

# Система контроля изоляции СКИ-3

## Краткое руководство по обработке данных в программе Origin (v.7)

Для обработки данных, получаемых при измерении электрических и электромагнитных сигналов ЧР (модуль МЭК системы СКИ-3, программа – Ski3), удобно использовать программу Origin версии 7 и выше (OriginLab Corporation, <http://www.OriginLab.com>).


Это одна из наиболее мощных программ для графического представления данных, которая удобно импортирует данные из формата «Excel» с помощью стандартных команд «Copy» и «Paste».

### Немного о программе Origin

Программа весьма мощная и, поэтому, достаточно сложная для начинающего. В этом документе мы постарались дать общее направление действий без излишней детализации, для того, чтобы было проще понять идеологию работы с программой. Недостающие подробности часто интуитивно понятны из предложений в диалогах и меню, но, для подробного знакомства следует использовать и Help самой программы.

### Таблицы данных, матрицы, графики и их шаблоны

Для хранения данных Origin использует понятие «таблица» (worksheet) – это двумерная таблица с произвольным числом строк и столбцов. Столбец адресуется по имени (первая строка заголовка) или номеру, строка – по номеру. Столбец может также иметь название (Label, дается во второй строке заголовка, если включена индикация названия), которое, если оно задано, будет показываться вместо имени в легенде на графике. Столбцу также может быть присвоен тип (координата X, Y или Z, метка, ошибка и т.п.) и задан тип данных (числовые, текст и т.п.). Диалог задания параметров столбца открывается при двойном нажатии левой кнопки мыши на заголовке столбца. Часть параметров может быть задана командой «Worksheet» меню «Format».

Для удобства использования таблиц для исходных данных одного типа, можно заранее построить таблицу с нужным числом столбцов (число строк устанавливается автоматически в соответствии с данными), задать их имена и названия, и записать это как шаблон (template) таблицы данных (расширение файла - .otw - origin template of worksheet) командой «Save Template As» меню «File». После этого его можно вставлять в проект командой тулбара . При работе достаточно будет заполнить только данные таблицы, т.к. все имена и число столбцов уже будут заданы, а число строк будет определено автоматически при загрузке данных. Данные можно загрузить как из clipboard, так и из текстовых файлов.

Аналогичным, но несколько иначе используемым объектом, является матрица (matrix). Она также может быть задана в виде шаблона (расширение файла - .otm - origin template of matrix), но это практически не нужно.

Точно так же можно поступать и с любыми графиками (plot + layer-окружение графика, т.е. оси координат, надписи и т.п.). Сначала рисуется график (т.е. определяется его тип и все параметры), затем он записывается как шаблон графика (расширение файла - .otp - origin template of plot) и вставляется в шаблон проекта. После этого нужно лишь указать, из какой таблицы брать данные. Все остальное может быть сделано автоматически.

### Задание параметров графика

В двумерных графиках, для задания таких параметров как диапазон данных, числа и шаг делений по осям, параметров сетки, ширины линий и фонтов, нужно дважды кликнуть левой кнопкой мыши на любую ось координат. Для изменения цвета и ширины линии, символа и т.п. можно дважды кликнуть мышью на линию или точку графика. При этом запускаются соответствующие диалоги.

Для задания источника данных графика нужно дважды кликнуть левой кнопкой мыши на один из квадратов (каждый из них соответствует одному из layers, отображаемых на нем) в верхнем левом углу графика или, кликнув правой кнопкой мыши в графике, выбрать «Layer Contents» из всплывающего меню.

В тоновых диаграммах, для задания цвета, параметров контурных линий, диапазона по оси Z нужно дважды кликнуть левой кнопкой мыши в зону графика (не попадая на линии сетки).

Для задания некоторых параметров графиков (цвета и ширины линии, символа и т.п.) можно также нажать правую кнопку мыши в зоне графика и в появляющемся при этом плавающем меню выбрать нужное («Layer Contents» - выбор данных, которые отображаются на этом графике или «Plot Details» - параметры отображения данных).

Часть этих параметров может быть задана из меню «Format»-> «Plot», «Layer» и «Page».

### **Пропускаемые точки на графиках**

Следует обратить внимание на то, что программа может автоматически сокращать число показываемых на графике точек данных, если их число превышает заданное значение. Этот параметр может быть задан (отдельно для таблиц и для матриц) для каждого графика отдельно (Layer->Size/Speed).


### **Формат страницы**



Подогнать размер графика к размеру страницы и выровнять графики при выводе нескольких графиков на одной странице, можно командой «Add & Arrange Layers» меню «Edit».

### **Вывод результатов**

Полученные графики можно выводить в файлы различных типов. Если вы будете использовать эти данные только на своем компьютере, можно выводить их в формате emf, если графики будут переноситься, то лучше использовать jpg, gif или eps. Вывод графиков производится командой «Export Page» меню «File».

### **Окна графиков и данных**

Окна графиков и данных в проекте могут находиться в трех состояниях – открыты, минимизированы и скрыты. Управление состоянием окон производится из меню «Window» или из «Project Explorer»  в тулбаре.

Кроме этих окон в проекте есть дополнительные окна – окно результатов «Results Log» и окно скриптов «Scripts Window». Они могут быть открыты и закрыты соответствующими кнопками тулбара  и .

## **Общая последовательность действий при работе с программой.**

1. Открыть нужный файл данных (\*.sci) программой Ski3.exe.
2. Записать данные в формате «Excel Book».
3. Открыть полученный файл программой «Excel».
4. В программе «Origin» открыть нужный шаблон (template) проекта. В нем уже присутствуют готовые шаблоны данных (сигналов ЧР, синхроданных, данных градуировки) и шаблоны графиков (синхроданных, тоновой и трехмерной диаграмм для представления амплитудно-фазовых распределений сигналов ЧР). Записать проект под нужным именем.
5. Пользуясь командами «Copy» и «Paste» перенести в «шаблон данных ЧР» данные выбранных каналов ЧР, в «шаблон синхроданных» - данные синхроканалов и в «шаблон градуировок» данные градуировки. После этого полезно скорректировать имена данных.
6. Для графического представления синхроданных достаточно просто указать название их таблицы (worksheet) в шаблоне графика синхроданных.
7. Для графического представления данных ЧР в виде тоновой или трехмерной амплитудно-фазовых диаграмм, их необходимо сначала преобразовать в матричную форму (дублирование данных, удаление столбца, преобразование в матрицу, транспонирование матрицы, задание размеров матрицы по осям). Все действия п/п 6-9 могут производиться автоматически путем запуска Scripts или нажатием специальной кнопки, но это не всегда удобно.
8. Для представления данных в двух вариантах диаграмм (тоновой и трехмерной) полезно продублировать полученную матрицу, уменьшив число точек по горизонтали в одной из них (для трехмерного варианта диаграммы).
9. В шаблонах тоновой и трехмерной диаграмм указать названия соответствующих матриц и градуировку.
10. После этого остается только немного «причесать» полученные графики, сделать подписи к ним и выделить интересующие зоны.
11. При необходимости дополнительной обработки данных, это можно делать, используя заранее подготовленные, или тут же написанные скрипты (Scripts). Они пишутся на простом и удобном Си-подобном языке (LabTalk) и могут компилироваться для ускорения их выполнения. Они полезны при вычитании фона, компенсации нулевых линий синхросигналов, определения фазовых сдвигов и т.п.

## Обработка данных

Программа обеспечивает широкий выбор стандартных методов обработки данных (меню «Tools» и «Analysis»). При желании можно сделать и любую нестандартную обработку данных, написав скрипт (script). Для этого открывается окно Script Window (меню Window) и в нем, на языке LabTalk, пишется текст программы. Затем та часть текста, которую нужно выполнить выделяется курсором и нажимается Enter.

Текст скрипта выполняется примерно так же, как и в языке Basic, т.е. он транслируется непосредственно при выполнении. Для ускорения выполнения скриптов существует и возможность их предварительной компиляции.

В скриптах можно использовать сокращенное обозначение данных или полное. При использовании сокращенного обозначения будут использоваться данные из таблицы, которая была активной (окно таблицы было выбрано), перед выполнением скрипта. Перед запуском таких скриптов, следует убедиться, что нужное окно было выбрано.

Пример скрипта, который выбирает смещение нулевой линии в данных синхроканала, записанных во втором столбце таблицы данных текущего окна данных с 249 строками данных.

```
//Определение среднего значения
```

```
s=0;  
for(i=1;i<=249;i+=1){  
s = s +cell(i,2);  
};  
s = s/249;
```

```
// Вычитание среднего значения
```

```
for(i=1;i<=249;i+=1){  
cell(i,2) = cell(i,2) - s;  
};
```

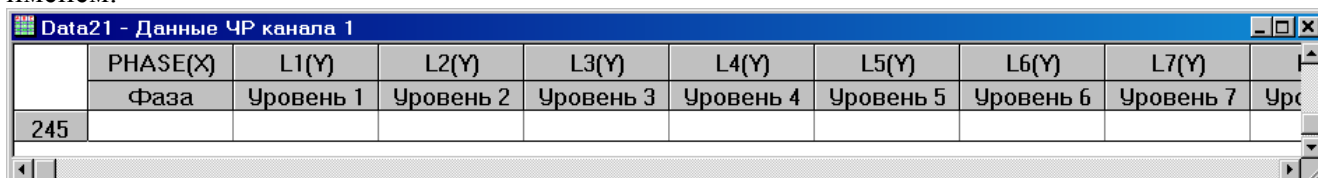
Оператор cell(NumRow, NumColumn) дает доступ к данным в соответствующей ячейке таблицы. При работе с этим оператором не следует использовать операторы типа cell() += 3 и т.п. Лучше писать cell() = cell() + 3.

Приведенный скрипт использует сокращенное обозначение данных (в нем не указано имя таблицы данных), поэтому перед его запуском следует выбрать нужное окно с таблицей данных. Для полного обозначения данных, вместо cell(NumRow,NumColumn) следует использовать WorksheetName!cell(NumRow,NumColumn), где WorksheetName – имя таблицы данных, а «!» – разделитель имени таблицы и имени ячейки. При полном обозначении данных скрипт может работать с любыми имеющимися в проекте окнами данных.

## Используемые шаблоны данных

### Шаблон данных сигналов ЧР

Окно шаблона таблицы данных одного канала регистрации сигналов ЧР (файл ЧрWksTemplate.otw) приведено на рисунке. Первый столбец – координата фазы, остальные столбцы – интенсивности сигналов ЧР с соответствующими уровнями срабатывания компаратора (L1-L16). Цифры в именах столбцов соответствуют номеру уровня сканирования. Этот шаблон сделан для 16 уровней сканирования в канале. Он легко может быть переделан для любого числа уровней сканирования и записан отдельно с соответствующим именем.



	PHASE(X)	L1(Y)	L2(Y)	L3(Y)	L4(Y)	L5(Y)	L6(Y)	L7(Y)	
	Фаза	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 4	Уровень 5	Уровень 6	Уровень 7	Урс
245									

Имя таблицы (оно же и имя окна таблицы) – «Data21» может быть присвоено программой автоматически («Data+текущий номер таблицы»). Его можно изменить командой «Rename» меню «Window». Вторая часть имени таблицы - «Данные ЧР канала 1» - это название (label) таблицы, оно может быть изменено той же командой. Рекомендуется изменить название, добавив истинное имя канала ЧР при вводе данных канала в это окно. Имя таблицы также рекомендуется установить в соответствии с датой и временем получения данного файла или именем объекта. Не рекомендуется делать имя таблицы длиннее 8 символов и использовать в нем русские буквы. Число и тип символов в названии не ограничены. Все сказанное относится также к именам и названиям графиков и матриц (их окон).

### Шаблон данных синхросигналов

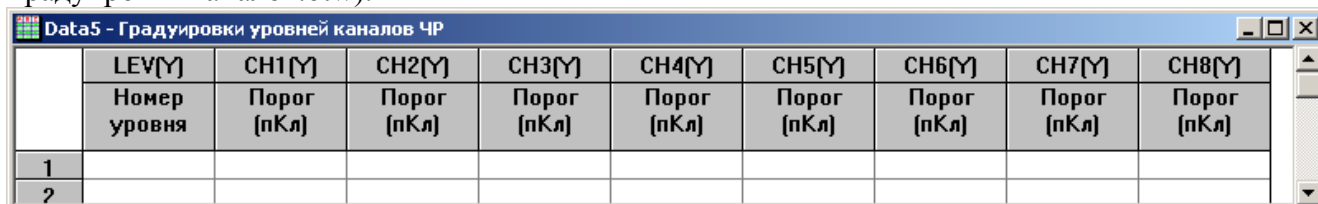
Окно шаблона таблицы данных 8 каналов синхронизации (файл СинхроWksTemplate.otw) приведено на рисунке. Первый столбец – координата фазы, остальные столбцы – напряжения соответствующих синхросигналов в вольтах. Кроме названия, все столбцы имеют метку, которая соответствует названию синхросигнала. С именем и меткой окна рекомендуется поступать так же, как рекомендовано для шаблона данных ЧР.



	A(X)	CH1(Y)	CH2(Y)	CH3(Y)	CH4(Y)	CH5(Y)	CH6(Y)	EXT(Y)	BASE(Y)
	Фаза (град.)	Синхро канала 1	Синхро канала 2	Синхро канала 3	Синхро канала 4	Синхро канала 5	Синхро канала 6	Внешнее синхро	Базовое синхро
1									
2									
3									

### Шаблон данных градуировки

Окно шаблона таблицы градуировок каналов регистрации ЧР приведено на рисунке (файл ГрадуировкиКаналов.otw).

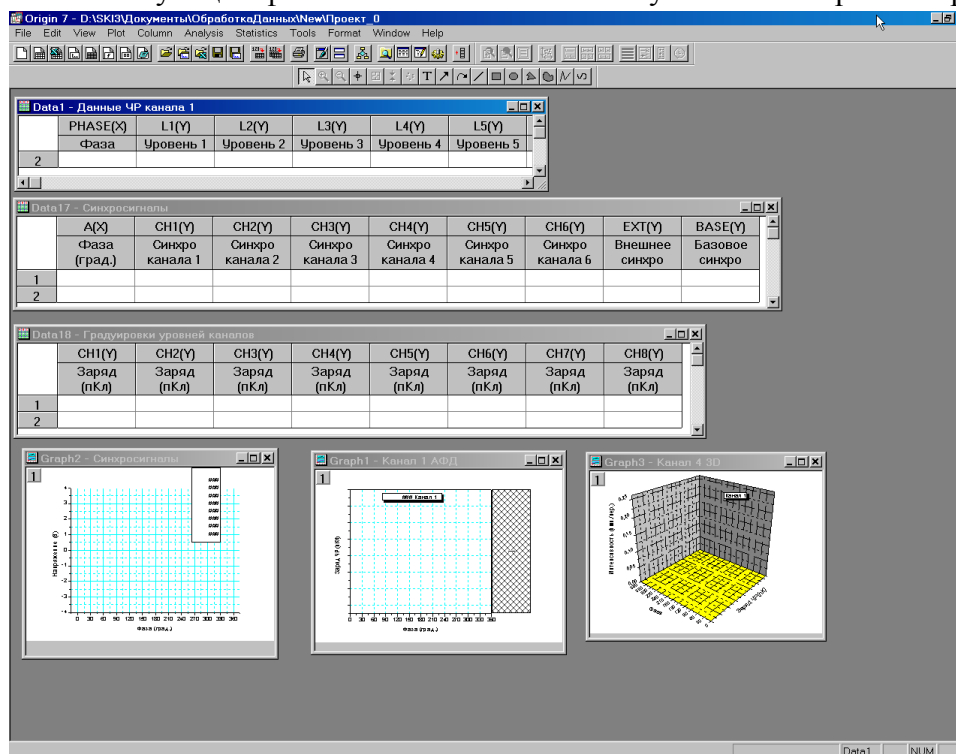


	LEV(Y)	CH1(Y)	CH2(Y)	CH3(Y)	CH4(Y)	CH5(Y)	CH6(Y)	CH7(Y)	CH8(Y)
	Номер уровня	Порог (пКл)	Порог (пКл)	Порог (пКл)	Порог (пКл)	Порог (пКл)	Порог (пКл)	Порог (пКл)	Порог (пКл)
1									
2									

Первый столбец – номер уровня, остальные – соответствующие пороги срабатывания компараторов каналов регистрации ЧР МЭК выраженные в единицах кажущегося заряда сигналов ЧР (пКл).

## Построение графиков по полученным данным

Проще всего использовать заранее подготовленный пустой макетный проект (SKI\_ProjectTemplate.OPJ). Для обработки данных следует открыть его и, сразу же, записать его под другим именем (в данном случае «Проект\_0») командой «Save Project As» меню «File», чтобы не испортить макетный проект. Внешний вид получившегося макета показан на рисунке. В него уже вставлены шаблон данных сигналов ЧР (файл ЧрWksTemplate.OTW), шаблон данных синхросигналов (файл СинхроWksTemplate.OTW), шаблон данных градуировки (файл ГрадуировкиКаналов.otw), шаблоны тоновой и трехмерной амплитудно-фазовых диаграмм (АФД) (файлы АФДGraphTemplate.OTP и 3DGraphTemplate.OTP соответственно) и шаблон графиков синхросигналов (файл СинхроGraphTemplate.OTP). Эти шаблоны можно вставлять из соответствующих файлов шаблонов. Окно получившегося проекта приведено на рисунке.



Для работы с данными следует использовать файлы в формате «Excel» записанные программой SKI3. Перед началом работы нужно открыть нужный файл в программе «Excel». Для примера мы будем использовать файл DT040414\_TM192411.xls, в котором записаны данные измерения ЧР на ОПН 500 кВ при типовых испытаниях.

### Построение графиков сигналов ЧР

Сначала нужно заполнить данными шаблоны. Для этого в программе «Excel» нужно встать на страницу данных нужного канала ЧР. На этой странице следует выделить все данные ЧР, начиная со столбца фаз, т.е. начиная с ячейки A6 по ячейку Q254 (файл DT040414\_TM192411.xls, страница «Канал 1»). Это делается нажатием левой кнопки мыши сначала на ячейке A6 и, затем, при нажатой клавише «Shift», на ячейке Q254. Содержимое выделенных ячеек копируется в Clipboard сочетанием клавиш «Ctrl+C» или командой «Copy» (копировать) меню «Edit»(правка). Число строк (временных точек) которые нужно выбрать видно из данных в ячейках, недостижимые временные точки содержат -1, а в ячейках, содержащих информацию, записаны числа большие или равные нулю.

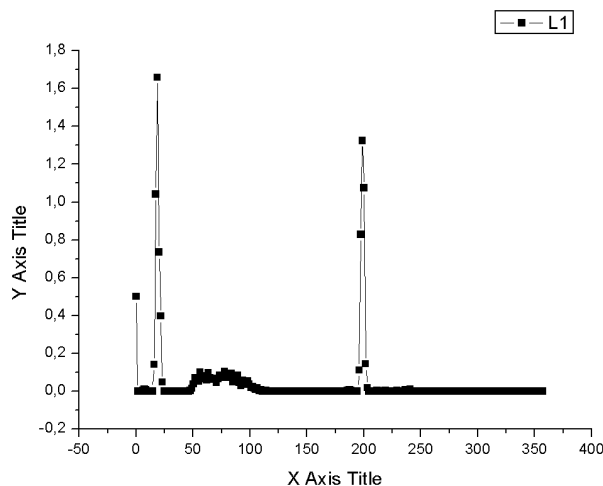
После этого следует перейти в «Origin» и в окне таблицы данных ЧР выделить все 17 столбцов. Это делается нажатием левой кнопки мыши на заголовке первого столбца и, затем нажатием левой кнопки мыши при нажатой клавише «Shift» на заголовке последнего столбца. После того, как все нужные столбцы выделены, следует переписать в них информацию из

«Clipboard» сочетанием клавиш «Ctrl+V» или командой «Paste» меню «Edit». Таблица данных заполнится автоматически.

**Внимание! При этой операции следует контролировать одинаковость числа скопированных и числа восстановленных столбцов.**

То же самое нужно проделать и с данными других каналов (если они нужны), вставляя отдельные макеты данных сигналов ЧР (ЧрWksTemplate.OTW) для каждого канала. Мы этого делать не будем.

После заполнения таблицы вы можете вывести один или несколько графиков зависимости интенсивности сигналов ЧР, превышающих выбранный уровень от времени. Для этого достаточно выбрать нужный (можно несколько) столбец таблицы и выбрать тип графика в меню «Plot», например «Line+Symbol». При выборе столбца уровня 1 вы получите следующий результат. Поскольку мы не использовали шаблон графика, то подписи по осям необходимо отредактировать. При выборе нескольких столбцов, они будут выведены на одном графике. Обычно такие графики не нужны.



Для определения порога, соответствующего каждому уровню, следует заполнить шаблон данных градуировки. Это делается следующим образом. На том же листе «Excel» («Канал 1») выбирается и копируется строка заголовков столбцов данных, в которой указаны величины порогов срабатывания для уровней (в данном случае, это ячейки от В3 до Q3). В окне данных шаблона градуировок (Origin) выбирается столбец, соответствующий данному каналу (в нашем случае это столбец канала 1 – «СН1»), и в него восстанавливается скопированная информация. Получившаяся таблица с одним заполненным столбцом показана на рисунке. В ней указаны пороги срабатывания (в пКл) соответствующие каждому уровню сканирования данного канала. В данном случае, выбранный уровень 1 имеет порог срабатывания 4.5 пКл. То же самое, при необходимости, следует сделать для всех используемых каналов регистрации ЧР.

СН1(Y)	Ст
Заряд (пКл)	За (п)
1	4,5
2	9,1
3	13,6
4	18,2
5	22,7
6	27,3
7	31,8
8	36,4
9	40,9
10	45,5
11	50,0
12	54,5
13	59,1
14	63,6
15	68,2
16	72,7
17	
18	

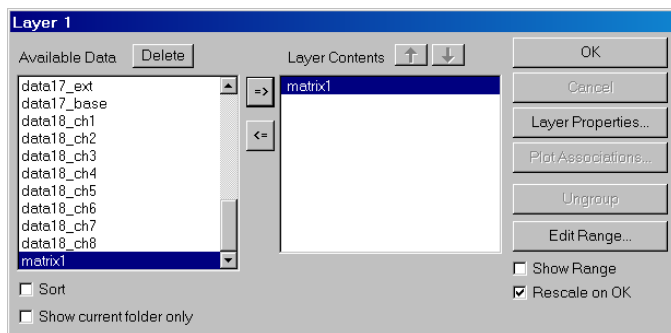
Для получения тоновой и трехмерной АФД требуется еще одна операция – необходимо преобразовать таблицу данных сигналов ЧР в матрицу. Это делается следующим образом. Окно данных дублируется командой тулбара («Duplicate») или командой «Duplicate» меню «Window». В полученном окне выбирается и удаляется первый столбец (фазовые координаты) командой «Delete» меню «Edit». Затем командой «Convert to matrix»->«Direct» меню «Edit» производится преобразование. После этого сдублированное окно данных можно удалить.

	1	2
1	0,5	0
2	0,46084	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0

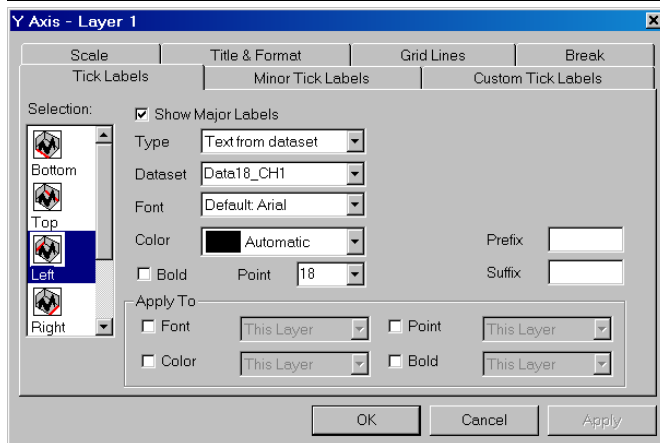
Полученную матрицу («Matrix1») нужно транспонировать командой «Transpose» меню «Matrix». После этого следует задать начальные и конечные координаты матрицы командой «Set Dimensions» меню «Matrix». В появившемся окне следует задать координаты X от 0 до фазы последней временной точки (в нашем случае до 357 градусов – фаза последней временной точки в данных сигналов ЧР), а координату Y от 0 до 15 (число уровней).



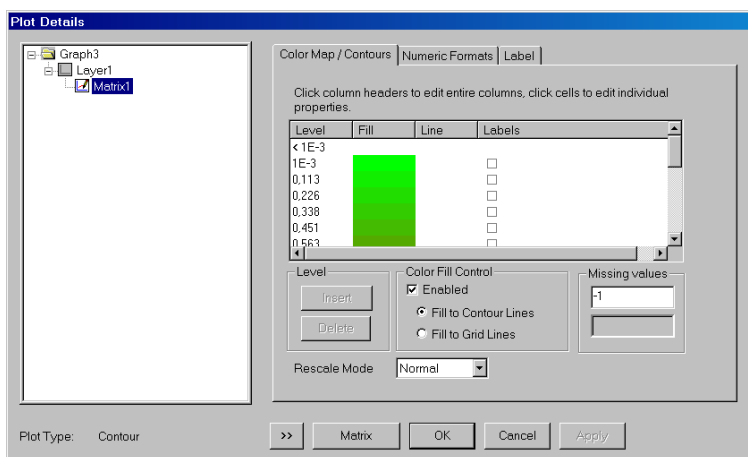
После этого можно построить тоновую и трехмерную диаграммы. Для этого, в соответствующем шаблоне следует дважды кликнуть левой кнопкой мыши на квадратик в левом верхнем углу графика (Layer contents). Откроется окно диалога выбора данных для графика. В нем нужно выбрать подготовленную матрицу (в нашем случае «Matrix1»). Лучше установить CheckBox «Rescale on OK».



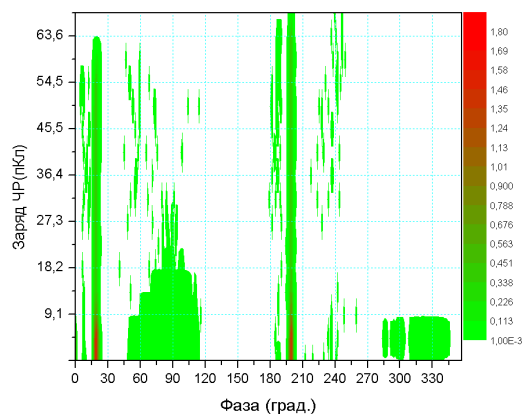
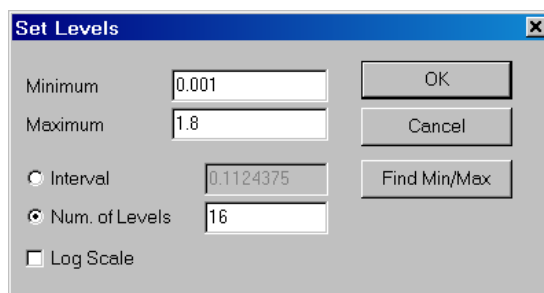
В получившихся графиках следует скорректировать подписи по оси зарядов. Для этого нужно дважды кликнуть на ось координат заряда ЧР. В открывшемся диалоге (раздел «Tick Labels») нужно указать Type= «Text from Datasheet», Dataset = «Имя окна градуировки\_Имя столбца данных» (в данном случае Data18\_CH1). После этого на оси зарядов появятся подписи, соответствующие порогам уровней. Это следует сделать и для тоновой и для трехмерной диаграмм.



Параметры тоновой диаграммы следует откорректировать для наглядности показа. Это, в основном, сводится к заданию начала шкалы, числа уровней цвета, заданию уровней пропущенных точек данных, и, если необходимо, включению и выключению градиентных линий.



Для задания этих параметров следует дважды кликнуть левой кнопкой мыши на график вне сетки и задать эти параметры в появившемся окне диалога «Plot Details». Сначала следует задать величины и число уровней, кликнув на заголовок «Level». При этом появится окно диалога «Set Levels». Для того, чтобы фон окна был белым следует задать минимальный уровень немного выше нуля (например 0.001). Обычно число уровней цвета задается равным 8 (для печати) или 16 для просмотра на дисплее. Иногда полезно скорректировать также верхнюю границу шкалы (она изначально определяется автоматически). Уровень пропущенных данных («Missing values» диалога «Plot Details») следует задать меньше нуля (например «-1»). После этого вы получите приемлемую тоновую диаграмму, показанную на рисунке (Graph1).

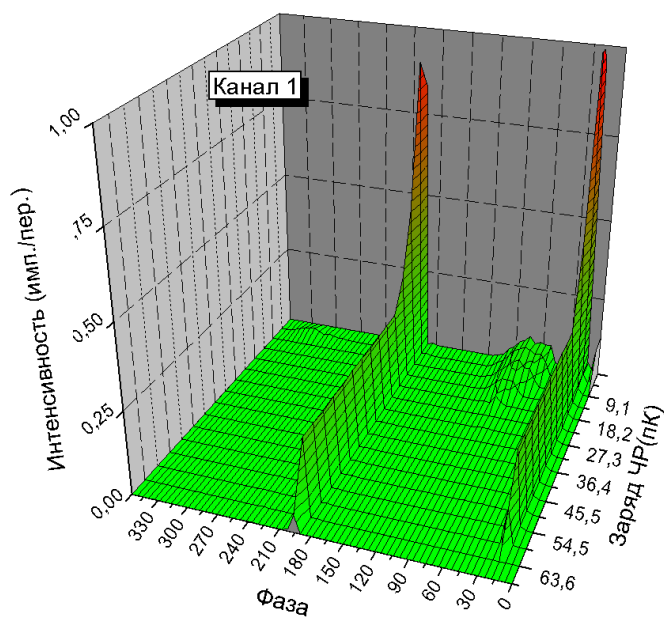
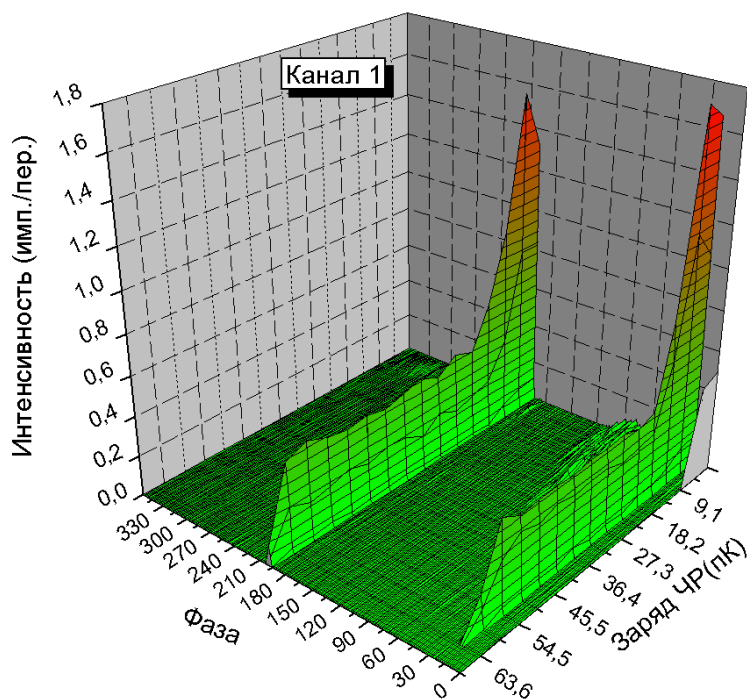




Автоматически созданная трехмерная диаграмма в коррекции практически не нуждается (см. рисунок) (Graph3). Можно изменить границы шкалы и повернуть или наклонить график. Но слишком большое число линий ухудшает ее разборчивость, поэтому лучше уменьшить их число.

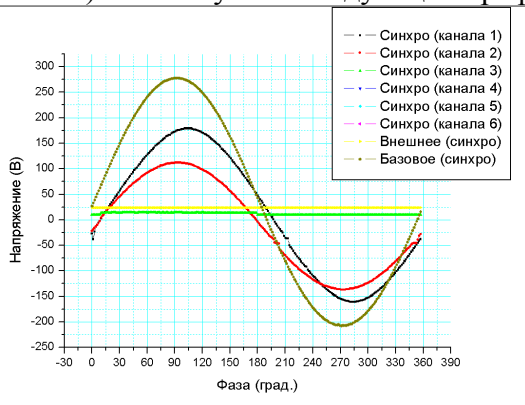
«Правильно» это делается следующим образом. Дублируется полученная матрица (новая матрица – «Matrix2») и производится уменьшения числа ее столбцов командой «Shrink» меню «Matrix» с параметрами Columns=4 (из 4-х столбцов делается один), Rows=1. После этого трехмерная диаграмма переключается на данные «Matrix2». Полученный график имеет четверо меньше линий и более нагляден. Эту процедуру можно было бы сделать проще, но тогда возникнут проблемы при выводе на печать. Полученная диаграмма показана на рисунке (Graph4 в окне получившегося проекта). Полезно убедиться, что пропуск точек на графике выключен (Layer->Size/Speed).

Вот, собственно, и все. Осталось сделать нужные подписи (кнопка тулбара графика **T**), выровнять их так, чтобы все было видно и т.п.



## Построение графиков синхросигналов

Сначала следует заполнить шаблоны данными примерно так же, как и в предыдущем случае. В окне «Excel» следует открыть страницу «Синхросигналы», выделить нужные столбцы, включая столбец фазы (в данном случае ячейки с A3 по I251), скопировать и перенести их в окно шаблона синхроданных. После этого, на шаблоне графика синхросигналов, указать источник данных (в данном случае – от Data17\_ch1 по Data17\_ch6, Data17\_ext и Data17\_base с использованием кнопки «Group» для автоматического выбора цвета и типа линии). Вы получите следующий график (Graph2). В нем можно настроить тип, толщину и цвет

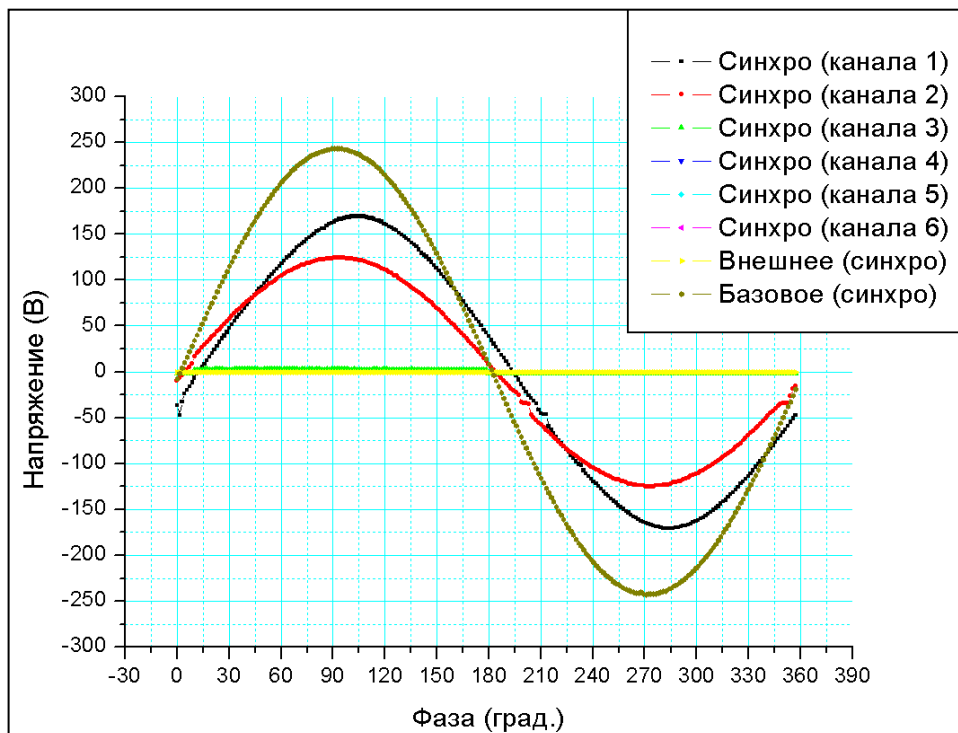


линий, тип символа и т.п.

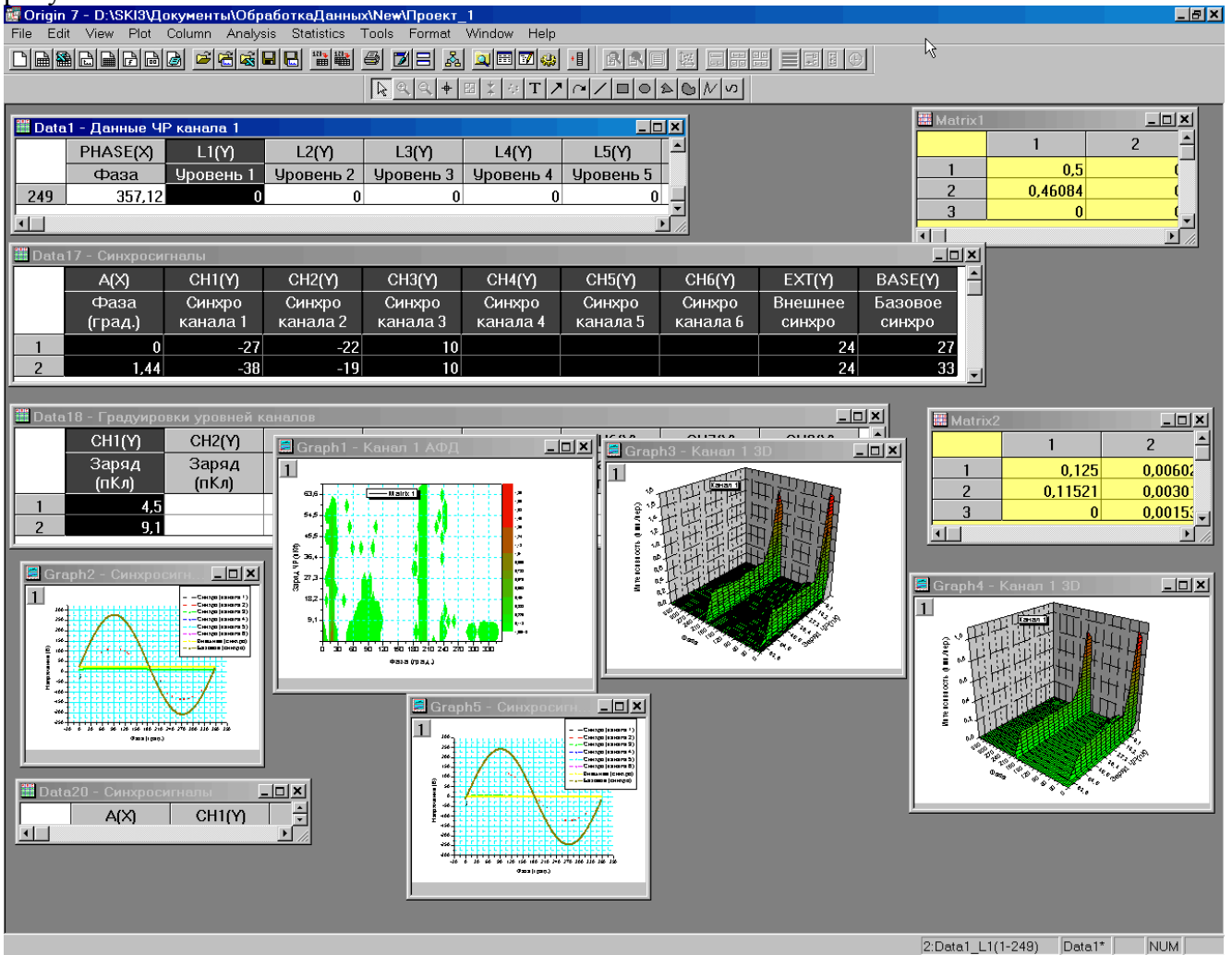
Для удобства сравнения фаз сигналов полезно скомпенсировать постоянные смещения. Это делается запуском вышеописанного скрипта с перебором колонок. Для предотвращения потери информации при ошибках в скрипте лучше, пока скрипт не отработан, сдублировать данные и работать с копией (Data20 в окне получившегося проекта). Текст скрипта, убирающего смещение сразу во всех каналах, приведен ниже. Он заносится в окно «Script Window», и выделяется курсором. Скрипт выполняется нажатием

```
//Компенсация смещений
for(j=2;j<=9;j+=1){ //Перебор столбцов
s=0;
for(i=1;i<=249;i+=1){ //Вычисление среднего
s = s +cell(i,j);
};
s = s/249;
type "s=$(s)"; //Печать полученного среднего
for(i=1;i<=249;i+=1){ //Вычитание среднего
cell (i,j) = cell(i,j) - s;
};
};
```


кнопки «Enter». Перед его выполнением следует выбрать нужное окно данных. После этого вы получите следующий график (Graph5). В нем четко видно, что синхросигнал в первом канале (ток ОПН – черный график) заметно запаздывает по фазе относительно напряжения на объекте (канал 2 – емкостной делитель напряжения – красный график). Это связано с током утечки ОПН.

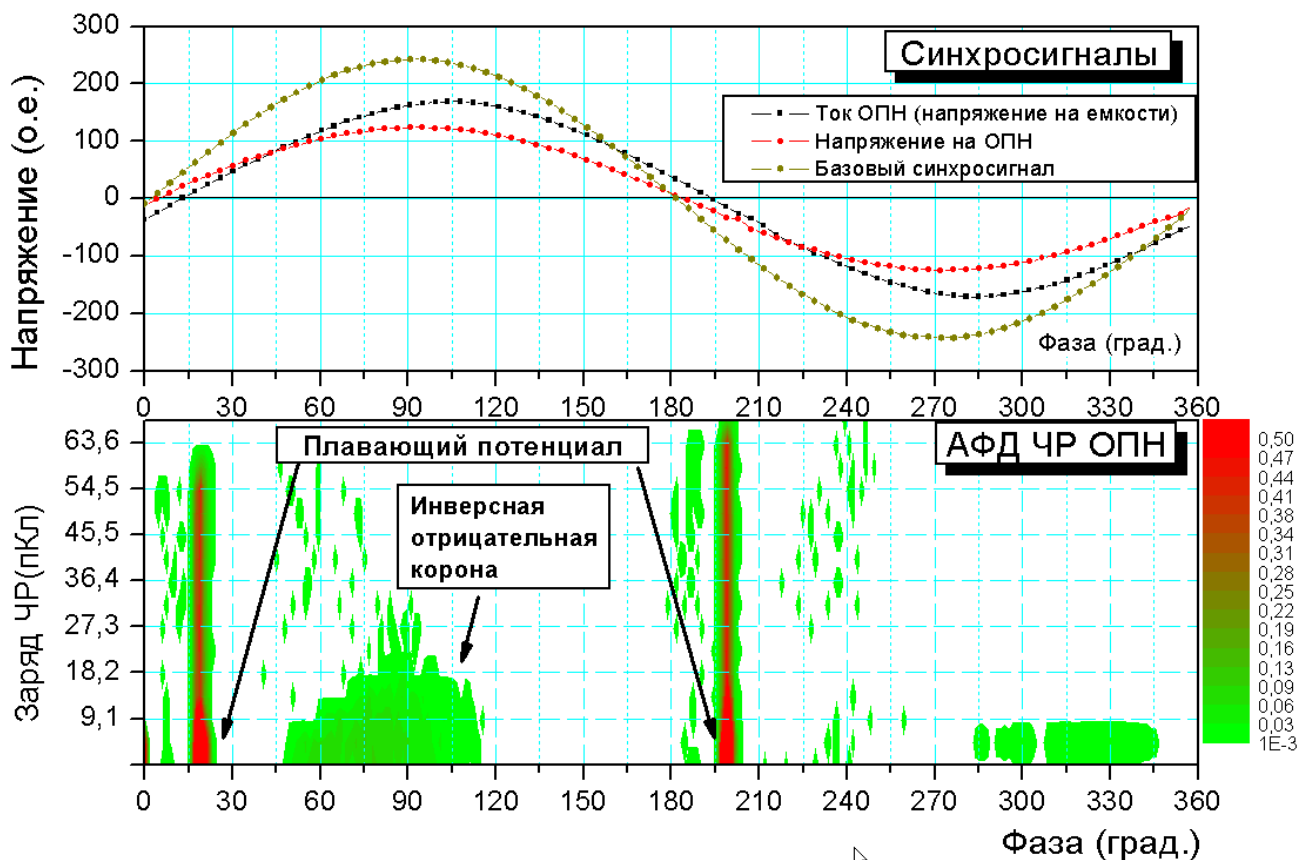


Получившееся в результате всех этих действий окно проекта (Проект\_1.орj) показано на рисунке.



## Формирование графиков для отчета

Origin позволяет группировать любое число графиков на одной странице. Обычно это следует делать на трехфазных объектах. Группировка графиков осуществляется командой «Merge all graph windows» меню «Edit» или соответствующей кнопкой тулбара . При этом все окна графиков, открытые в проекте, группируются в одну страницу с заданным числом строк и столбцов. При этом все ненужные графики следует минимизировать или скрыть. Пример такой группировки показан на рисунке.



При автоматической группировке, для установки правильного поведения различных элементов изображения, следует хорошо знать программу Origin. Поэтому, для начинающих пользователей, рекомендуется экспортировать каждый график отдельно и совмещать их уже в отчете.

Рекомендуется сохранять не только экспортированные картинки, но и полученные проекты вместе с данными измерений (в той же директории). Проекты занимают немного места и существенно облегчают коррекции графиков и подписей к ним и сравнение данных различных измерений.