями» динамические записи имеют отметку в колонке

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

«Обновлять», кроме того строка с динамической записью выделяется зеленым цветом (см. рисунок 38).

Обновлять	Канал	Опорный	Измеряемый	Тип данных	От	До	Max Y	Max VarY	N	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	Н17	опора	фаза	19.02.2013	21.02.2013	1	1	232003
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	Н17	100 МГц 317	фаза	19.02.2013	21.02.2013	1	1	230635

**Рисунок 38** – Динамические записи в таблице «Управление записями»

## 2) Объявление записи динамической.

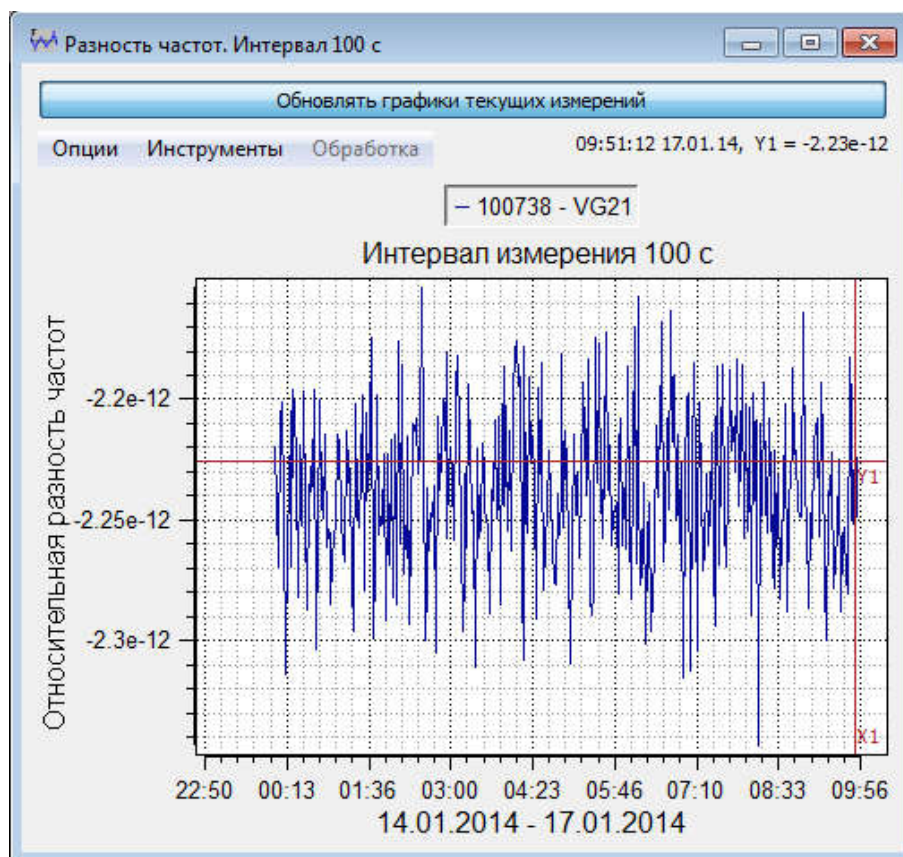
Кроме того, динамическую запись можно добавить в таблицу «Управление записями» вручную. Для этого следует обычным образом загрузить в программу интересующую запись, а затем отметить поле «Обновлять запись» в таблице, тогда будут прочитаны все новые данные до текущего момента времени, запись будет обработана. Если выбранное измерение уже завершилось, то данные будут дочитаны до конца, а затем запись вновь станет нединамической, программа автоматически снимет галочку в поле «Обновлять запись» в строке с этой записью.

После загрузки каждая динамическая запись сразу же обрабатывается, поэтому пользователь сразу может построить интересующие графики и отобразить интересующие таблицы. Окно графиков разности частот и разности фаз, в которых отображены результаты измерений динамических записей, содержит дополнительную кнопку «Обновлять графики текущих измерений», если эта кнопка активирована, графики будут обновляться и дорисовываться раз в 15 секунд (период обновления можно изменить с помощью меню «Инструменты» -> «Параметры»). При этом будут отображаться только последние 10000 точек, каждый раз при добавлении новых данных график будет перемасштабироваться. При необходимости работы с графиком, например, для просмотра предыдущих суток измерений, или для увеличения отдельного участка записи, можно приостановить обновление графика путем нажатия на кнопку «Обновлять графики текущих измерений» (см. рисунок 39). Для возобновления перерисовки графиков следует активировать эту кнопку снова.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						40





**Рисунок 39** – Динамически обновляемый график

Динамические записи будут обновляться до тех пор, пока измерение не будет завершено, как только программа обнаружит флаг окончания измерений, запись становится нединамической и обновление данных прекращается.

Работа с динамическими записями осуществляется таким же образом, как и с обычными записями, но при этом есть несколько ограничений. Динамические записи нельзя объединять с другими, нельзя производить вычитание записей, запрещена кросс-вариационная обработка, невозможно вычитание дрейфа при обработке, а статистические характеристики будут обновляться только для вариации Аллана вычисленной по формуле без перекрытий, остальные функции можно посчитать и отобразить в таблицах или на графике, но обновляться такие графики и таблицы не будут. С учетом этих ограничений возможна совместная обработка обычных и динамических записей.

В любой момент времени с помощью поля «Обновлять» в таблице «Управления записями» любую динамическую запись можно сделать нединамической, а любую статическую запись - динамической.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

## 4. Вычисляемые функции

Статистические функции вычисляются только для записей, имеющих тип данных «фаза».

### 4.1. Базовые соотношения

**Разность фаз.** Исходными для всех вычисляемых статистических функций являются значения оцифрованной разности фаз  $t_{yx}$ , которые можно либо загрузить из записи, созданной программой для работы с компаратором производства ЗАО «Время-Ч» (см. раздел 3.2.1), либо загрузить из ASCII файла (см. раздел 3.2.2).

Сначала вычисляется (с учетом  $K$  – установленного коэффициента умножения флуктуаций частоты) разность фаз для пар сигналов, измеряемая в секундах:

$$\Delta_{yx,i} = \frac{1}{K} t_{yx,i} . \quad (4.1)$$

Здесь  $i$  – номер промежуточного отсчета. Интервал следования отсчетов  $\tau = K_{\text{прор}} \cdot \tau_{\text{min}}$ , где  $K_{\text{прор}}$  – коэффициент прореживания компаратора,  $\tau_{\text{min}}$  – минимальный интервал времени измерения компаратора.

При загрузке данных из записи, коэффициент  $K$  и параметры  $K_{\text{прор}}$  и  $\tau_{\text{min}}$  определяются программой, так как  $K$  и  $\tau_{\text{min}}$  известны для каждого конкретного компаратора производства ЗАО «Время-Ч» (информация о  $K_{\text{прор}}$  содержится в файле записи).

При загрузке данных из ASCII-файла интервал  $\tau$  и коэффициент  $K$  указываются специально в полях «Интервал между отсчетами (сек.)» и «Множитель фазы» (см. рисунок 16, раздел 3.2.2). **Коэффициент  $K$  может принимать как положительные, так и отрицательные значения!**

**Разность частот.** Отсчеты относительной разности частот могут быть вычислены для различных интервалов времени измерения  $\tau_{\text{И}} = M\tau$  секунд по отсчетам разности фаз:

$$y_{yx,i}(\tau_{\text{И}}) = \frac{1}{\tau_{\text{И}}} (\Delta_{yx,M(i+1)} - \Delta_{yx,Mi}) . \quad (4.2)$$

Программа позволяет отображать графики относительной разности частот для выбранного интервала времени измерения. Для выбора интервала времени измерения необходимо нажать правую кнопку мыши, наведя курсор на кнопку для графика частоты (см. раздел 3.3.1).

**Средняя относительная разность частот и дрейф разности частот.** Средняя относительная разность частот и суточный дрейф относительной разности частот вычисляются на основе линейной и квадратичной аппроксимаций отсчетов разности фаз с помощью метода наименьших квадратов.

$$\tilde{\Delta}_n = y_{\text{МНК}} t_n + c_1, \quad \tilde{\Delta}_n = \frac{1}{2} d_{\text{МНК}} t_n^2 + y_0 t_n + c_2 . \quad (4.3)$$

Коэффициенты ( $y_{\text{МНК}}$ ,  $c_1$ ), ( $d_{\text{МНК}}$ ,  $y_0$ ,  $c_2$ ) подбираются таким образом, чтобы минимизировать величину:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
											42

$$S = \sum_{n=1}^N (\Delta_n - \tilde{\Delta}_n)^2 \rightarrow \min, \quad (4.4)$$

где  $N$  – количество накопленных отсчетов.

Ниже представлены выражения, которые соответствуют различным полям таблицы «Частота/дрейф» (рисунок 32).

**Разн. частот (лин.)** есть величина  $u_{\text{МНК}}$ , является оценкой средней относительной разности частоты по методу наименьших квадратов при линейной аппроксимации отсчетов разности фаз.

**Разн. частот (квадр., середина)** – оценка средней относительной разности частоты по методу наименьших квадратов при квадратичной аппроксимации отсчетов разности фаз, рассчитываемая для середины интервала наблюдения:

$$u_{\text{МНК, квадрат. середина}} = y_0 + d_{\text{МНК}} \cdot (t_N - t_1)/2 \quad (4.5)$$

**Разн. частот (квадр., конец)** – оценка средней относительной разности частоты по методу наименьших квадратов при квадратичной аппроксимации отсчетов разности фаз, рассчитываемая для конца интервала наблюдения:

$$u_{\text{МНК, квадрат. конец}} = y_0 + d_{\text{МНК}} \cdot (t_N - t_1) \quad (4.6)$$

**Дрейф разн. частот** –  $d_{\text{МНК}}$ .

**Дрейф разн. частот (сут.)** –  $d_{\text{МНК}} \cdot 86400$ .

**Исключение дрейфа частоты.** Программа позволяет произвести обработку выбранных записей измерений разностей фаз и исключить дрейф относительной разности частот. При исключении дрейфа частоты также исключается средний сдвиг частоты. Для такой обработки в поле «Настройка вычислений» следует выбрать пункт «вычесть дрейф». При обработке создается запись с новыми отсчетами разности фаз:

$$\Delta_n^{\text{НОВ}} = \Delta_n - \tilde{\Delta}_n. \quad (4.7)$$

Дальнейшие вычисления статистических функций выбранной записи осуществляются отсчетов разности фаз, преобразованных согласно (4.7).

#### 4.2. Характеристики нестабильности частоты

В приведенных ниже формулах  $N$  есть количество отсчетов относительной разности частот  $y_i(\tau_{\text{И}})$  на интервале времени наблюдения  $\tau_{\text{Н}}$  ( $N$  зависит от отношения  $\tau_{\text{Н}}/\tau_{\text{И}}$ ).

**Среднее квадратическое относительное отклонение результата измерений частоты (СКО)** в соответствии с ГОСТ 8.567-99 определяется путем среднеквадратического усреднения  $N$  последовательных относительных разностей частот относительно среднего значения:

$$\delta(\tau_{\text{И}}) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [y_i(\tau_{\text{И}}) - E(y)]^2}. \quad (4.8)$$

Средняя относительная разность частот в (4.8)  $E(y)$  вычисляется как среднее арифметическое  $N$  отсчетов  $y_i(\tau_{\text{И}})$ .

**Среднее квадратическое относительное случайное двухвыборочное отклонение результата измерений частоты (СКДО)** в соответствии с ГОСТ 8.567-99 определяется как:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$\frac{\sigma(\tau_{И})}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{2(N-2)} \sum_{i=1}^{N-1} \left[ y_{i+1}(\tau_{И}) - y_i(\tau_{И}) - \frac{y_N(\tau_{И}) - y_1(\tau_{И})}{N-1} \right]^2}. \quad (4.9)$$

Девияция Аллана вычисляется по формуле (4.10).

$$\sigma_A(\tau_{И}) = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} [y_{i+1}(\tau_{И}) - y_i(\tau_{И})]^2}. \quad (4.10)$$

Девияция Адамара вычисляется по формуле (4.11).

$$\sigma_H(\tau_{И}) = \sqrt{\frac{1}{6(N-2)} \sum_{i=1}^{N-2} [y_{i+2}(\tau_{И}) - 2y_{i+1}(\tau_{И}) + y_i(\tau_{И})]^2}. \quad (4.11)$$

### 4.3. Характеристики нестабильности частоты, вычисляемые по перекрывающимся во времени отсчетам разностей частот

Для уменьшения ошибки при оценивании характеристик нестабильности частоты, которая связана с ограниченным количеством отсчетов относительных разностей частот, используется метод вычисления, использующий перекрывающиеся во времени отсчеты относительных разностей частот. Выбор вычислений с перекрытиями осуществляется в поле «Настройка вычислений» (см. раздел 3.3.1).

В данном разделе  $N$  есть количество отсчетов разности частот на интервале времени измерения  $\tau$ ,  $\tau_{И} = M \tau$ .

**Среднее квадратическое относительное отклонение результата измерений частоты (СКО):**

$$\delta(\tau_{И}) = \sqrt{\frac{1}{N-M} \sum_{i=1}^{N-M} \left[ \frac{\Delta_{i+M} - \Delta_i}{M\tau} - E(y) \right]^2}. \quad (4.12)$$

**Среднее квадратическое относительное случайное двухвыборочное отклонение результата измерений частоты (СКДО):**

$$\frac{\sigma(\tau_{И})}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{2(N-2M)} \sum_{i=1}^{N-2M} \left[ \frac{\Delta_{i+2M} - 2\Delta_{i+M} + \Delta_i}{M\tau} - \frac{y_N(\tau_{И}) - y_1(\tau_{И})}{N-1} \right]^2}. \quad (4.13)$$

**Девияция Аллана:**

$$\sigma_A(\tau_{И}) = \sqrt{\frac{1}{2(N-2M)(M\tau)^2} \sum_{i=1}^{N-2M} [\Delta_{i+2M} - 2\Delta_{i+M} + \Delta_i]^2}. \quad (4.14)$$

**Девияция Адамара:**

$$\sigma_H(\tau_{И}) = \sqrt{\frac{1}{2(N-3M)(M\tau)^2} \sum_{i=1}^{N-3M} [\Delta_{i+3M} - 3\Delta_{i+2M} + 3\Delta_{i+M} - \Delta_i]^2}. \quad (4.15)$$

### 4.4. Кросс-обработка результатов измерений

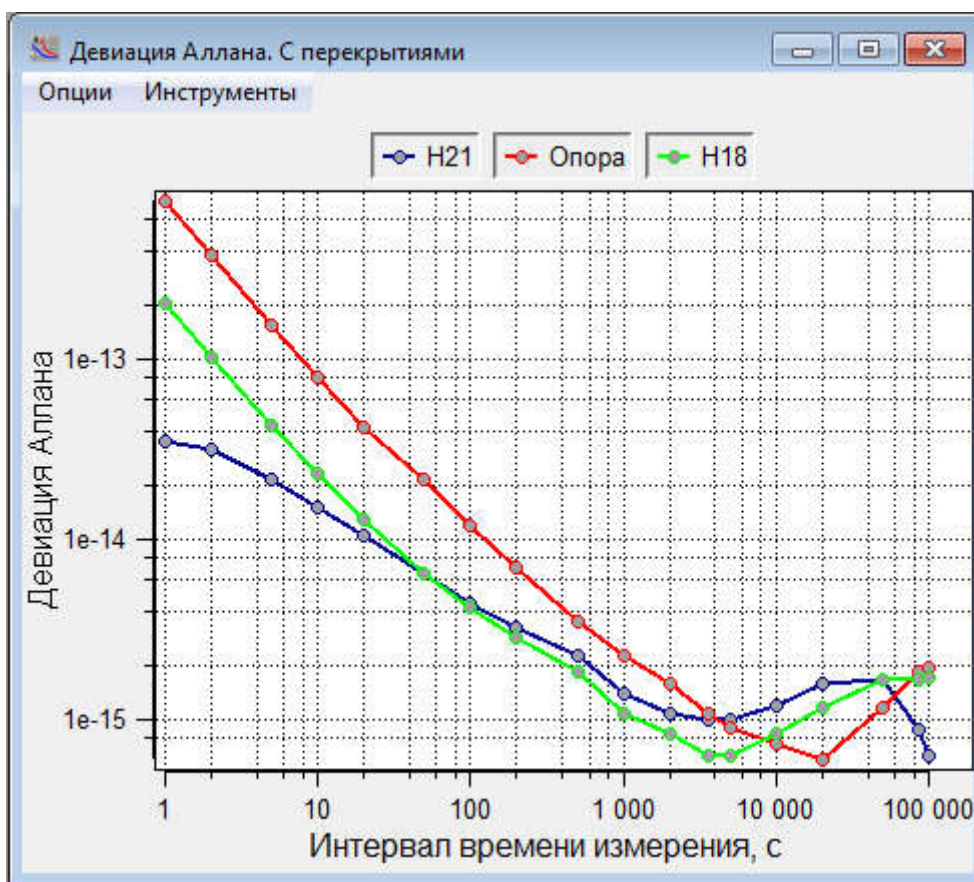
Программа позволяет производить оценку характеристик нестабильности частоты не только для пар сигналов, но и для каждого сигнала в отдельности по методу трех генераторов. Для использования данного метода необходимо иметь

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						44

две записи разностей фаз трех различных сигналов, у которых есть общий интервал времени наблюдения. Обе записи должны содержать измерения общего сигнала (он может быть отмечен либо как измеряемый, либо как опорный).

Желательно, чтобы отсчеты фазы в обеих записях были синхронными. Ошибка во времени измерения отсчетов в разных каналах компаратора приводит к тому, что результат вычисления характеристики нестабильности частоты с помощью кросскорреляционной обработки корректен только для ограниченного диапазона интервалов времени измерения, начиная с некоторого интервала  $\tau^*$ . Для интервалов меньших  $\tau^*$  вариации частоты общего сигнала, входящие в измеренные значения вариаций разностей частот в двух каналах являются слабо коррелированными. В результате, вычисленная характеристика нестабильности частоты общего для двух каналов сигнала для интервалов меньших  $\tau^*$  будет меньше действительного значения. При этом характеристики двух других сигналов будут хуже, чем они есть на самом деле, для этих интервалов времени измерения. Для иллюстрации приведем результат вычисления собственных характеристик нестабильностей частоты трех сигналов, обозначенных как «Н21», «Н18» и «Опора», по результатам измерений разностей фаз «Н21 – Н18» и «Н21 – Опора» в двух каналах многоканального частотного компаратора VCH-315 (см. рисунок 40). Отметим, что все сигналы обладают сопоставимыми характеристиками кратковременной нестабильности частоты. Как видно из рисунка 40, значения девиации Аллана для общего сигнала «Н21» значительно меньше, чем для других сигналов в области значений  $\tau < \tau^* \approx 400$  с.



**Рисунок 40** – Результат кросскорреляционной обработки данных

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Для вычисления характеристик нестабильности частоты по методу трех генераторов по выбранным записям необходимо в поле «настройка вычислений» отметить пункт «кросс-обработка» (см. рисунок 21).

Ниже приведены формулы для вычисления кросскорреляционных оценок нестабильности частоты для сигналов X, Y, Z. Предполагается, что выбраны две записи с измерениями разностей фаз пар сигналов X, Y и X, Z. (X – общий для двух записей сигнал). По данным записям формируются отсчеты разностей фаз для пары сигналов Y, Z, которые тоже используются в вычислениях. В приведенных ниже формулах обозначение зависимости характеристик нестабильности и отсчетов разностей частот от интервала времени измерения  $t_i$  для краткости опущено.

**Кросс-СКО** – оценки среднеквадратического отклонения результата измерения частоты для отдельных сигналов (X, Y, Z) вычисляются по формулам (4.16) – (4.18).

$$\delta_X = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left| \sum_{i=1}^N (y_{YX,i} - E(y_{YX})) \cdot (y_{ZX,i} - E(y_{ZX})) \right|} \quad (4.16)$$

$$\delta_Y = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left| \sum_{i=1}^N (y_{YX,i} - E(y_{YX})) \cdot (y_{YZ,i} - E(y_{YZ})) \right|} \quad (4.17)$$

$$\delta_Z = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left| \sum_{i=1}^N (y_{ZX,i} - E(y_{ZX})) \cdot (y_{YZ,i} - E(y_{YZ})) \right|} \quad (4.18)$$

Для удобства записи последующих выражений введем величины вариаций и средних вариаций разностей частот для пар сигналов:

$$\sigma_{YX_j} = y_{YX_{j+1}} - y_{YX_j}, \quad \sigma_{ZX_j} = y_{ZX_{j+1}} - y_{ZX_j}, \quad \sigma_{ZY_j} = y_{ZY_{j+1}} - y_{ZY_j}$$

$$E(\sigma_{YX}) = \frac{y_{YX,N} - y_{YX,1}}{N-1}, \quad E(\sigma_{ZX}) = \frac{y_{ZX,N} - y_{ZX,1}}{N-1}, \quad E(\sigma_{ZY}) = \frac{y_{ZY,N} - y_{ZY,1}}{N-1}. \quad (4.19)$$

**Кросс-СКДО** (оценки среднеквадратического двухвыборочного отклонения для отдельных сигналов) вычисляются по формулам (4.20) – (4.22).

$$\frac{\sigma_X}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \left| \sum_{i=1}^{N-1} (\sigma_{YX,i} - E(\sigma_{YX})) (\sigma_{ZX,i} - E(\sigma_{ZX})) \right|}. \quad (4.20)$$

$$\frac{\sigma_Y}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \left| \sum_{i=1}^{N-1} (\sigma_{YX,i} - E(\sigma_{YX})) (\sigma_{ZY,i} - E(\sigma_{ZY})) \right|}. \quad (4.21)$$

$$\frac{\sigma_Z}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \left| \sum_{i=1}^{N-1} (\sigma_{ZX,i} - E(\sigma_{ZX})) (\sigma_{ZY,i} - E(\sigma_{ZY})) \right|}. \quad (4.22)$$

**Кросс-девиация Аллана** вычисляется по формулам (4.23) – (4.25).

$$\sigma_A^X = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \left| \sum_{i=1}^{N-1} \sigma_{YX,i} \sigma_{ZX,i} \right|}. \quad (4.23)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

$$\sigma_A^Y = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \left| \sum_{i=1}^{N-1} \sigma_{YX,i} \sigma_{ZY,i} \right|}. \quad (4.24)$$

$$\sigma_A^Z = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \left| \sum_{i=1}^{N-1} \sigma_{ZY,i} \sigma_{ZX,i} \right|}. \quad (4.25)$$

**Кросс-девиация Адамара** вычисляется по формулам (4.26) – (4.28).

$$\sigma_H^X = \sqrt{\frac{1}{6(N-2)} \left| \sum_{i=1}^{N-2} (\sigma_{YX,i+1} - \sigma_{YX,i}) (\sigma_{ZX,i+1} - \sigma_{ZX,i}) \right|}. \quad (4.26)$$

$$\sigma_H^Y = \sqrt{\frac{1}{6(N-2)} \left| \sum_{i=1}^{N-2} (\sigma_{YX,i+1} - \sigma_{YX,i}) (\sigma_{ZY,i+1} - \sigma_{ZY,i}) \right|}. \quad (4.27)$$

$$\sigma_H^Z = \sqrt{\frac{1}{6(N-2)} \left| \sum_{i=1}^{N-2} (\sigma_{ZY,i+1} - \sigma_{ZY,i}) (\sigma_{ZX,i+1} - \sigma_{ZX,i}) \right|}. \quad (4.28)$$

#### 4.5. Кросс-обработка результатов измерений с использованием перекрывающихся во времени отсчетов разностей частот

В поле «Настройка вычислений» могут быть одновременно отмечены поля «кросс-обработка» и «с перекрытиями». Ниже приведены формулы для расчета характеристик нестабильности частоты отдельного сигнала на примере сигнала X (см. раздел 4.3).

**Кросс-СКО с перекрытиями:**

$$\delta_X = \sqrt{\frac{1}{(N-M)} \left| \sum_{i=1}^{N-M} \left( \frac{\Delta_{YX,i+M} - \Delta_{YX,i}}{M\tau} - E(y_{YX}) \right) \cdot \left( \frac{\Delta_{ZX,i+M} - \Delta_{ZX,i}}{M\tau} - E(y_{ZX}) \right) \right|}. \quad (4.29)$$

**Кросс-СКДО с перекрытиями:**

$$\frac{\sigma_X}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{2(N-2M)} \left| \sum_{i=1}^{N-2M} (\sigma_{YX,i}^M - E(\sigma_{YX})) (\sigma_{ZX,i}^M - E(\sigma_{ZX})) \right|}, \quad (4.30)$$

где

$$\sigma_{YX,i}^M = \frac{\Delta_{YX,i+2M} - 2\Delta_{YX,i+M} + \Delta_{YX,i}}{M\tau},$$

$$\sigma_{ZX,i}^M = \frac{\Delta_{ZX,i+2M} - 2\Delta_{ZX,i+M} + \Delta_{ZX,i}}{M\tau}. \quad (4.31)$$

**Кросс-девиация Аллана с перекрытиями:**

$$\sigma_A^X = \sqrt{\frac{1}{2(N-2M)} \left| \sum_{i=1}^{N-2M} \sigma_{YX,i}^M \sigma_{ZX,i}^M \right|}. \quad (4.32)$$

**Кросс-девиация Адамара с перекрытиями:**

$$\sigma_H^X = \sqrt{\frac{1}{6(N-3M)} \left| \sum_{i=1}^{N-3M} (\sigma_{YX,i+M}^M - \sigma_{YX,i}^M) (\sigma_{ZX,i+M}^M - \sigma_{ZX,i}^M) \right|}. \quad (4.33)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
												47

#### 4.6. Характеристики нестабильности временных интервалов (разностей фаз)

##### Максимальная ошибка временного интервала (МОВИ)

Максимальное значение изменения фазового сдвига между измеряемым и опорным сигналами в течение времени измерения ( $\tau_{И} = M \cdot \tau$ ) для всех значений времени наблюдения. МОВИ (МТИЕ) вычисляется по данным измерений разности фаз в скользящем окне длиной  $m$  отсчетов ( $M = \tau_{И}/\tau$ ), при вычислении осуществляется поиск максимального и минимального значений на каждом интервале:

$$\sigma_{\text{МТИЕ}}(\tau_{И}) = \frac{\text{Max}_{1 \leq k \leq N-M} [\text{Max}_{k \leq i \leq k+M}(x_i) - \text{Min}_{k \leq i \leq k+M}(x_i)]}{M}. \quad (4.34)$$

##### Девияция временного интервала (ДВИ)

ДВИ (TDEV) – характеристика нестабильности временных интервалов, основанная на вычислении модифицированной вариации Аллана:

$$\text{Mod}\sigma_y^2(\tau_{И}) = \frac{1}{2M^2\tau^2(N-3M+1)} \sum_{i=1}^{N-3M+1} \left[ \sum_{j=i}^{i+M-1} (\Delta_{j+2M} - 2\Delta_{j+M} + \Delta_j) \right]^2, \quad (4.35)$$

$$\sigma_{\text{TDEV}}(\tau_{И}) = \sqrt{\frac{M^2}{3} \text{Mod}\sigma_y^2(\tau_{И})}. \quad (4.36)$$

#### 4.7. Спектральная плотность мощности фазовых и частотных флуктуаций

Используется периодограммный метод оценивания спектральной плотности мощности (СПМ) фазового шума с взвешиванием. Выборка разности фаз  $\Delta[n]$  разбивается на  $P$  неперекрывающихся сегментов по  $D$  отсчетов в каждом, так что  $DP \leq N$ , где  $N$  – длительность выборки. В каждом сегменте вычитается средняя разность фаз для данного сегмента, затем значения «взвешиваются» в окне Ханна:

$$x^{(p)}[n] = w[n]\Delta[n + pD], \quad (4.37)$$

$$w[n] = 0.5 \left( 1 - \cos \frac{2\pi n}{D} \right) \quad (4.38)$$

Далее вычисляется СПМ для каждого сегмента с помощью БПФ ( $D = 2^k$ ) и усредняется.

$$S_x(f) = 2.5 \cdot 2 \cdot \frac{1}{P} \sum_{p=0}^{P-1} \frac{1}{DT} \left| T \sum_{m=0}^{D-1} x^{(p)}[m] \exp(-j2\pi f m T) \right|^2 \quad (4.39)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
												48



В (4.39) коэффициент 2.5 из-за взвешивания в окне, коэффициент 2 соответствует тому, что вычисляется физическая половина спектра.

СПМ фазы сигнала на некоторой частоте  $f_0$  вычисляется по формуле:

$$S_\varphi(f) = 4\pi^2 f_0^2 S_x(f) \quad (4.40)$$

Перевод в децибелы:

$$S_\varphi^{dBc} = 10 \lg \left( \frac{1}{2} S_\varphi(f) \right) \quad (4.41)$$

СПМ разности фаз  $\Delta[n]$  связана с СПМ относительной разности частот  $y[n] = (\Delta[n+1] - \Delta[n]) / \tau$  соотношением:

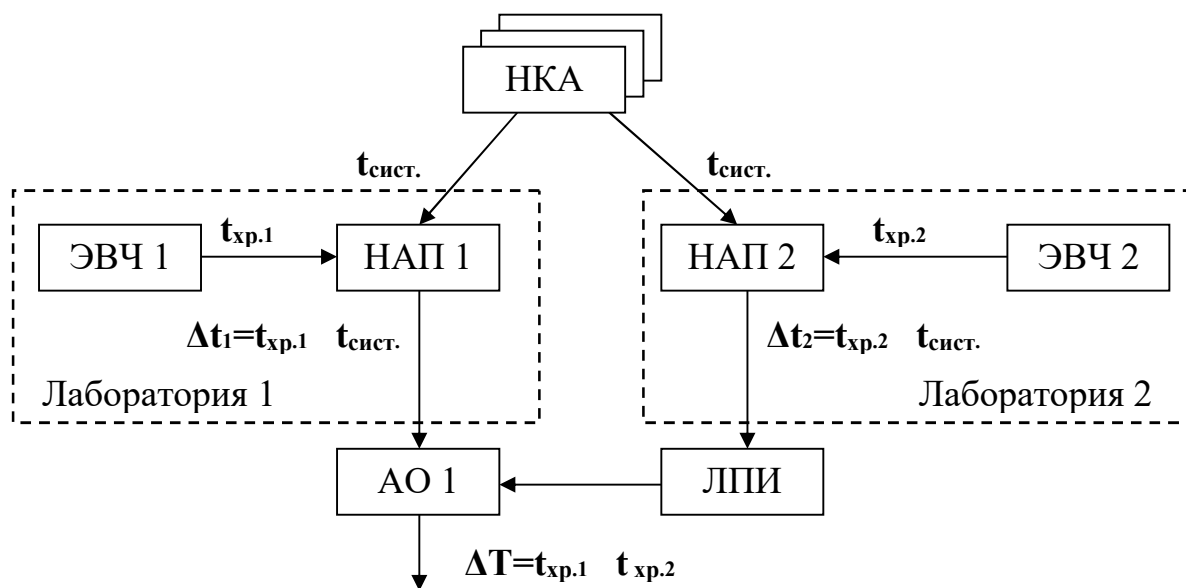
$$S_y(f) = (2\pi f)^2 S_x(f) \quad (4.42)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 5. Обработка результатов внешних сличений шкал времени в формате CGGTTS

Программа Analyser позволяет обрабатывать данные временных измерений приемников сигналов ГНСС (глобальных навигационных спутниковых систем), записанные в формате CGGTTS 01/02.

Программа дает возможность анализировать результаты как автономных, так и взаимных сличений. Под автономными сличениями понимается измерение смещения (разности фаз) между шкалой времени указанной лаборатории и шкалой времени ГНСС (GPS или ГЛОНАСС в зависимости от выбора). При выборе автономных сличений используются результаты измерений одного приемника ГНСС.



**Рисунок 41** – Схема дифференциального сравнения шкал времени эталонов времени и частоты с помощью спутниковых навигационных сигналов (НКА – навигационный космический аппарат, ЭВЧ – эталон времени и частоты, НАП – навигационная аппаратура потребителей (приемник ГНСС), ЛПИ – линия передачи информации, АО – аппаратура обработки)

Взаимные сличения предполагают обработку результатов измерений, проведенных в один и тот же временной промежуток и полученных двумя приемниками ГНСС. Каждый приемник осуществляет измерение временных сдвигов между шкалой локальной лаборатории и шкалами времени, передаваемыми спутниками ГНСС. Если лаборатории находятся на таком расстоянии друг от друга, что в одно и то же время приемники ГНСС этих лабораторий могут принимать сигналы одних и тех же спутников, то возможно взаимное сличение шкал времени лабораторий методом *common view* (CV), т.е. с помощью дифференциальной обработки (см. рис. 41). При дифференциальной обработке исключаются шкалы времени, передаваемые общими для двух лабораторий спутниками, что позволяет достичь высокой точности взаимных

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						50

сличений территориально разнесенных эталонов. Метод CV реализован в данной программе.

Если лаборатории расположены на таком расстоянии, что одновременное наблюдение одних и тех же навигационных космических аппаратов невозможно, то программа позволяет осуществить сличение шкал времени методом AV (All-in-View), который описан в разделе 5.3.

### 5.1. Краткое описание формата CGGTTS 02

Формат CGGTTS был разработан специальной группой по стандартизации передачи времени с помощью ГНСС консультативного комитета по времени и частоте (ССТФ) в 1993 году. Версия формата CGGTTS 02 предполагает запись результатов временных измерений для систем GPS и ГЛОНАСС, версия 01 поддерживает только GPS. Данный формат поддерживается приемниками ГНСС, специализированными для временных измерений. Кроме этого существуют программы конвертации результатов измерений из формата RINEX, поддерживаемого прецизионными навигационными приемниками, в формат CGGTTS с добавлением дополнительной информации.

Интервал между записями результатов измерений шкал времени составляет 16 минут. Осуществляется 52 измерения длительностью 15 секунд каждое, общей длительностью 780 секунд. Для получения результата осуществляется линейная аппроксимация по 52-м успешным измерениям.

Пример файла в формате CGGTTS 02 представлен на рис. 42.

```

1 CGGTTS GPS/GLONASS DATA FORMAT VERSION = 02
2 REV DATE = 1996-10-20
3 RCVR = SRC AOS TTS-3, SN:0026, 2004, HW:80.5, SW:1.129 2011/09/26
4 CH = 20 (dual frequency, GPS+GLONASS)
5 IMS = SRC AOS TTS-3, SN:0026, 2004, HW:80.5, SW:1.129 2011/09/26
6 LAB = SU
7 X = +2845462.99 m (GPS, GLONASS)
8 Y = +2160954.22 m (GPS, GLONASS)
9 Z = +5265990.78 m (GPS, GLONASS)
10 FRAME = ITRF, PZ-90->ITRF Dx = 0.0 m, Dy = 0.0 m, Dz = 2.0 m, ds = 0.0, Rx = 0.0, Ry = 0.0, Rz = -0.000002
11 COMMENTS = EXTFRQ:1, NO COMMENTS
12 INT DLY = -24.40 ns (GPS), -128.20 ns (GLONASS)
13 CAB DLY = 142.80 ns (GPS), 142.80 ns (GLONASS)
14 REF DLY = 219.50 ns
15 REF = UTC(SU)
16 CKSUM = 20
17
18 SAI CL MJD STTIME TRKL ELV AZTH REFSV SRSV REFSYS SRSYS DSG IOE MDTR SMDT MDIO SMDI MSIO SMSI ISG FR HC FRC CK
19      hhmmss s .ldg .ldg .lns .lps/s .lps/s .lps/s .lps/s .lps/s .lps/s .lps/s .lps/s .lps/s .lps/s .lps/s
20 17 FF 56659 001400 780 119 614 553940 24 -84 57 15 90 379 197 130 19 44 -12 25 0 0 L1C D9
21 29 FF 56659 001400 780 157 2342 -5000351 -36 -37 -66 10 78 292 -121 120 -18 146 41 30 0 0 L1C 15
22 24 FF 56659 001400 780 351 1835 208357 7 -28 14 10 49 138 27 80 12 231 -3 23 0 0 L1C 96
23 2 FF 56659 001400 780 425 1426 -4703525 -15 -23 -37 6 79 117 -14 70 -7 -29 -89 14 0 0 L1C EE
    
```

Рисунок 42 – Фрагмент файла в формате CGGTTS 02

Строки 1-16 содержат заголовок.

В строке 1 указана версия формата.

REV DATE – дата редакции заголовка.

RCVR – описание приемника, включая производителя, серийный номер, версию программного обеспечения.

CH – количество каналов приемника.

IMS – серийный номер приемника, версия ПО для ионосферных измерений.

LAB – идентификатор лаборатории.

X, Y, Z – координаты антенны приемника в метрах.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						51

FRAME – идентификатор системы координат, в которой заданы координаты антенны.  
 COMMENTS – комментарий.  
 INT\_DLY – задержка в приемнике, включая задержку в антенне, (нс). Отдельно для GPS и ГЛОНАСС.  
 CAB\_DLY – задержка в антенном кабеле (нс). Отдельно для GPS и ГЛОНАСС.  
 REF\_DLY – задержка в кабеле от опорного источника до приемника.  
 REF – идентификатор опорного сигнала шкалы времени.  
 CHKSUM – контрольная сумма.

Начиная с 18-й строки следует таблица с результатами измерений. Далее приведено описание наиболее важных столбцов таблицы.

SAT(PRN) – номер спутника (1 – 99 для GPS, > 100 для ГЛОНАСС).  
 STTIME – время UTC начала измерения (трека).  
 ELV – угол возвышения спутника в середине трека.  
 REFSV – отклонение лабораторной шкалы времени от бортовой шкалы времени спутника (в ед. 0,1 нс).  
 SRSV – линейный тренд REFSV (0,1 пс/с).  
 REFSYS(REFGPS) – отклонение лабораторной шкалы времени от шкалы времени системы GPS (для спутников GPS) или ГЛОНАСС (для спутников ГЛОНАСС), в ед. 0,1 нс.  
 SRSYS(SRGPS) – тренд при вычислении REFSYS (0,1 пс/с).  
 DSG – СКО относительной линейной аппроксимации при вычислении REFSYS.  
 MDTR – моделируемая тропосферная задержка (в ед. 0,1 нс).  
 MDIO – модельная ионосферная задержка (0,1 нс).  
 MSIO – измеренная ионосферная задержка (0,1 нс).  
 FR – литера частоты ГЛОНАСС.  
 FRC – частотный диапазон и тип кода, используемый при вычислении псевдодальности (L1C/L1P/L2P/L3P).

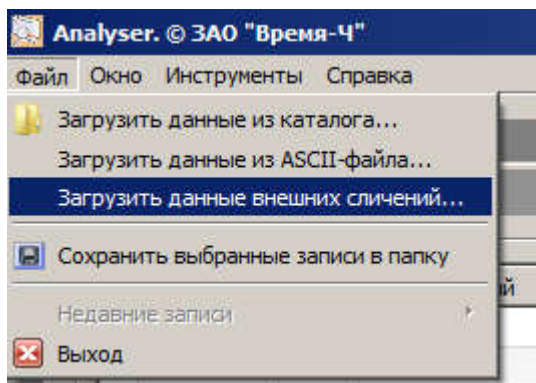
В режиме автономных сличений используются значения REFSYS. В режиме взаимных сличений вычисляется разность REFSYS из двух файлов CGGTTS (при условии совпадения значений параметров SAT, MJD, STTIME, FRC в соответствующих полях обрабатываемых файлов).

## 5.2. Загрузка результатов внешних сличений

Для загрузки данных внешних сличений выберите соответствующий пункт в меню «Файл» главного окна программы (рис. 43).

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

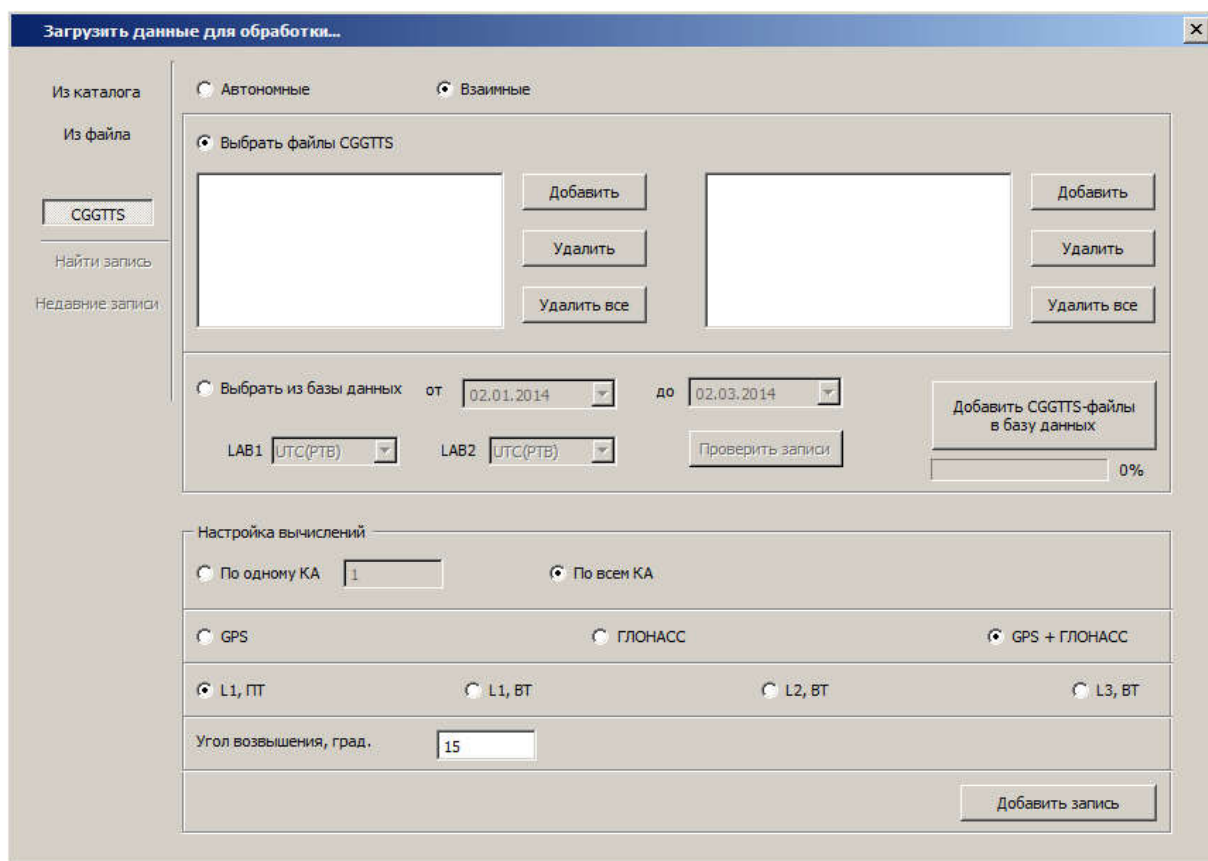
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						52



**Рисунок 43** – Загрузка данных CGGTTS через меню «Файл»

Также можно нажать кнопку «Добавить запись» в окне «Управление записями» (рис. 8) и выбрать пункт CGGTTS.

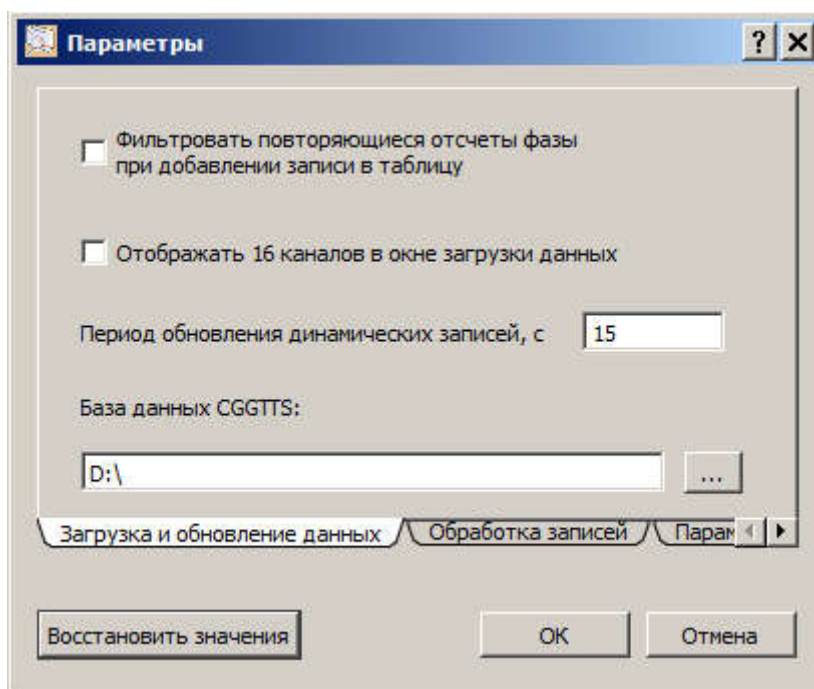
В результате откроется окно, представленное на рис. 44.



**Рисунок 44** – Окно для загрузки данных внешних сличений CGGTTS

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						53



**Рисунок 45** – Окно «Параметры», позволяющее выбрать путь к файлу базы данных cggts.dblite

Данные внешних сличений шкал времени могут быть загружены непосредственно из файлов CGGTTS либо загружены из специальной базы данных. Файл базы данных носит имя cggts.dblite и располагается в каталоге, указанном в окне «Параметры» (см. рис. 45), в которое можно попасть через меню «Инструменты»\«Параметры» главного окна программы.

Обработка результатов измерений, хранящихся в базе данных, осуществляется значительно быстрее в сравнении с обработкой текстовых файлов CGGTTS.

### 5.2.1. Выбор файлов CGGTTS

Для работы с файлами CGGTTS необходимо выбрать пункт «Выбрать файлы CGGTTS» (рис. 44). Если выбран пункт «Автономные», то доступно одно поле для загрузки файлов, полученных от одного приемника. Если выбран пункт «Взаимные», то доступно два поля для загрузки файлов от двух приемников. Для выбора файлов нажмите «Добавить» (одновременно могут быть выделены несколько файлов для загрузки).

### 5.2.2. Выбор результатов измерений из базы данных

Для работы с базой данных выберите пункт «Выбрать из базы данных» (рис. 44). В выпадающих списках LAB1 и LAB2 перечислены лаборатории, для которых в базе данных имеются записи. Необходимо выбрать идентификаторы интересующих лабораторий и указать даты начала и конца анализируемого периода.

При нажатии кнопки «Проверить записи» осуществится проверка наличия записей для выбранных лабораторий в указанный промежуток времени. В результате проверки появится окно с информационным сообщением. Если

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

записи в базе данных покрывают не весь указанный промежуток времени, то даты будут скорректированы автоматически.

Программа позволяет автоматически добавлять в базу данных информацию из файлов в формате CGGTTS 01/02. Для добавления файлов нажмите «Добавить CGGTTS-файлы в базу данных» и выберите один или несколько файлов. Процесс загрузки может занять значительное время.

### 5.2.3. Настройка вычислений

Поле «Настройка вычислений» (рис. 44) позволяет выбрать параметры для обработки данных, полученных из файлов CGGTTS. Настройка вычислений производится непосредственно перед обработкой данных, после того как выбран режим (автономные или взаимные сличения), выбраны файлы CGGTTS или указаны параметры для загрузки из базы данных.

При вычислении сдвига шкал времени могут использоваться данные измерений по всем видимым космическим аппаратам с последующим усреднением (пункт «По всем КА»), либо данные измерений конкретного спутника, номер которого указывается, если выбран пункт «По одному КА».

Предоставляется возможность выбора спутников определенной системы: GPS, ГЛОНАСС или использование и GPS, и ГЛОНАСС.

Для вычислений необходимо указать частотный диапазон (L1 или L2) и тип кода (ПТ или ВТ). L3, ВТ (или L3Р) означает комбинацию измерений псевдодальности в двух частотных диапазонах, которая позволяет значительно ослабить влияние ионосферы.

В поле «Угол возвышения, град.» указывается пороговое значение высоты. Если угол возвышения спутника ниже этого значения, то он не участвует в расчете при сличении шкал времени.

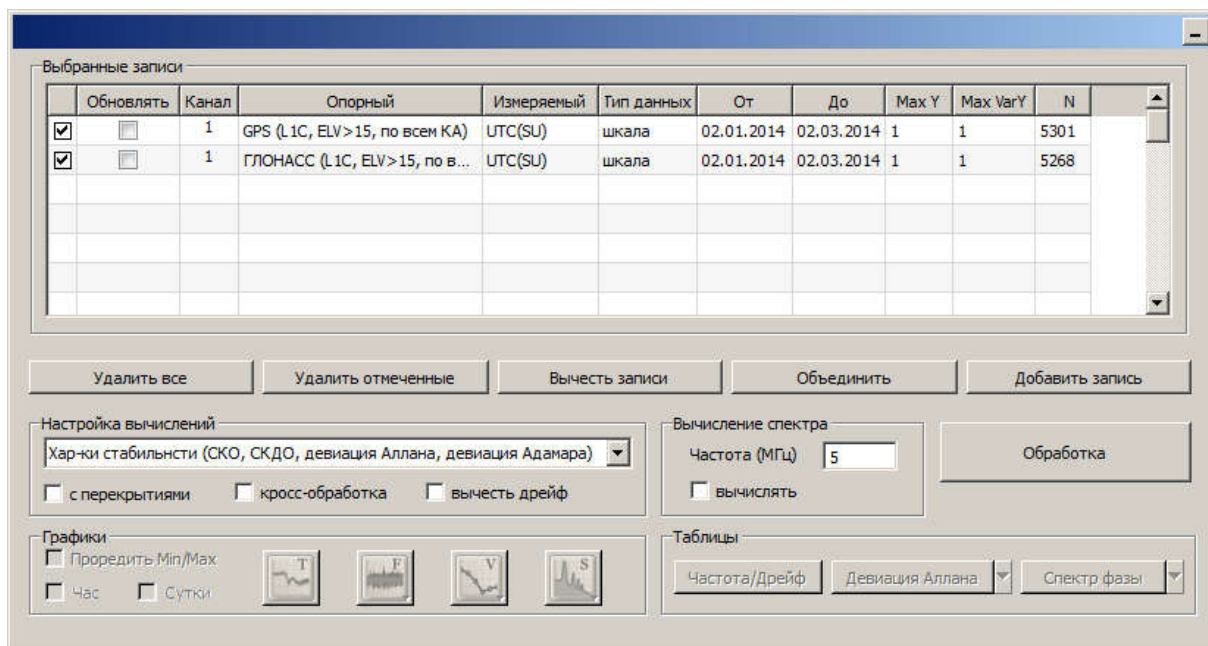
Если указаны параметры для загрузки данных измерений и выбраны требуемые параметры вычислений, следует нажать кнопку «Добавить запись»

### 5.2.4. Обработка результатов вычислений

После того как нажата кнопка «Добавить запись» (рис. 44) производится расчет, в результате которого в таблицу «Выбранные записи» добавляется новая строка, содержащая информацию о записи (см. рис. 46).

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						55



**Рисунок 46** – Окно с таблицей выбранных записей

В таблице указаны следующие параметры:

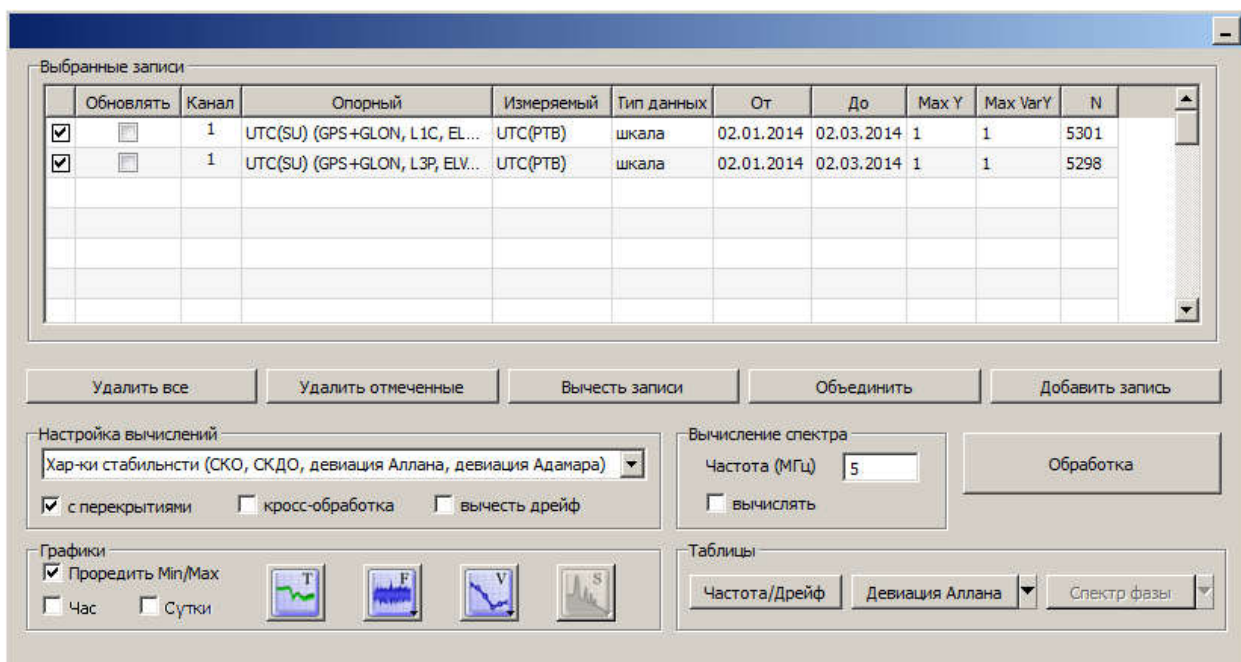
- имя опорной шкалы времени (параметр REF в файле CGGTTS для LAB1 или тип системы при автономных сличениях), а также параметры вычислений, выбранные пользователем;
- имя измеряемой шкалы времени (параметр REF в файле CGGTTS для LAB2 при взаимных сличениях или LAB1 при автономных сличениях);
- тип данных – «шкала»;
- даты начала и конца записи;
- количество отсчетов в записи.

Настройка вычислений статистических функций описана в разделе 3.3.1. Для типа данных «шкала» в данной версии программы недоступна кросс-обработка.

После нажатия кнопки «Обработка» становится доступной нижняя часть окна работы с записями (рис. 47).

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

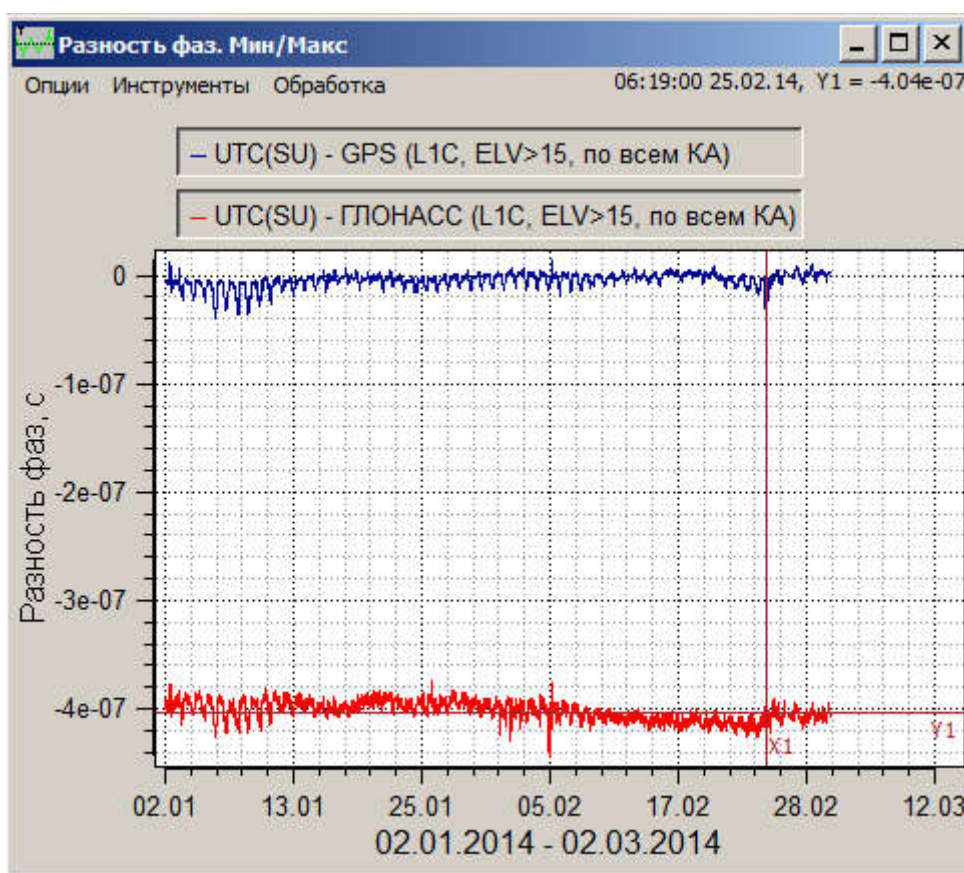




**Рисунок 47** – Окно с доступными кнопками анализа результатов обработки

По умолчанию, на графиках фазы и частоты отображаются данные за одни сутки. Предоставляется возможность с помощью полосы прокрутки просматривать данные посуточно на всем интервале записи.

Для отображения результата сличения шкал времени на одном графике за весь интервал наблюдения необходимо выбрать пункт «Проредить Min/Max».



**Рисунок 48** – Пример графика разности шкал времени на всем интервале наблюдения

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	RU.ЯКУР.00053-01 90 01	Лист
						57

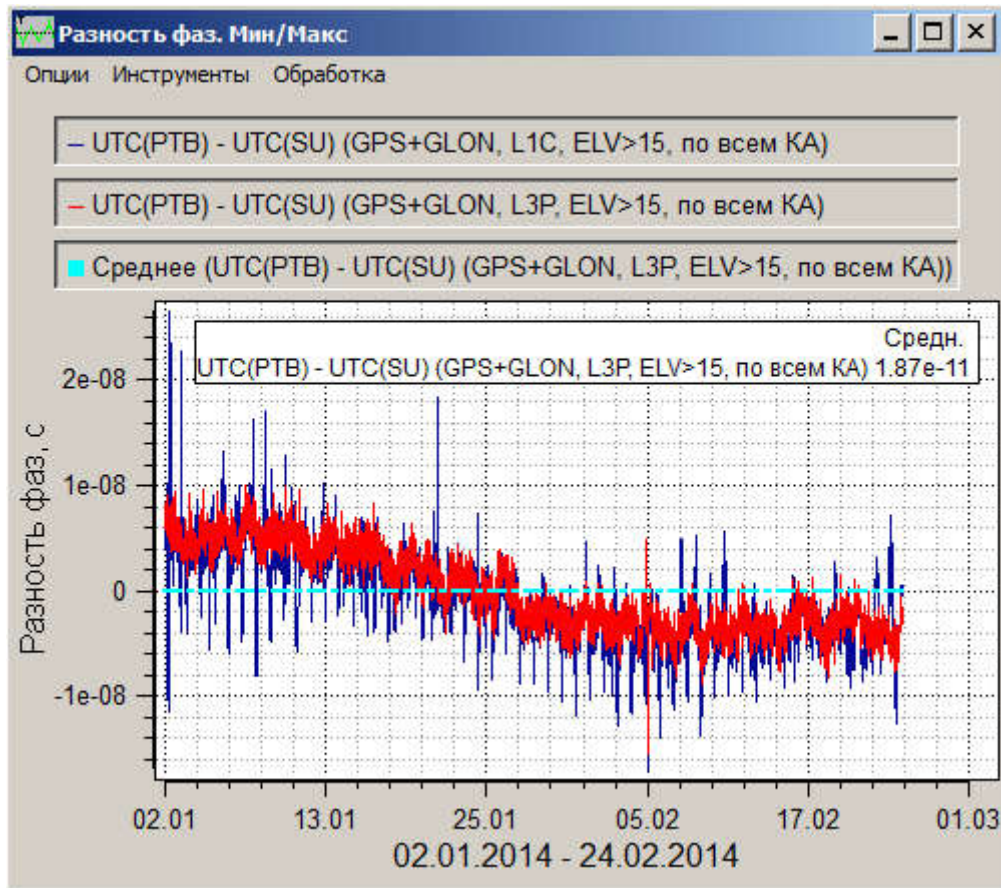


Рисунок 49 – Результат сличения шкал времени UTC(SU) и UTC(PTV)

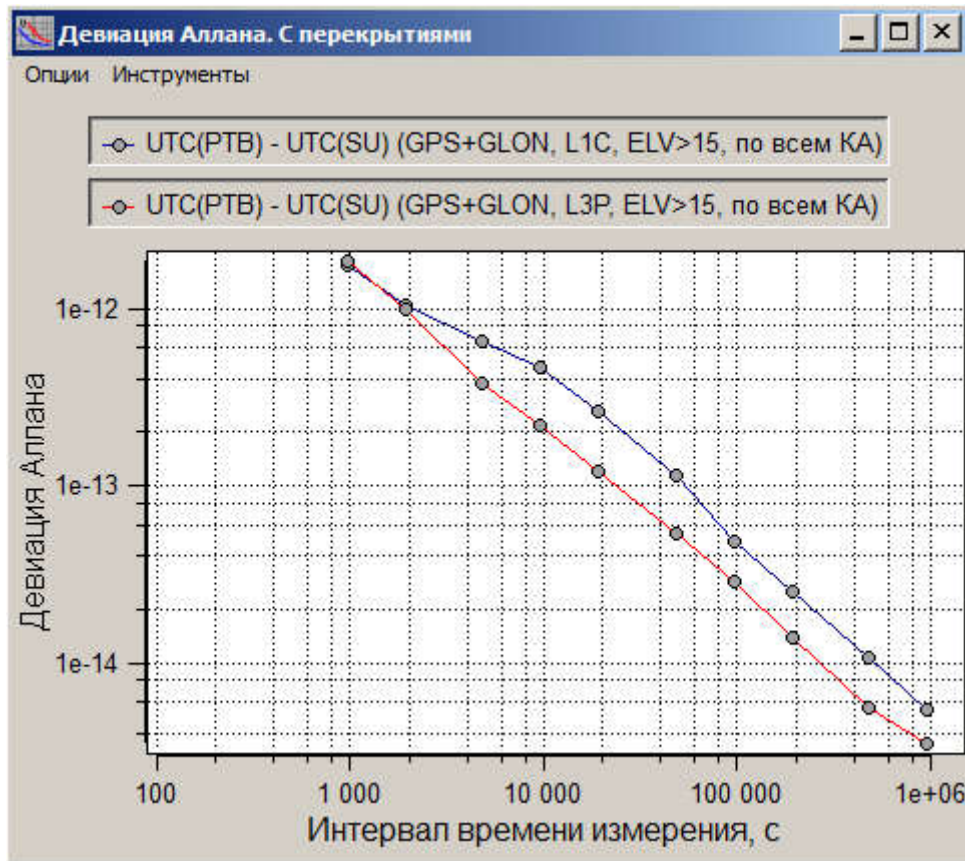


Рисунок 50 – Девияция Аллана разности шкал времени UTC(SU) и UTC(PTV)

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

При работе с графиками для данных типа «шкала» доступны те же возможности, что и для данных типа «фаза», описанные в разделе 3.3.1, а именно:

- использование маркера и масштабирование;
- отображение линий среднего и тренда;
- выделение куска записи в отдельную новую запись.

На рис. 48 представлены графики сдвига шкалы времени UTC(SU) относительно шкал времени GPS и ГЛОНАСС.

На рис. 49 представлены результаты сличения шкал времени UTC(SU) и UTC(PTV) для кодов L1C и L3P. Рис. 50 демонстрирует графики девиации Аллана для этих же измерений.

Таблица «Частота/Дрейф» кроме результатов оценки разности частот и дрейфа разности частот содержит информацию о средней разности фаз и СКО средней разности фаз (рис. 51)

Опции	
	1
Название	[UTC(PTV) - UTC(SU) (GPS+GLON, L1C, ELV>15, по всем КА)]
Разность фаз, нс	-1.10795
СКО разности фаз, нс	4.44697
Разн. частот (лин.)	-2.27e-15
Разн. частот (квадр., середина)	2.28e-15
Разн. частот (квадр., конец)	7.82e-16
Дрейф разн. частот	1.33e-21
Дрейф разн. частот (сут.)	1.15e-16

Рисунок 51 – Таблица с результатами обработки записи

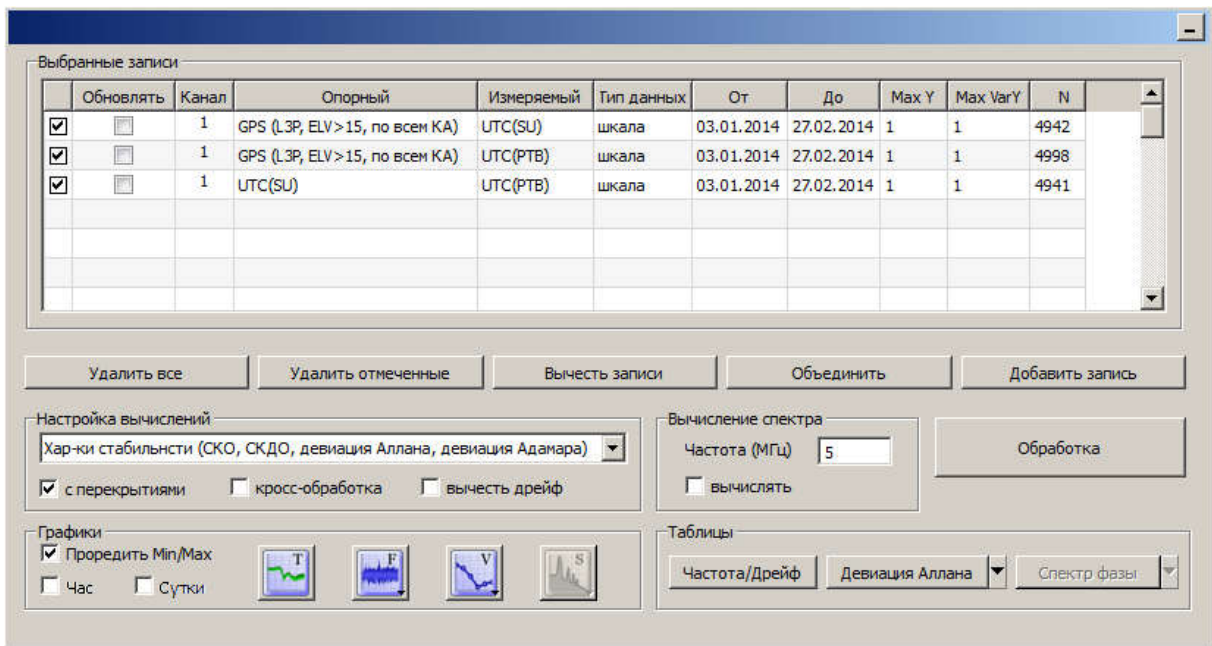
### 5.3. Использование метода All-in-View

Данный метод позволяет сличать шкалы времени лабораторий, находящихся на значительном удалении, при котором невозможно одновременное наблюдение одинаковых навигационных космических аппаратов.

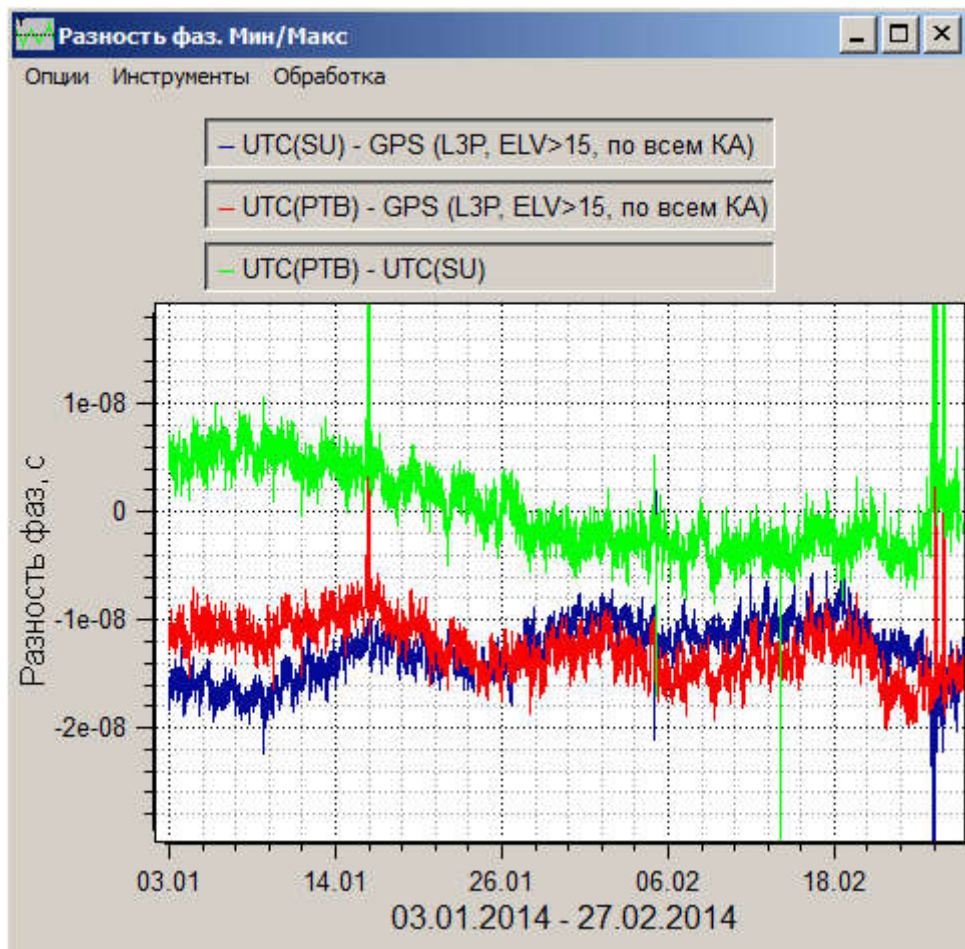
Метод заключается в сличении шкал времени каждой лаборатории со шкалой времени системы и вычитании полученных записей. Необходимо, чтобы при обработке для каждой лаборатории была выбрана одна и та же система (GPS или ГЛОНАСС).

Как описано в разделе 5.2 следует загрузить записи для двух лабораторий в режиме автономных сличений со шкалой времени системы. Затем в окне управления загруженными записями следует нажать «Вычесть записи» для двух выделенных записей в таблице (рис. 52). В результате появится новая запись в таблице, содержащая результат сличения шкал времени двух лабораторий (UTC(PTV) и UTC(SU)). На рис. 53 представлены графики результатов взаимных сличений двух лабораторий и автономных сличений со шкалой GPS.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	



**Рисунок 52** – Использование возможности вычитания записей в программе для реализации метода сличений All-in-View



**Рисунок 53** – Результат автономных сличений двух лабораторий

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

# ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изм.	Номера страниц				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводит. докум. Дата	Под- пись	Дата
	Изменен- ных	Заменен- ных	Новых	Аннули- рованных					

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инв. № подл.			