



Производство и поставка приборов
для электрохимических исследований

Программное обеспечение ES8

Руководство пользователя - часть 2

Просмотр и обработка данных

Содержание

	Введение	4
1	Основное окно ES8 в режиме обработки данных	6
2	Окно навигатора	8
3	Работа с деревом открытых данных в окне навигатора	13
3.1	Панели-инструменты дерева данных	17
4	Окно диаграммы обработки	21
4.1	Панель настроек диаграммы обработки	24
4.2	Таблица шагов и циклов	28
4.3	Таблица данных	30
4.4	Отчетная таблица диаграммы обработки	32
4.5	Расчет специального параметра в отчетной таблице	35
4.6	Гистограмма отчетной таблицы	42
4.7	Ручная обработка данных	44
4.7.1	Ручная обработка – умножение и деление данных на константу	46
4.7.2	Ручная обработка – операции сглаживания экспериментальных кривых	48
4.7.3	Ручная обработка – аппроксимация данных	50

4.7.4	Ручная обработка данных – удаление точек данных	55
4.7.5	Ручная обработка данных – вычитание омического сопротивления	57
4.7.6	Ручная обработка данных – сдвиг данных	59
4.7.7	Ручная обработка данных – анализ	61
4.7.8	Ручная обработка данных – интегрирование	66
4.7.9	Ручная обработка данных – расчет Тафелевских наклонов	68
5	Импорт данных	76
6	Экспорт данных	77

Введение

Уважаемый пользователь! Этот документ является второй частью полного руководства по эксплуатации для работы с программным обеспечением (ПО) ES8 много- и одноканальных потенциостатов-гальваностатов и импедансметров "Electrochemical Instruments". В нем подробно описан режим просмотра и обработки экспериментальных данных.

Режим измерения – работы с потенциостатом описан в первой части этого документа.

Список сокращений и параметры программного обеспечения ES8 описаны в первой части.

Настоятельно рекомендуем подробно изучить обе части настоящего руководства, а также инструкцию к Вашему прибору. При необходимости, Вы можете также прочитать дополнительную документацию - примеры использования, в которых может быть описан Ваш прибор и даны дополнительные рекомендации и советы по его эксплуатации:

AN9-Electrochemical_Cells_and_Methods

AN13-What is Potentiostat and how to use it

AN16-Multichannel_Potentiostat_P20X8

AN17-ES8-vs-PSPack-Comparison

AN18 P-40X + FRA24M

AN19-how to measure good voltamperograms

AN22 - About Electrochemical Cells

AN23 - IR Compensation

Также имеется небольшой ознакомительный документ, поставляемый со всеми приборами в печатном варианте:

Getting_Started (README)-ES8

И несколько документов, помогающих решить небольшие проблемы, связанные с установкой и эксплуатацией программы и прибора:

Readme_Fonts_(If_U_Cannot_read_labels_in_software)

Readme USB

Все эти и другие документы находятся на компакт-диске из комплектации Вашего прибора, а также Вы можете их скачать из раздела загрузок нашего официального сайта www.potentiostat.ru.

Если Вы являетесь преподавателем и пишете методическое пособие, то мы будем рады предоставить Вам копию настоящего документа и первой его части в электронном виде в doc по Вашему запросу по электронному адресу potentiostat@mail.ru.

Список сокращений, подключение прибора, установка ПО и его характеристики - описаны в первой части руководства пользователя.

Основное окно ES8 в режиме обработки данных

Режим обработки данных включается нажатием кнопки “Обработка”, в основном окне программы ES8, при этом основное окно примет следующий вид:



 - кнопка переключения в режим измерения (работы с потенциостатом).

 - кнопка переключения в режим просмотра и обработки экспериментальных данных.

 - кнопка открывает настоящий документ в pdf, а также окно подсказок и сообщение с электронным адресом техподдержки potentiostat@mail.ru.

 - кнопка выравнивает все окна, используемые в режиме просмотра данных.

Основное меню в режиме обработки такое же, как и в режиме измерения и подробно описано в первой части настоящего руководства по эксплуатации.

Само основное окно ES8, в режиме обработки данных практически не используется. Основными рабочими окнами при этом являются окно навигатора, а также окно диаграммы обработки.

Вы можете открывать режим обработки данных прямо во время измерения. Основное назначение режим обработки, это возможность наложить на одну диаграмму данные одного или нескольких экспериментов. При этом, для сложных многостадийных или циклических экспериментов, Вы можете выбрать для отображения не все, а лишь необходимые Вам шаги или циклы данных. Можно назначить им различные цвета, выбрать необходимые оси координат. Однако при сложных измерениях и при открытии большого количества просматриваемых данных, рекомендуется проводить обработку отдельно от измерения.

Также, в окне обработки присутствует несколько таблиц, в том числе и отчетная, в которой автоматически рассчитываются и выводятся самые различные параметры - протекшие заряды и энергии, максимальные, минимальные и средние и другие значения для потенциалов и токов. Подробности описаны в соответствующих разделах настоящего документа.

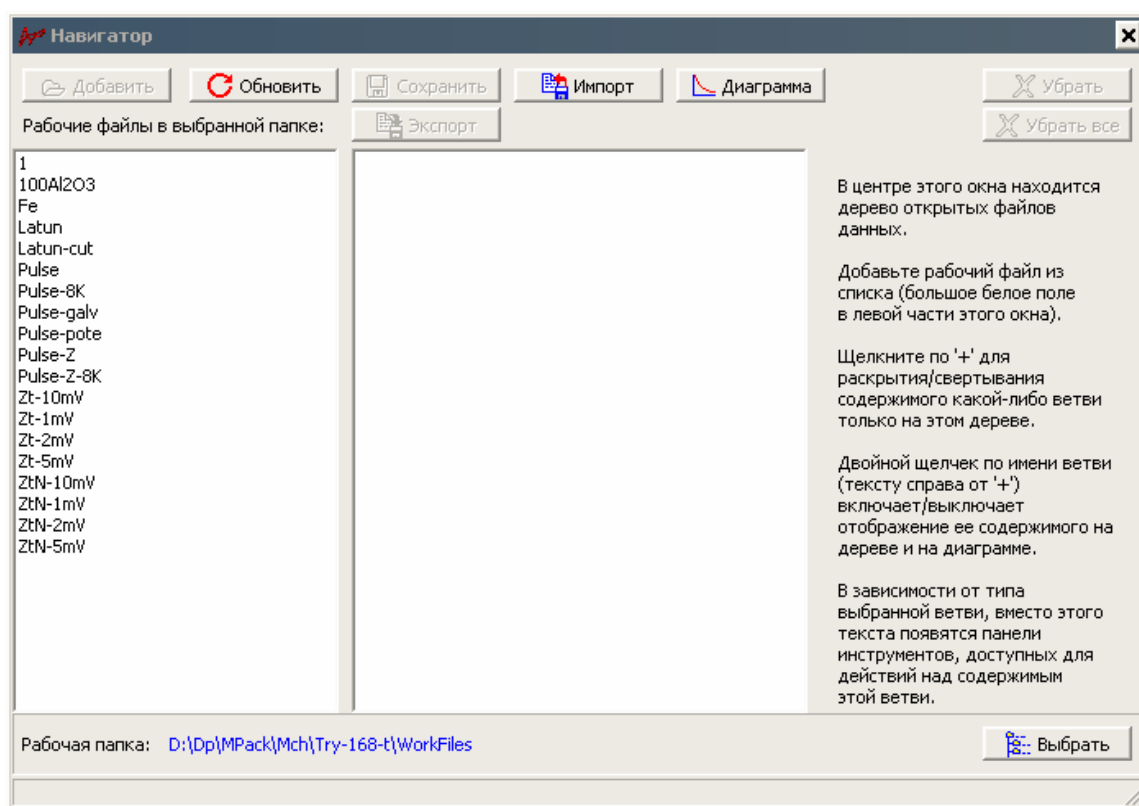
Этот документ, как и сам режим обработки программы ES8 не являются окончательными, так как программа постепенно развивается и совершенствуется. Мы будем рады услышать Ваши пожелания и замечания. Пожалуйста присылайте их на адрес техподдержки potentiostat@mail.ru и мы постараемся включить их в ближайшую новую сборку программного обеспечения.

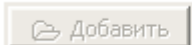
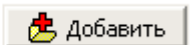
Окно навигатора

В окне навигатора пользователь выбирает файлы данных, с которыми планируется работать. Файлы открываются из выбранной папки. В левой части окна навигатора находится список файлов, который можно открыть в выбранной папке. В нижней части окна выведен путь этой папки в операционной системе, а также кнопка выбора этой папки. Из одной папки в окне навигатора отображается не более 100 файлов. При необходимости хранения большего количества файлов, их рекомендуется сортировать в отдельные тематические папки.

В центральной части окна навигатора расположено так называемое дерево, в котором отображается структура каждого из открытых файлов. Справа от дерева находится список инструментов, доступных для работы с той или иной выбранной ветвью дерева.

В верхней части окна навигатора находится панель с несколькими кнопками.



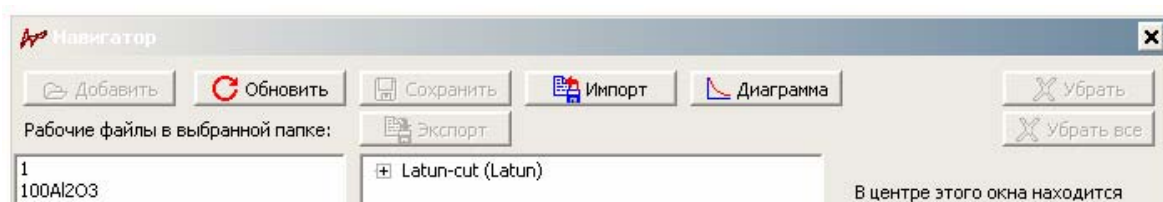
  - кнопка, при нажатии которой происходит добавление (открытие) в дерево выбранного файла. Кнопка показана в пассивном и активном

состоянии. Состояние пассивно, если файл не выбран. Нажатию кнопки эквивалентен двойной щелчок левой кнопки мыши по выбранному в списке файлу.

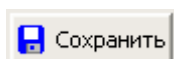
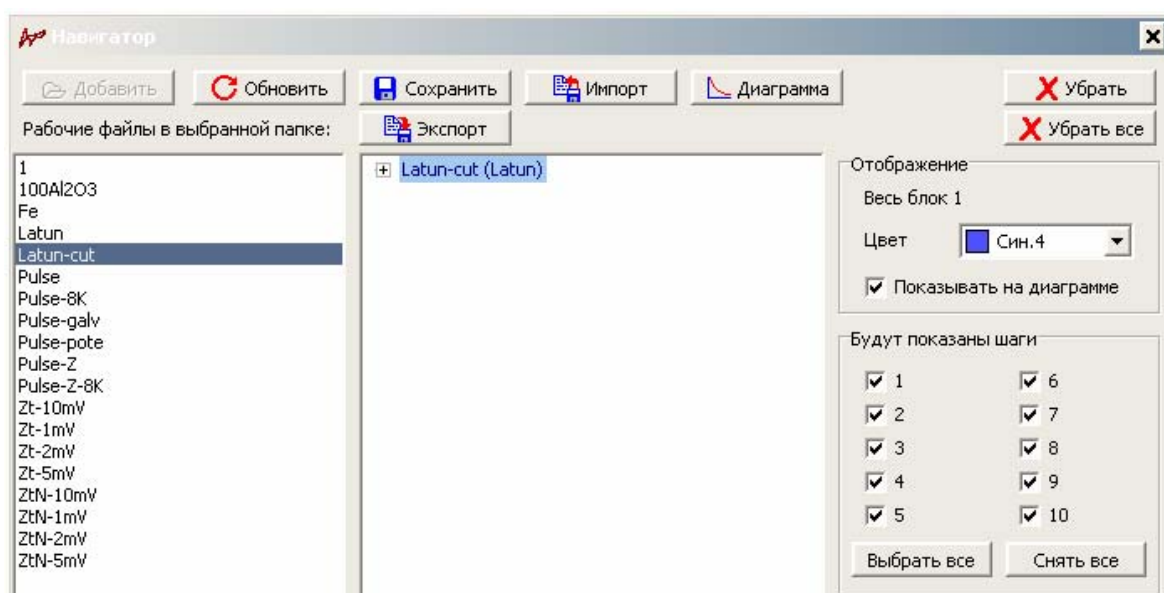


— список файлов с экспериментальными данными в выбранной папке. Можно выделить нужный файл и нажать кнопку “Добавить”, а можно просто сделать двойной щелчок по выбранному файлу и он будет открыт – добавлен для просмотра и обработки в дерево справа.

Внешний вид верхней части окна навигатора сразу после добавления одного файла:



Внешний вид верхней части окна навигатора после выделения в дереве открытых данных:



- кнопка сохранения текущей сессии открытых файлов в один файл. После открытия нужных Вам файлов, Вы можете производить с ними различные манипуляции: включать им или их отдельным частям (циклам или шагам) отображение на диаграмме, удалять отдельные циклы или шаги данных, назначать им цвета и выполнять другие действия. После этого при необходимости, Вы можете сохранить все это в один новый файл. В дальнейшем, он будет открываться с теми же атрибутами всех данных, что и был сохранен. Вы также можете открыть несколько однотипных файлов для группового просмотра или обработки, произвести в них нужные вам настройки (удалить лишние данные, отобразить нужные на диаграмме в нужных Вам цветах) и сохранить их все вместе в один общий edf файл для последующей работы. При этом те файлы, из которых Вы собирали этот общий файл, никак не будут затронуты, если конечно Вы не сохраните новый файл под чьим-то из их имен на жесткий диск.

На этапе просмотра - обработки появляется понятие "блок данных". Одному блоку данных всегда соответствует набор данных, полученных при одном запуске и сохранении эксперимента. То есть, данные, сохраняемые при завершении работы одного канала прибора, всегда содержат только один блок данных.

Файл, сохраняемый на этапе обработки, может содержать один или более блоков данных, в зависимости от того, сколько файлов было открыто перед его сохранением (для его формирования).

При сохранении файла из окна навигатора в нем также сохранятся и все сделанные пользователем манипуляции с данными – тем данным (шагам и циклам), которым

пользователь назначил свойство “Показывать на диаграмме” это свойство сохранится в таком же виде, также сохранятся назначенные цвета. Файл же, открытый после измерения прибором не отображается сразу на диаграмме – всем его шагам и циклам отключено свойство “Показывать на диаграмме” (это сделано для того, чтобы не усложнять процедуру открытия файла на тот случай, если данных окажется очень много, так как не только перерисовка, но и открытие большого количества данных может занять время).

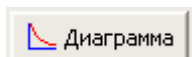
При открытии файла в окне навигатора, он только считывается. При работе с ним в дереве, пока Вы не сохраните его под тем же именем, что и открыли, на жестком диске с ним ничего не произойдет. То есть, Вы можете не опасаясь удалять не нужные Вам данные (например циклы) из открытого файла. Единственный способ внести изменения в открытый файл, это сохранить его после обработки под тем же именем, что он был открыт, но этого делать не рекомендуется (для большей сохранности исходных данных и порядка).



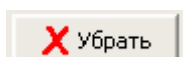
- кнопка экспорта открытых данных в текстовый, экселевский файлы. Также в данные импеданса Z . При нажатии этой кнопки откроется окно с небольшими настройками экспорта, в котором можно будет выполнить сам экспорт. Для активизации этой кнопки, необходимо чтобы был выбран хотя бы один блок данных. Экспортируются все открытые данные.



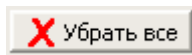
- кнопка импорта данных. Позволяет открыть в программе ES8 не только файлы edf. Например можно открыть текстовые файлы данных, сохраненных в программах предыдущих поколений Ps_Pack и Z_Pack. Можно открыть текстовые файлы с данными тока, потенциала, частотнозависимых данных.



- кнопка открывает окно диаграммы обработки.

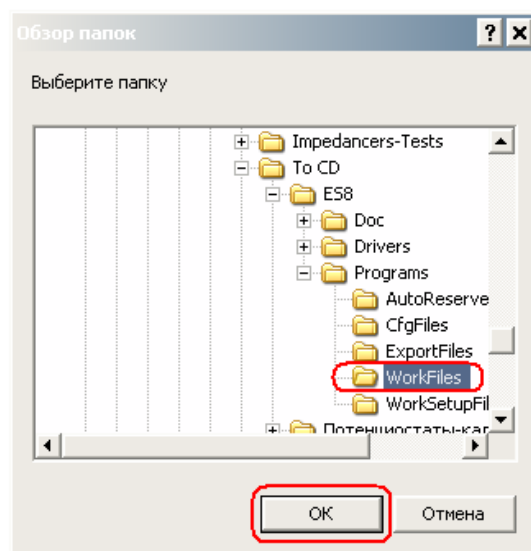


- кнопка убирает из обработки выбранный блок данных. Для активации кнопки, необходимо выбрать убираемый блок данных в дереве.

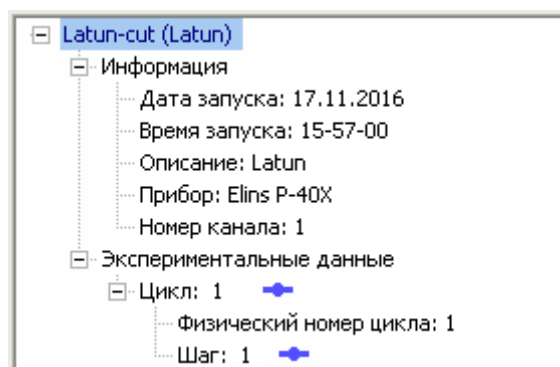


- кнопка убирает из обработки все открытые данные. Для активации этой кнопки, необходимо выбрать хотя бы один блок данных.

В нижней части окна навигатора Вы можете выбрать рабочую папку нажав кнопку "Выбрать":

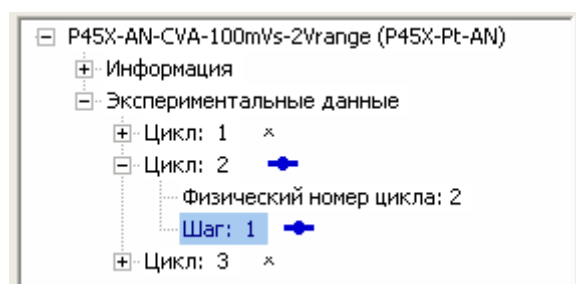


Для выбора нужной папки нажмите кнопку "Выбрать". После этого появится диалоговое окно обзора папок. В нем выберите нужную Вам папку и нажмите кнопку "Ок".

Работа с деревом открытых данных в окне навигатора

Дерево открытых данных представляет собой иерархическую структуру, в которой содержатся не только экспериментальные данные, рассортированные по шагам и циклам данных, но также и информацию об эксперименте – дату запуска, время запуска, комментарий, тип прибора и номер канала, если их несколько. Обычно дополнительная информация требуется только при восстановлении и поиске экспериментальных данных, если вдруг произошла их потеря или данные перепутались.

Сама же работа обычно ведется с экспериментальными данными. На рисунке выше, приведен пример полностью распаханного дерева для эксперимента, который включал в себя только один шаг в одном цикле данных. Для эксперимента, состоящего из нескольких циклов (например, трех циклов ЦВА) дерево будет иметь следующий вид:

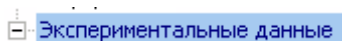


В приведенном примере данные содержат три цикла, и в качестве примера распахан второй цикл. В нем имеется один шаг данных.

Дерево можно открывать несколькими способами. Если просто раскрыть какую-либо ветвь данных нажав



то произойдет только раскрытие этой ветви. Если же сделать двойной щелчок мышью по названию какой-либо ветви:

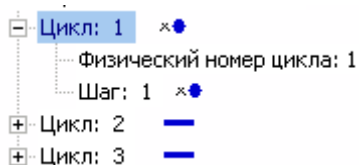


то произойдет не только ее раскрытие, но также при этом для всех внутренних данных этой ветви произойдет изменение атрибута – отображать или нет на диаграмме – на противоположный. Например, если для только что открытых данных произвести двойной щелчок по закрытой ветви “Экспериментальные данные”, то на диаграмме будут отображены все циклы данных. В рассматриваемом примере их будет три штуки. Повтор двойного щелчка по названию ветви приведет к сворачиванию этой ветви, а также к тому, что данные перестанут отображаться на диаграмме. Такой двойной щелчок это всего лишь один из многочисленных способов манипуляций с отображением данных на диаграмме.

Аналогично можно закрыть или раскрыть каждый цикл в отдельности и каждый отдельный шаг. Простое нажатие на

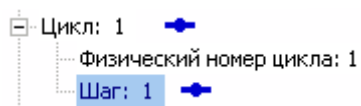


просто раскроет – закроет ветвь. Двойной же щелчок по названию ветви

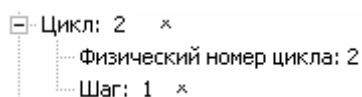


например по циклу 1 – приведет к распаиванию этой ветви и отображению или наоборот к скрытию выбранного цикла данных на диаграмме.

Для каждой ветви данных имеются свои условные значки, означающие ее состояние:



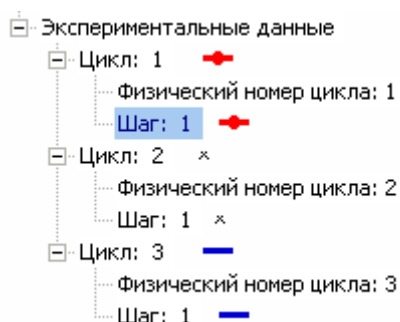
- толстая прямая определенного цвета означает, что этот цикл выводится на диаграмму, цвет прямой означает выбранный для этого цикла цвет на диаграмме. Наличие кружка на прямой означает, что этот цикл является активным.



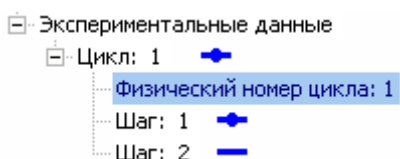
- маленький черный крестик означает, что данные не выводятся на диаграмму.

Цикл: 3 — просто толстая прямая определенного цвета означает, что этот цикл выводится на диаграмму и цвет прямой соответствует цвету этого цикла на диаграмме.

Рассмотрим пример:



В этом примере цикл 1 отображается на диаграмме красным цветом и при этом первый шаг (в этом примере и единственный шаг в каждом цикле) этого цикла является активным. Цикл 2 не выводится на диаграмму. Цикл 3 выводится синим цветом. Активным может является только один шаг одного цикла одного блока данных. Понятие “активный” используется в обработке данных, а также для того, чтобы при необходимости визуально выделить один цикл данных среди остальных на диаграмме (эта опция включается в настройках диаграммы обработки).



- для каждого цикла данных в дереве выводится его физический номер. Физический номер цикла может отличаться от его программного номера, например, после удаления цикла, или если данные сохранялись с некоторой скважностью, например, выполнено двести циклов программатора, со скважностью сохранения равной одному. То есть, программному циклу 1 соответствует физический цикл номер 2, программному циклу номер два соответствует физический номер цикла четыре и тд.

С различными ветвями открытого файла можно выполнять различные действия. В зависимости от того, какая ветвь открыта, будут доступны различные инструменты. Они

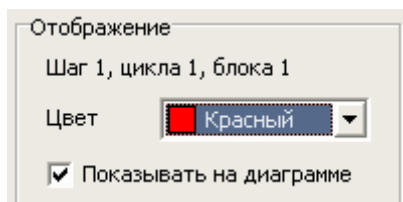
находятся справа от дерева (например, здесь выбран один шаг, ему можно включить свойство "Показывать на диаграмме" и его цвет на диаграмме, а также вывести дополнительную информацию о нем):

The screenshot displays a software interface for electrochemical data management. On the left, a tree view shows the hierarchy of experimental data for a device labeled 'P45X-AN-CVA-100mVs-2Vrange (P45X-Pt-AN)'. The tree includes 'Информация' (Information) and 'Экспериментальные данные' (Experimental data). Under 'Экспериментальные данные', there are three cycles: 'Цикл: 1' (Cycle 1), 'Цикл: 2' (Cycle 2), and 'Цикл: 3' (Cycle 3). Each cycle has a 'Шаг: 1' (Step 1) sub-entry. The 'Шаг: 1' entry under 'Цикл: 1' is selected and highlighted in blue. To the right of the tree, a panel titled 'Отображение' (Display) shows settings for the selected step: 'Шаг 1, цикла 1, блока 1' (Step 1, cycle 1, block 1). The 'Цвет' (Color) is set to 'Красный' (Red) with a color picker. The checkbox 'Показывать на диаграмме' (Show on diagram) is checked. Below this, a section titled 'Доп. инф. о шаге 1 цикла 1' (Additional info about step 1 of cycle 1) displays various parameters:

Доп. инф. о шаге 1 цикла 1		
Пот-л РЦ 'до'	-164,16	мВ
Пот-л РЦ 'после'	не измерял	
Установл-е пот-л	0,076	мВ
Установл-е ток	1	нА
Установл-е заряд	4,576	нКл

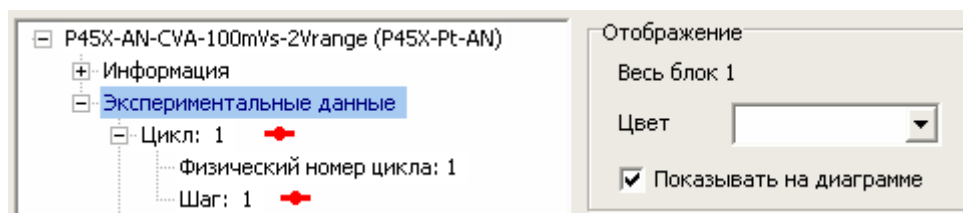
Панели-инструменты дерева данных

Как мы писали выше, для каждой ветви дерева данных есть свой набор инструментов – действий с этой ветвью и ее содержимым (ее внутренними под-ветвями).



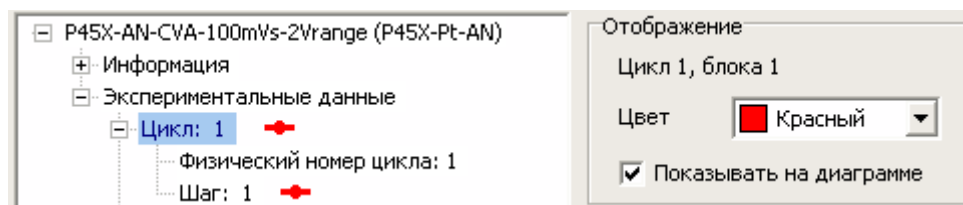
- панель отображения данных. Используется как для всех экспериментальных данных, так и для одного цикла или отдельного шага данных. В ней Вы можете выбрать – отображать данные на диаграмме или нет, а также выбрать их цвет.

Если в дереве выбрана ветвь всех экспериментальных данных (равносильно выбору самой верхней ветви с названием открытого файла):



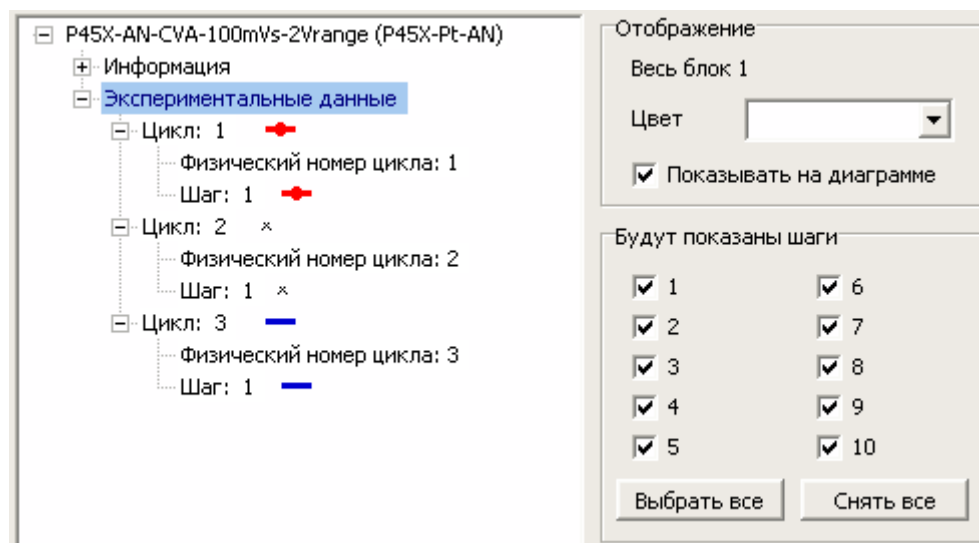
то изменение параметров отображения будет применено ко всем циклам и их шагам, то есть всему редактируемому блоку данных. Если внутренние данные имеют разные цвета, то общий цвет не будет отображаться как в приведенном примере. Но Вы можете выбрать его, и тогда он станет именно такой и одинаковый для всех циклов и шагов этих экспериментальных данных.

Если в дереве выбрана ветвь какого либо цикла данных:

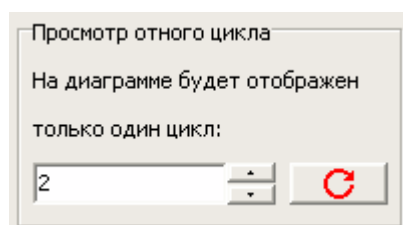


То изменение параметров отображения будет применено только к выбранному циклу - ко всем его шагам.

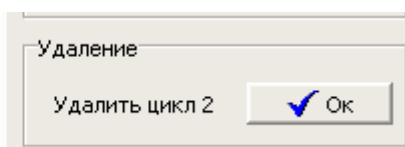
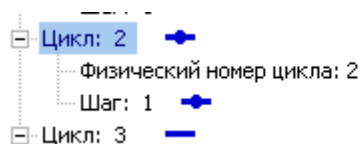
Аналогично, можно изменить параметры отображения для одного отдельного шага какого либо цикла данных, если выбрать ветвь одного интересующего шага.



- панель выбора отображаемых шагов доступна для ветви всех экспериментальных данных. В ней Вы можете назначить отображать или нет определенные шаги во всех циклах данных. Например, Вы открыли данные циклирования аккумулятора. Каждый цикл состоит из двух шагов – заряда и разряда. Циклов много. Вы хотите посмотреть только зарядные шаги номер 1. Для этого Вы выбираете в панели "Будут показаны шаги" только первый шаг – оставляете галочку только напротив него. После этого на панели "Отображение" Ставите галочку "Показать на диаграмме". После этого показаны будут только первые шаги всех циклов. Иногда требуется сменить атрибут "Показать на диаграмме" несколько раз – например 2 раза, если данные уже все отображались для всех шагов. В этом случае Первое нажатие "показать на диаграмме" снимет галочку и отменит отображение всем шагам и циклам, а второе нажатие - установит галочку отображения, но уже только для первых шагов всех циклов данных.

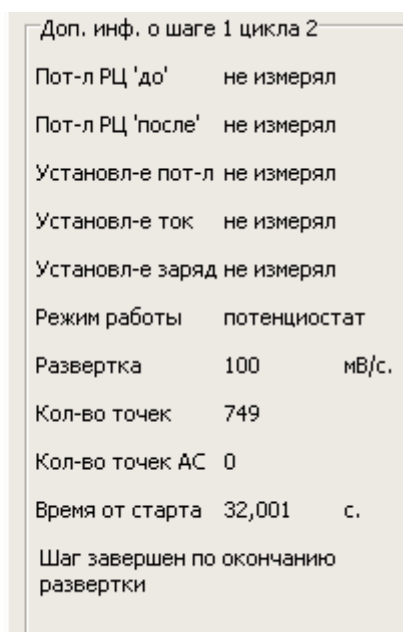
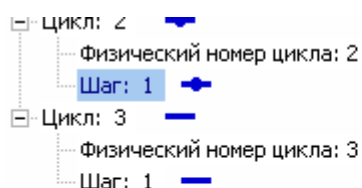


- панель доступна только для ветви всех экспериментальных данных. С ее помощью удобно быстро переходить от просмотра одного цикла данных к другому, например, при рассмотрении данных ЦВА с целью визуального отслеживания динамики из изменений от цикла к циклу, но при этом не хочется загружать рисунок несколькими циклами.



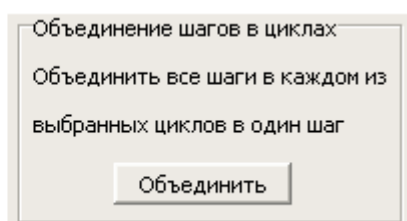
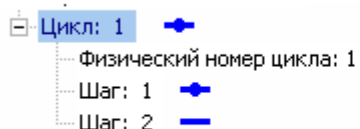
- панель удаления циклов

данных. Доступна только для ветвей циклов. Нажатие кнопки "Ок" в этой панели приведет к удалению выбранного цикла данных. Удаление произойдет только для данных, находящихся в оперативной памяти компьютера. Данные на жестком диске открытого файла никак не будут затронуты. Единственный способ изменить их на жестком диске – это сохранить открытый файл с тем же именем.



- Дополнительная

информация о выделенном шаге распаханной ветви цикла данных. Панель с информацией выводится при выделении нужного шага. Можно просмотреть для любого шага. В панели будут выведены те атрибуты, которые имеются для этого шага данных. Также эту информацию можно будет посмотреть в отчетной таблице (описывается далее в соответствующем разделе).

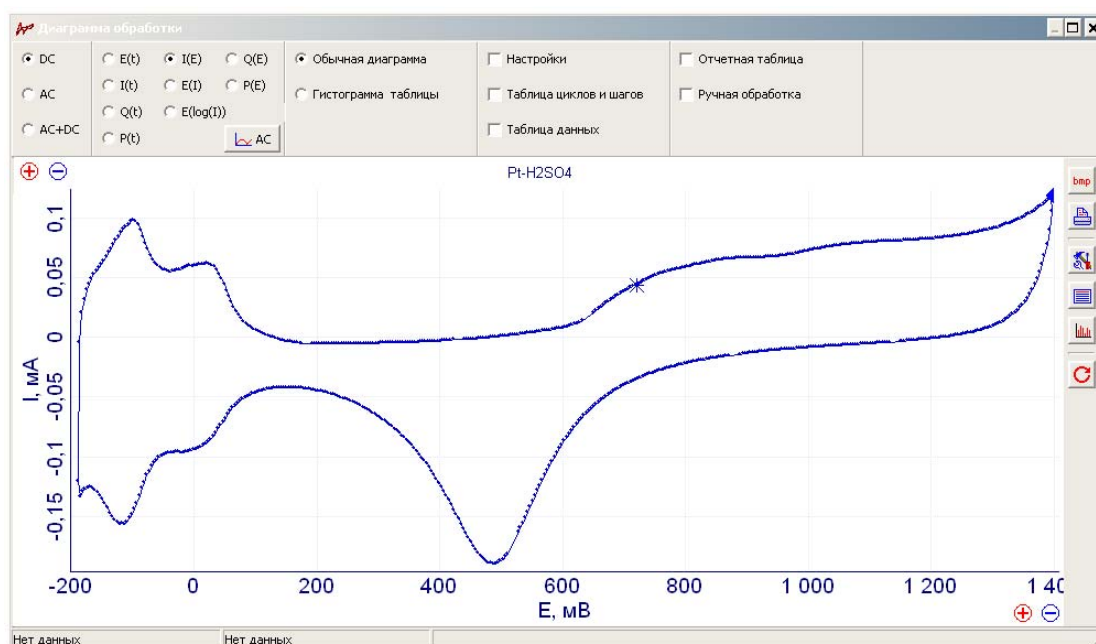


- панель объединения шагов в

циклах. Эта панель доступна только для тех циклов данных, в которых имеется более одного шага данных. При нажатии кнопки "объединить" произойдет соединение всех шагов выбранного цикла данных в один общий шаг номер один. На практике этот

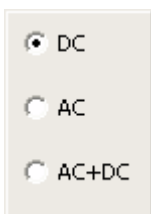
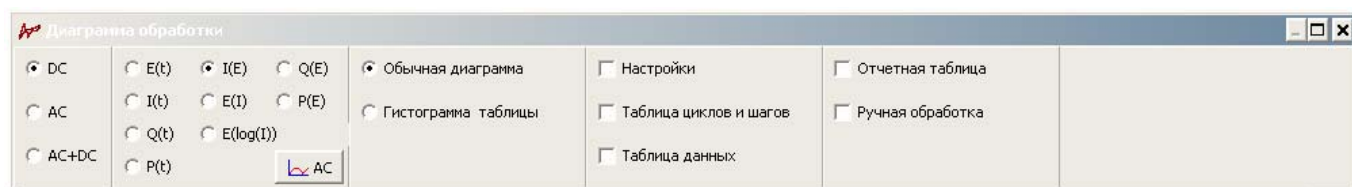
инструмент используется редко, так как структурированное по шагам хранение данных более практично.

Окно диаграммы обработки



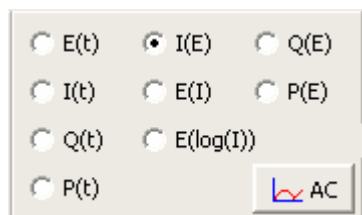
В самом простом виде окно диаграммы обработки выглядит, как на рисунке выше. Диаграмма служит для графического отображения выбранных пользователем экспериментальных данных. С помощью окна навигатора (дерева данных в нем) Вы можете выбрать какие данные – шаги и циклы отображать или нет, а также выбрать для них цвет отображения. Также существуют другие способы включения – выключения отображения на диаграмме, их мы рассмотрим далее - в своих разделах (в таблице шагов и циклов данных).

В верхней части окна диаграммы находятся основные элементы управления, открывающие те или иные вспомогательные инструменты диаграммы:

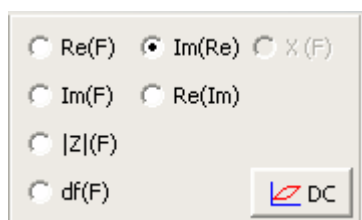


- в этой панели можно выбрать какой тип данных отображать: DC – только постоянноточковые данные – время, ток, потенциал. AC

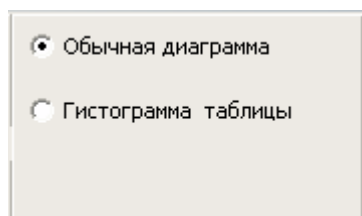
- данные импеданса (например показать годограф импеданса). AC+DC – постоянноточковые данные на одной диаграмме, и данные импеданса на второй соседней диаграмме. Обе диаграммы будут находится в одном окне диаграммы одновременно и будут разделены вертикальной линией, которую при необходимости можно будет передвигать кнопками-стрелками ◀ ▶, расположенными сверху, вблизи вертикальной панели, разделяющей две диаграммы.



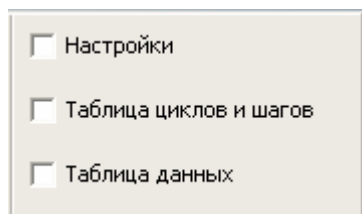
- панель выбора типа осей для постоянноточковых данных с кнопкой быстрого перехода к данным импеданса. Выберите в этой панели нужный Вам тип осей диаграммы.



- панель выбора типа осей для отображения данных импеданса с кнопкой быстрого перехода к отображению постоянноточковых данных.

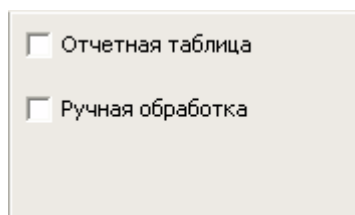


- в этой панели Вы можете выбрать - что выводить в качестве основной диаграммы – саму диаграмму или гистограмму, в которой можно будет выбрать для отображения те или иные результаты расчетов, выводимые в отчетной таблице.



- в этой панели Вы можете включить – выключить отображение панели настроек диаграммы (цвета, шрифты и их размеры и тп), отображение таблицы циклов и шагов (графическая таблица, в которой можно альтернативно дереву навигатора просматривать сколько шагов есть в каком цикле данных, быстро включать и

выключать им отображение на диаграмме), таблицу данных (в ней будут выведены колонки - время, ток, потенциал для активного шага, цикла и блока данных).



- в этой панели Вы можете включить необходимый Вам тип обработки данных – отчетную таблицу (удобна для отслеживания динамики изменения какого либо параметра от цикла к циклу), или ручную обработку (манипуляции с данными – удаление, нормировки, фильтрация, аппроксимация и тп).

Для экономии места на экране монитора, не все опции диаграммы могут быть выведены одновременно. Например, нельзя одновременно вести ручную обработку и просматривать отчетную таблицу. Настройки диаграммы нельзя отобразить одновременно с таблицей шагов и циклов. Выберите нужный Вам элемент, выполните все нужные Вам с ним манипуляции и закройте его (например, произведите нужные настройки диаграммы обработки и закройте их). После этого переходите к следующему рабочему элементу.

Справа от диаграммы расположено несколько кнопок:



- сохранить диаграмму в виде картинки bmp.



- распечатать диаграмму.



- открыть настройки диаграммы.



- открыть отчетную таблицу.



- открыть гистограмму.



- принудительно перерисовать диаграмму.

Панель настроек диаграммы обработки

Панель настроек диаграммы обработки открывается выбором следующей опции:

☒ Настройки

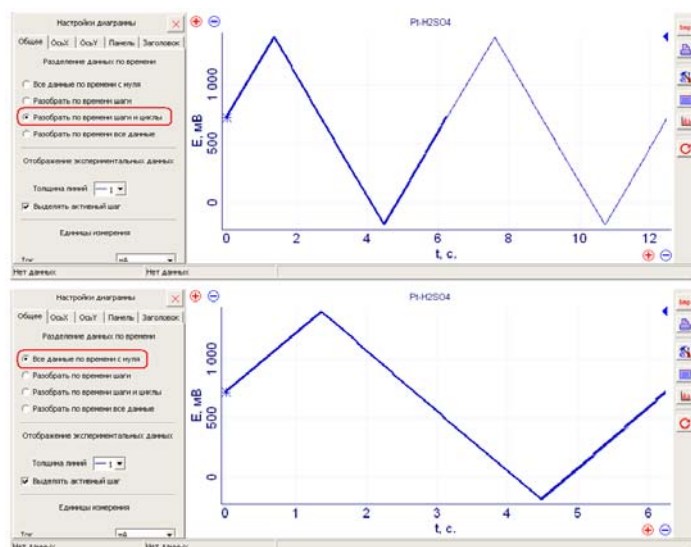
При этом слева от основного поля диаграммы появится панель настроек с несколькими вкладками: общих настроек, настроек каждой из осей, настроек панели диаграммы, настроек заголовка:

Разделение данных по времени

- ☒ Все данные по времени с нуля
☐ Разобрать по времени шаги
☐ Разобрать по времени шаги и циклы
☐ Разобрать по времени все данные

- настройка разделения данных по времени на диаграмме.

Используется в том случае, если на диаграмме нужно одновременно отобразить несколько массивов данных, например циклов или шагов или открытых файлов-блоков данных. Их все можно отобразить каждый с нуля, а можно последовательно друг за другом, например, несколько циклов развертки:



Отображение экспериментальных данных

Толщина линий

☒ Выделять активный шаг

- настройки отображения экспериментальных данных.

Можно выбрать толщину линий, которыми будут выводиться данные на диаграмме (от 1 до 10). Также можно включить или выключить выделение активного шага данных его точками данных. Например, на рисунке выше эта опция включена и видно, что первый цикл развертки выделен более жирно по сравнению со вторым – это потому, что он активный. Эта опция очень удобна, если нужно посмотреть свойства одной точки данных на диаграмме. Для этого нужно включить эту опцию и щелкнуть мышью по нужной точке на диаграмме (чем толще будут линии отображения экспериментальных данных, тем крупнее будут и точки и тем легче в них будет попасть указателем мыши). При этом в самой нижней части диаграммы будут выведены атрибуты этой точки данных:

По горизонтали: 1,0101, с. По вертикали: 1233,3, мВ Точка N 127, T=1,016 с, E=1,2248 В, I=8,5239E-5 А

Единицы измерения

Ток

Потенциал

Заряд

Время

Импеданс (сопротивл-ие)

- последний комплект настроек из вкладки "Общее" в настройках диаграммы. Здесь Вы можете выбрать единицы измерения. Они будут

действовать на всей диаграмме обработки и во всех ее таблицах, кроме нескольких единичных, не принципиальных пока случаев.

- первый комплект настроек горизонтальной оси. Можно выбрать - показывать ось и все ее элементы (подписи, метки, штриховку и тп) или нет. Включение автоматических пределов оси или задать их вручную. В последнем случае необходимо ввести желаемые значения максимума и минимума оси. Справа от них находится кнопка принудительной перерисовки диаграммы:



- при нажатии этой кнопки происходит принудительная перерисовка диаграммы. Нажмите ее после того, как введете нужные Вам значения максимума и минимума настраиваемой оси диаграммы в неавтоматическом ее режиме.

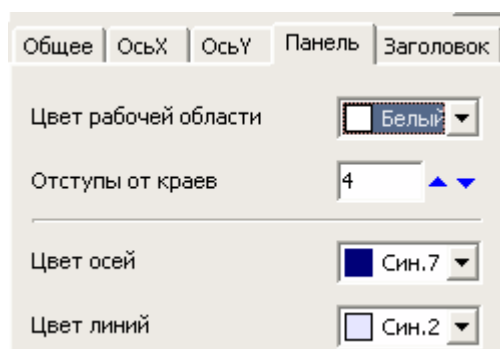
- этот параметр задает - с какой точностью нужно выводить значения меток на осях диаграммы. Для крупных значений имеет смысл выбрать более грубое разрешение. Для малых значений - более тонкие. В целом, проще и рекомендуется выбрать достаточно тонкое значение, как правило, оно лучше всего и универсальнее (крупные значения все равно будут округлены на диаграмме до разумных значений).

- эта настройка включает отображение меток на диаграмме.

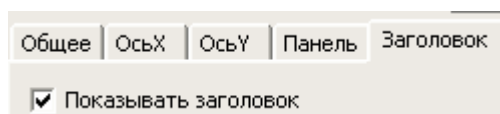
- некоторые простые свойства меток настраиваемой оси на диаграмме обработки.

- эта настройка включает или выключает отображение вспомогательных линий на диаграмме.

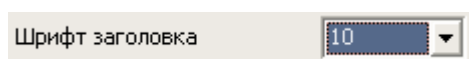
Для второй - вертикальной оси (Y) имеется точно такой же набор настроек.



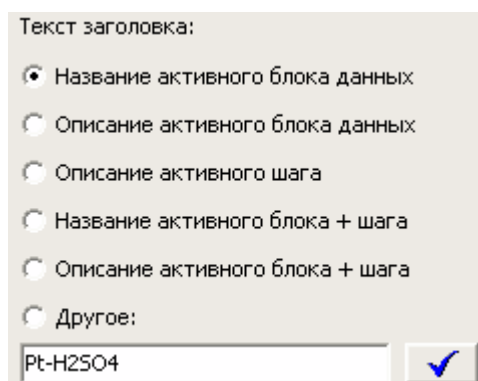
- настройки панели (рабочей области) диаграммы. Здесь Вы можете выбрать нужные Вам цвета, используемые при прорисовке диаграммы и ее осей.



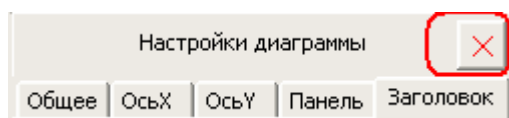
- первая из настроек заголовка. Включает отображение заголовка.



- настройка задает размер шрифта заголовка.



- настройки вывода текста в названии заголовка. Если Вам не подходит ни один из предложенных программой текстов заголовка, введите свое название и нажмите кнопку .



- кнопка "X" позволяет быстро закрыть панель настроек диаграммы. Не рекомендуется все время держать настройки открытыми, особенно на мониторах с малым разрешением. Аналогичные кнопки быстрого закрытия имеются справа вверху и для остальных элементов диаграммы обработки – например, у таблиц.

Таблица шагов и циклов

Шаг

Блок	Цикл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1										
1	2										
1	3										
1	4										
1	5										
1	6										
1	7										
1	8										
1	9										
1	10										
1	11										
1	12										
1	13										
1	14										
1	15										
1	16										
1	17										
1	18										
1	19										
1	20										
1	21										
1	22										

Этот визуальный элемент отображения и управления используется для того, чтобы можно было быстро включить – выключить отображение какому либо шагу в каком либо цикле данных. В этой графической таблице по горизонтали отложены шаги данных. По вертикали - циклы данных. Циклы организованы в блоки данных.

Отображение происходит разными цветами:

 - обычная серая клетка означает, что в соответствующем ей шаге и цикле данных, нет данных.

 - клетка со цветом основной панели диаграммы - чаще всего белым (цвет выбирается в настройках диаграммы). Означает, что в соответствующем шаге и цикле имеются данные, но они не включены к отображению на диаграмме.

 - клетка определенного цвета (не серого цвета панелей программы ES8). Означает, что в соответствующем шаге и цикле есть данные, и они включены к отображению на диаграмме, причем цвет этого шага и цикла на диаграмме будет как у этой клетки.

 - цветная клетка с белым кружком по середине. Означает, что в этом шаге и цикле есть данные, что они отображаются на диаграмме, и что этот шаг и цикл этого блока данных является активным.

 - белая клетка данных с цветным кружком по середине. Означает что в этом шаге и цикле есть данные, что этот шаг и цикл является активным, но на диаграмме не отображается.

Какие действия можно выполнить с помощью таблицы шагов и циклов:

Двойной щелчок мышью по определенной клетке шага и цикла данных – меняет ее свойство отображения на диаграмме на противоположную – отображать или не отображать.

Двойной щелчок по номеру шага - меняет свойства отображения шагов с этим номером во всех циклах на противоположную.

Двойной щелчок по номеру цикла – меняет свойства отображения всех шагов для этого цикла на противоположную.

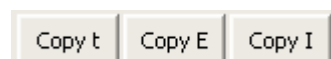
Одиночный щелчок по клетке с определенным номером шага и цикла – делает этот шаг и цикл активным.

Рекомендуем после выполнения двойного щелчка не двигать мышь, а дожидаться пока диаграмма будет перерисована. При открытии большого количества данных (много циклов и в каждом много точек данных) диаграмма может перерисовываться несколько секунд.

Таблица данных

Copy t Copy E Copy I X			
N	t, c.	E, мВ	I, мА
1	0,008	717,36	0,035239
2	0,016	721,37	0,036477
3	0,024	725,39	0,037552
4	0,032	729,32	0,038718
5	0,04	733,34	0,039942
6	0,048	737,35	0,040926
7	0,056	741,36	0,041961
8	0,064	745,3	0,043108
9	0,072	749,31	0,044098
10	0,08	753,33	0,044964
11	0,088	757,34	0,045909
12	0,096	761,35	0,046775
13	0,104	765,29	0,047687
14	0,112	769,3	0,048377
15	0,12	773,32	0,049087
16	0,128	777,25	0,049947
17	0,136	781,34	0,050625
18	0,144	785,28	0,051354
19	0,152	789,29	0,052123
20	0,16	793,38	0,05265

В этой таблице выводятся числовые значения для всех точек данных для активного шага, цикла и блока данных. В зависимости от того, какой тип данных отображается – AC или DC данные – в этой таблице будут выведены либо данные тока-потенциала, либо импеданса. Данные импеданса выводятся только для AC диаграммы. Для DC и AC+DC диаграмм выводятся данные время, ток, потенциал. В первой колонке выводится номер точки данных. Он может быть полезен в режиме ручной обработки данных.



- нажатие на какую либо из этих кнопок скопирует в буфер обмена соответствующую колонку их этой таблицы.

N	t, c.	E, мВ	I, мА
1	0,008	717,36	0,035239
2	0,016	721,37	0,036477
3	0,024	725,39	0,037552
4	0,032	729,32	0,038718

- выделенная синим цветом строка соответствует активной точек данных. Если диаграмме включена настройка выделения активного шага данных, то будет выделяться и активная точка данных. Она будет выделена крестиком. Вы можете менять активную точку данных только из этой таблицы выбрав одиночным щелчком мыши нужную строчку. Цвета в этой таблице определены следующим образом: серый фон – данные есть, но им отключено отображение на диаграмме. Фон такого же цвета как и

основная панель (фон) диаграммы с цифрами того же цвета – что и цвет кривых на диаграмме, означают что в активном шаге и цикле есть данные и они отображаются на диаграмме цветом шрифта в этой таблице.

Активная точка данных на диаграмме выглядит следующим образом:



Отчетная таблица диаграммы обработки

Отчетная таблица по всем циклам для шага 1, блока данных 1 (Pt-H2SO4)

Параметры синего цвета рассчитываются в интервале времени от 0,85 с. до 1,5 с. ☒ Считать за все время Выводить в таблице Само значение

Цикл	Заряд раб., мКл	Развертка мВ/с.	Точек DC	Время раб., с.	Режим прибора	Режим работы	Энергия, мДж	Интеграл I, мА*с.	Завершение
1	-0,077319	500	771	6,216	Потенцио.	Цикл. разв.	0,072719	-0,078031	Шаг завершен по окончанию разверт.
2	-0,03565	500	774	6,231	Потенцио.	Цикл. разв.	0,086309	-0,035652	Шаг завершен по окончанию разверт.
3	-0,033057	500	774	6,239	Потенцио.	Цикл. разв.	0,082825	-0,033059	Шаг завершен по окончанию разверт.
4	-0,032889	500	774	6,224	Потенцио.	Цикл. разв.	0,078377	-0,032861	Шаг завершен по окончанию разверт.
5	-0,032324	500	775	6,24	Потенцио.	Цикл. разв.	0,075967	-0,032305	Шаг завершен по окончанию разверт.
6	-0,033616	500	775	6,238	Потенцио.	Цикл. разв.	0,073308	-0,033561	Шаг завершен по окончанию разверт.
7	-0,034203	500	774	6,247	Потенцио.	Цикл. разв.	0,0716	-0,034147	Шаг завершен по окончанию разверт.
8	-0,033242	500	775	6,237	Потенцио.	Цикл. разв.	0,071188	-0,033216	Шаг завершен по окончанию разверт.
9	-0,033594	500	775	6,245	Потенцио.	Цикл. разв.	0,070211	-0,033568	Шаг завершен по окончанию разверт.
10	-0,034263	500	773	6,23	Потенцио.	Цикл. разв.	0,069289	-0,034188	Шаг завершен по окончанию разверт.

Специальный параметр: Интеграл I ☒ Показать на диаграмме Толщина линий 1 Цвет линий Красн

Отчетная таблица служит для вывода различной цифровой информации по номерам - обычно от номера цикла, но возможно и от номера шага. В отчетной таблице могут быть выведены следующие параметры (чтобы параметр выводился в таблице, включите его галочку. Не стоит включать все параметры, так как они все могут не поместиться на экран):

☐ Физический № цикла	☒ Режим прибора	☐ Пот-л установления	☐ Макс. пот-л	☐ Макс. ток	☐ (Разм.пот-л)/(Разм.ток)
☒ Заряд	☒ Режим работы	☐ Ток установления	☐ Средн. пот-л	☐ Средн. ток	☒ Признак завершения
☒ Энергия	☒ Скорость развертки	☐ Пот-л РЦ до	☐ Мин. пот-л	☐ Мин. ток	☐ Время от старта
☐ R поляризационное	☒ Кол-во точек DC	☐ Пот-л РЦ после	☐ Размах пот-л	☐ Размах ток	☒ Специальный параметр
☒ Время работы	☐ Кол-во точек AC	☐ Заряд установления	☐ Наклон пот-л	☐ Наклон ток	(Интеграл I)
		☐ Стационарная мощн.	☐ Стационарный пот-л	☐ Стационарный ток	Настроить

Стационарные потенциалы, токи и мощности рассчитываются как среднее за последнюю секунду работы шага.

Выбор - какие параметры выводить, а какие - нет, осуществляется при нажатии кнопки, открывающей настройки отчетной таблицы:



расположенной справа сверху отчетной таблицы. В качестве настроек также можно выбрать - что будет выводиться в строках таблицы – номера шагов или циклов:

☒ В строках циклы для выбранного шага и блока данных ☐ В строках шаги для выбранного цикла и блока данных

В отчетной таблице все параметры можно разделить на три группы:

С названиями черного цвета – не рассчитываемые параметры, такие, например, как потенциал РЦ до или потенциал РЦ после, количество точек данных, время работы и тп. Эти параметры выводятся главным образом для информирования. Особенно среди них стоит выделить признак завершения. Он выводится всегда в последней колонке и не отключаем.

Параметры с названиями синего цвета – рассчитываемые. Например, заряд, средние значения и тп. Для них Вы можете назначить границы расчета по времени в специальной панели, расположенной сразу над отчетной таблицей:

Параметры синего цвета рассчитываются в интервале времени от 0,85 с., до 1,5 с. ☒ Считать за все время Выводить в таблице Само значение

В этой панели имеются следующие настройки:

☒ Считать за все время - включение этой опции делает расчет за все время работы шага или цикла данных. Если же ее отключить, то станет возможным воспользоваться следующей настройкой:

Параметры синего цвета рассчитываются в интервале времени от 0,85 с., до 1,5 с. - Вы можете выбрать интервал времени в шаге и цикле – за который нужно рассчитать нужный Вам параметр, например, заряд или среднее значение (например, за первую секунду работы шага).

Выводить в таблице Само значение
Само значение
% отл.от предыдущего
% от максимального

- с помощью этой настройки Вы можете выбрать, как выводить в отчетной таблице интересующий Вас параметр – само значение, его процент от предыдущего цикла, или его процент от максимального среди всех циклов.

Примеры различного формата выдачи данных для расчета заряда:

Заряд раб., мКл	Заряд раб. % отл.от пред.	Заряд раб. % от макс.
-0,077319	0	71,909
-0,03565	-53,893	33,155
-0,033057	-7,2721	30,744
-0,032889	-0,50889	30,588
-0,032324	-1,7187	30,062
-0,033616	+3,9995	31,265
-0,034203	+1,7446	31,81
-0,033242	-2,8092	30,916
-0,033594	+1,0604	31,244
-0,034263	+1,99	31,866

При необходимости Вы можете легко извлечь данные из отчетной таблицы. Для этого нажмите правой кнопкой мыши на интересующем Вам столбце. Появится небольшая панель с названием этого столбца и набором действий, которые Вы можете далее совершить:

Заряд раб., мКл	Развертка мВ/с.	Точ
-0,033057	500	77.
-0,032889	500	77.
-0,032324		
-0,033616		
-0,034203		
-0,033242		
-0,033594		
-0,034263		
-0,034039		
-0,033542		

Столбец:
Заряд раб., мКл

 Копировать

txt Сохранить

xls Сохранить

 Отмена

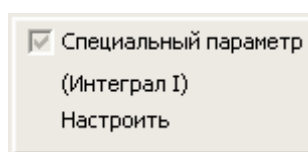
- скопировать данные столбца в буфер обмена, сохранить столбец в текстовый или экселевский файл.

Также данные отчетной таблицы можно извлечь их гистограммы (описана далее).

Помимо стандартных параметров, в отчетной таблице можно настроить под свои нужды так называемый специальный параметр. Его название выводится в отчетной таблице красным цветом.

Расчет специального параметра в отчетной таблице

Помимо стандартных параметров, в отчетной таблице можно настроить под свои нужды так называемый специальный параметр. (Его название выводится в отчетной таблице красным цветом). Для этого в настройках отчетной таблицы нужно зайти в настройки специального параметра, нажав на его название в настройках отчетной таблицы (оно представляет собой большую кнопку, открывающую настройки расчета специального параметра):



Поверх настроек отчетной таблицы появится следующая панель:

Настройки расчета специального параметра - Интеграл I

Оператор Интеграл по времени Операнд Ток Результат отображаем в осях: ---	Границы расчета по Времени от -3,624 с. до 267,7 с. ☐ Выбирать данные с начала шага ☒ Выбирать данные с конца шага ☐ Выбирать данные из всего шага	Выбор базовой линии интегрирования ☒ Равна нулю ☐ Линия на уровне 0 мА ☐ Линия, соединяющая границы расчета ☐ Линия на уровне начала выборки ☐ Линия на уровне конца выборки	Выбор данных для интегрирования ☐ Только те, что НАД базовой линией ☐ Только те, что ПОД базовой линией ☒ Все данные
--	--	---	---

В этой панели Вы можете настроить следующие параметры расчета специального параметра:

Оператор

Интеграл по времени

Интеграл по времени

Наклон во времени

Среднее

Максимум

Минимум

Макс. размах

- первая настройка задает тип оператора или операции, которую Вы бы хотели выполнить – рассчитать площадь, наклон, найти среднее, максимум, минимум или размах.

Операнд

Ток

Потенциал

Ток

Мощность

- вторая по очередности настройка – выбор операнда, над которым Вы хотите произвести действие. Например, для расчета заряда рассчитывают интеграл тока. Для расчета энергии – интегрируют мощность и тп.

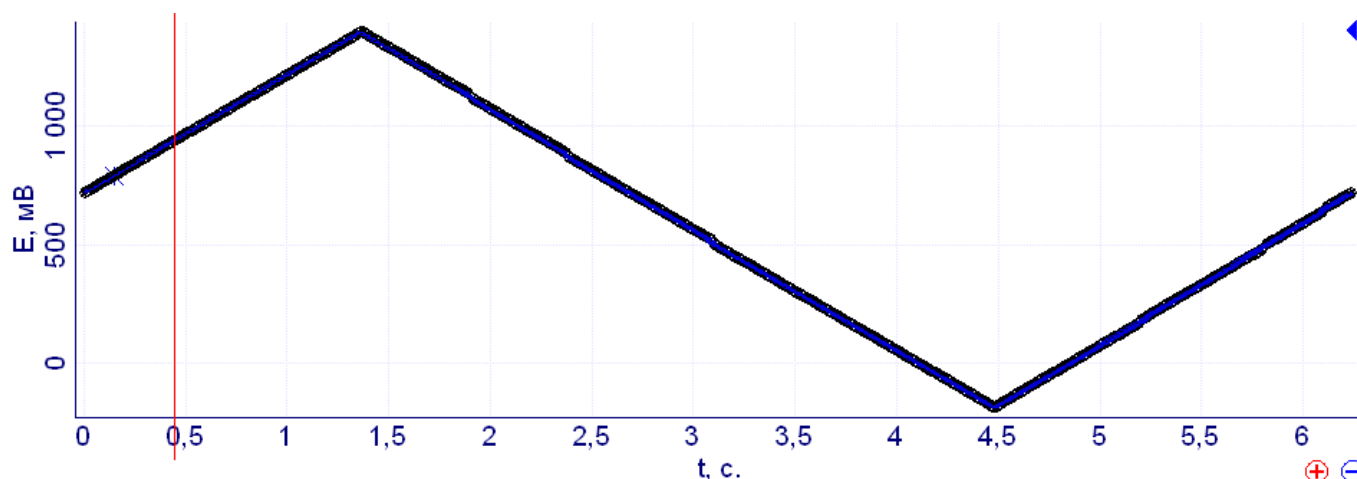
Границы расчета

по: Времени

от: -3,624 с.

до: 267,7 с.

- третьим этапом выбирают границы расчета. Как их выбирать – по времени, току или потенциалу – определяется типом осей на диаграмме, точнее типом горизонтальной оси. Поэтому прежде, чем двигаться дальше, выберите нужные Вам оси координат. После этого, Вы можете ввести границы расчета вручную, а можете и графически. Для этого нажмите кнопку  напротив нужной Вам границы. После этого кнопка станет неактивной, а Вам необходимо будет перенести указатель мыши на диаграмму. В ней при этом появится горизонтальная полоса, которая будет следовать по диаграмме за указателем мыши. Щелкните мышью, когда вертикальная полоса окажется в нужном Вам месте - значении выбираемой границы расчета (приблизительно 0,4 с на приведенном ниже примере):



После этого Вы можете выбрать вторую границу расчета.

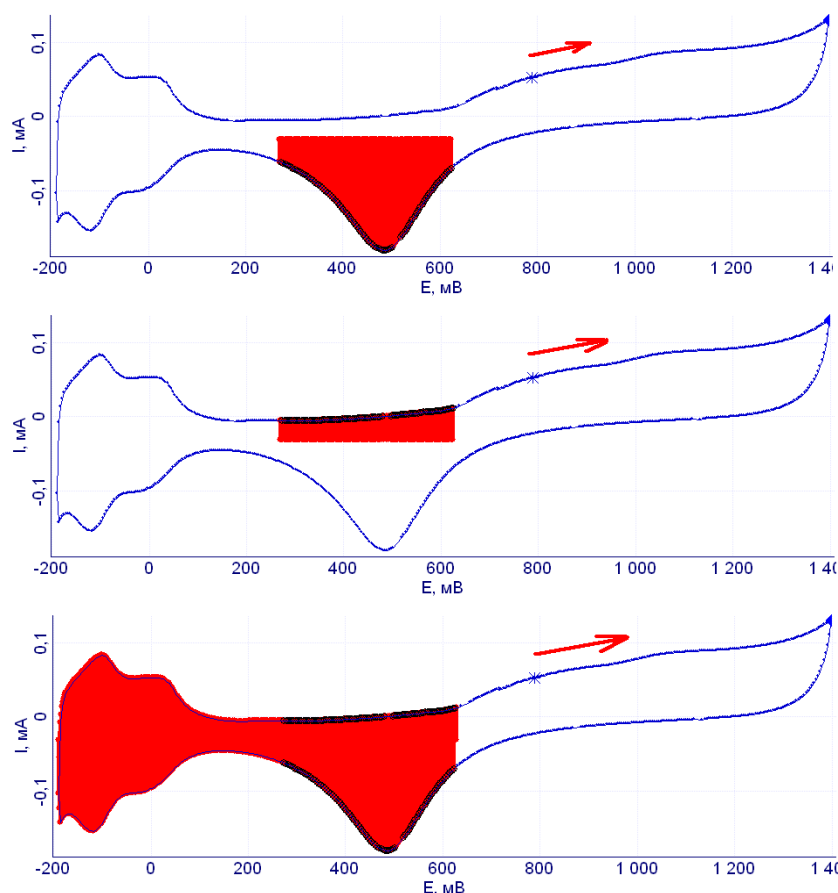
☐ Выбирать данные с начала шага

☒ Выбирать данные с конца шага

☐ Выбирать данные из всего шага

- эта настройка позволяет выбрать данные для расчета. К сожалению, заранее предсказать какую лучше выбрать – невозможно. Все сильно зависит

от ситуации – типа осей, пределов расчета и цели расчета. Рекомендуется настроить эту опцию в режим выбора данных всего шага. Выбор же данных с начала или конца чаще всего используется для интегрирования в осях тока от потенциала. Как правило, вольтамперная кривая, чаще всего ЦВА, имеет при этом гистерезис. Чтобы программа могла понять – какие данные – для катодного или анодного хода кривой нужно брать в расчет, и служит эта настройка. Ниже приведен пример интегрирования одной и той же ЦВА, но с различными настройками выбора данных (в порядке, в котором варианты этой настройки приведены в программе):



Красной стрелкой показано начало и направление развертки. Как видно, на первом рисунке – активирован режим “Выбирать данные с начала шага” и действительно, в интегрирование пошли те точки данных, которые ближе к началу шага в выбранном пользователем интервале потенциалов. На втором рисунке активирован режим “Выбирать данные с конца шага” и программа проинтегрировала данные, которые ближе к концу шага. В третьем случае активирован режим “Выбирать все данные” и программа проинтегрировала все данные. Выбирайте ту или иную настройку в зависимости от типа Ваших данных и необходимых Вам расчетов.

Выбор базовой линии интегрирования

☐ Равна нулю

☒ Линия на уровне

мА 

☐ Линия, соединяющая границы расчета

☐ Линия на уровне начала выборки

☐ Линия на уровне конца выборки

- следующая настройка это выбор базовой линии. В предыдущем примере с тремя способами интегрирования ЦВА как раз выбран второй вариант, представленный здесь. Если Вы не уверены, какую из настроек базовой линии лучше выбрать – попробуйте все и выберите нужную Вам. Для выбора линии на определенном уровне, имеется кнопка графического выбора , после нажатия которой необходимо переместить указатель мыши в область диаграммы и по появлению горизонтальной линии выбрать нужное вам значение щелкнув мышью.

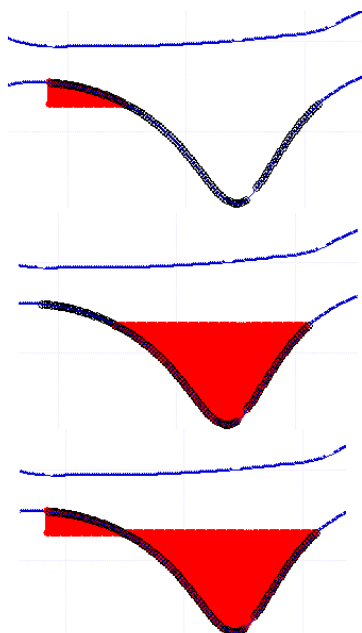
Выбор данных для интегрирования

☐ Только те, что НАД базовой линией

☐ Только те, что ПОД базовой линией

☒ Все данные

- Эта опция служит для разрешения вот таких, к примеру, ситуаций:

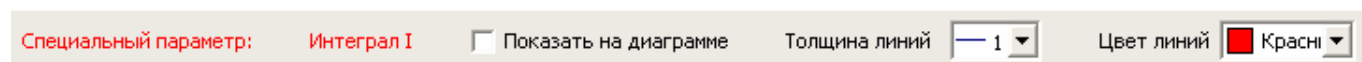


- на этом рисунке приведено три варианта выбора данных для интегрирования – над базовой линией, под базовой линией, всех данных.

Вынуждены заметить, что настройки автоматического параметра на первый взгляд достаточно сложны. Это обусловлено универсальностью и гибкостью его расчетов.

Если Вы обрабатываете однотипные данные, то нет необходимости настраивать все параметры каждый раз. Выберите нужные Вам настройки и не меняйте их при переходе, например, от одного образца к другому. Гибкость настроек позволяет создать очень хорошие привязки, например, к началам пиков ЦВА кривых, даже если эти пики, к примеру, смещаются от цикла к циклу по потенциалам. Если же Вам необходима более простая обработка, например, интегрирования или расчета наклонов, то Вы можете воспользоваться возможностями ручной обработки. Специальный же параметр имеет смысл настраивать тогда, когда нужно обработать много (несколько десятков) циклов, и нет иного способа автоматизировать этот процесс. Из рекомендаций, можем посоветовать перед началом настроек специального параметра в режиме интегрирования – выбрать для интегрирования все данные, так как, к примеру, одновременная активация настроек – “данные только над базовой линией” и “данные с начала шага” может привести к тому, что в расчет не будет принято вообще никаких данных.

Чтобы видеть на диаграмме результат расчета специального параметра, воспользуйтесь следующими настройками отчетной таблицы:

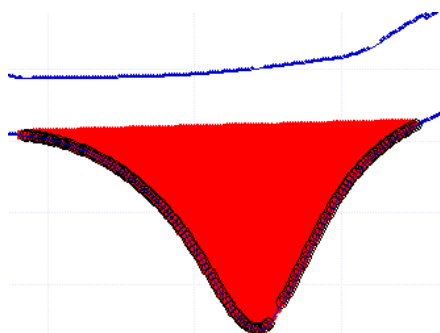


В этих настройках:

Специальный параметр: Интеграл I - информирование о том, какой параметр и как рассчитывается (в этом примере интегрируется ток).

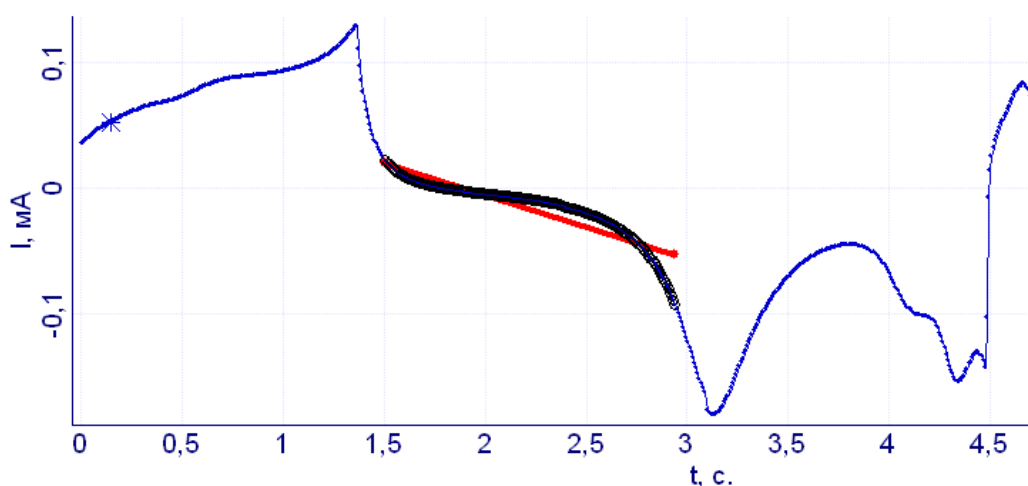
☐ **Показать на диаграмме** - эта настройка включает или отключает отображение на диаграмме рассчитываемого специального параметра, например площадей пиков в интегрировании.

Толщина линий: 1 **Цвет линий: Красн** - эти параметры меняют визуальные настройки того, как будет отображаться на диаграмме специальный параметр (толщину его линий и цвет).



- на диаграмме выбранным цветом отображается рассчитываемый параметр, в данном случае площадь пика. Черными кружками подсвечиваются те точки данных, которые принимаются в расчет.

Пример расчета наклона во времени (черными кружками подсвечены те точки данных, по которым производился расчет, красной линией изображена прямая с расчетным наклоном, подобным образом будут отображаться максимумы, минимумы, размахи):



Нет данных

Отчетная таблица по всем циклам для шага 1, блока данных 1 (Pt-H2SO4)

Настройки расчета специального параметра - Наклон I

Цикл	Оператор	Операнд	Результат отображаем в осях:
1			
2	Наклон во времени		
3			
4			
5		Ток	
6			
7			
8			
9			
10			

Специальный параметр: **Наклон I** ☒ Показать на диаграмме Толщина линий Цвет линий

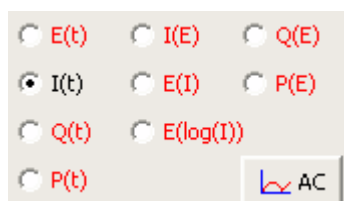
Результат отображаем в осях:

I(t)

- в левой нижней части панели настроек расчета специального параметра выводится информация о том, в каких осях координат можно увидеть результат расчета. Если эта надпись синего цвета, значит, выбран допустимый для

данного расчета тип осей, и результат можно увидеть на диаграмме. Если же этот текст красного цвета, то в выбранных осях невозможно отобразить рассчитываемый параметр. Если отключена опция “Показать на диаграмме специальный параметр”, то в этой надписи не будет перечислено никаких осей координат.

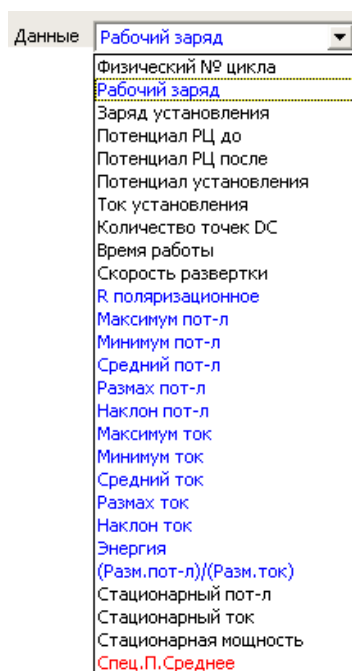
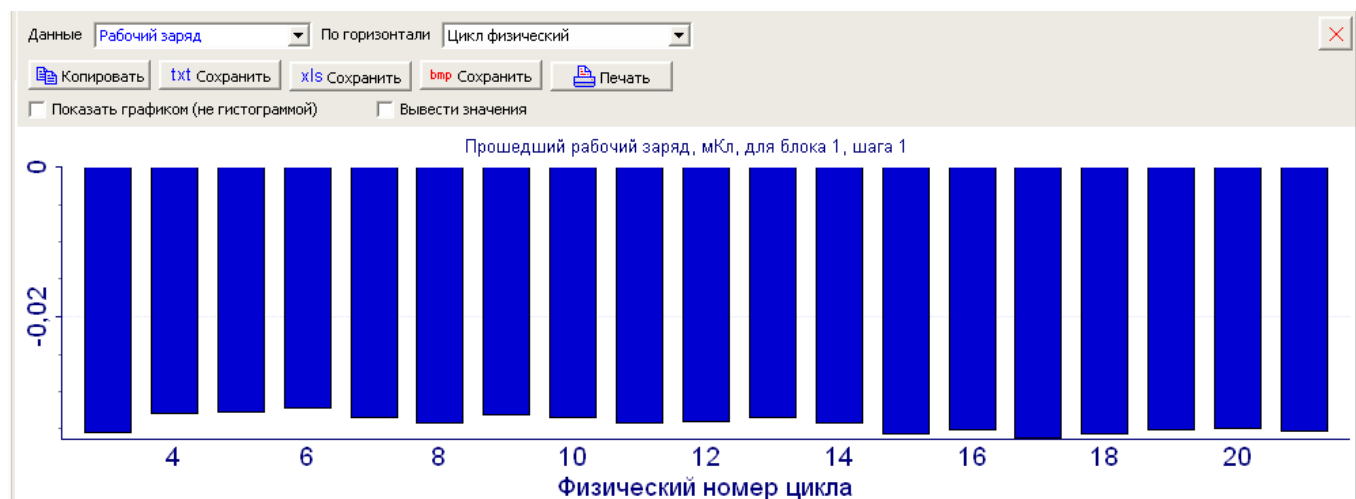
Точно такими же цветами при этом подсвечиваются и сами типы осей координат:



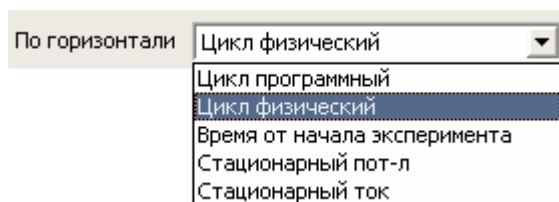
- красным цветом отмечены те типы осей, в которых результат расчета выбранного специального параметра – невозможен. Если настройки специального параметра закрыть, подсвечивание цветами отключится и все типы осей будут выведены стандартным черным цветом.

Гистограмма отчетной таблицы

Гистограмма очень удобна для формирования отчетов, например, чтобы посмотреть графически - как менялся прошедший заряд в ходе циклирования аккумулятора.

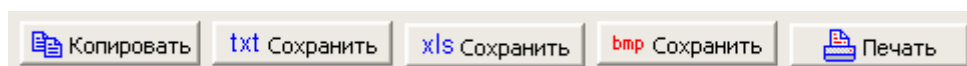


- в этом выпадающем меню можно выбрать параметр, который Вы бы хотели видеть на гистограмме. Цвета здесь точно такие же, как в отчетной таблице. Смысл цветов тот же, рассчитываются параметры точно так же, как и в отчетной таблице.

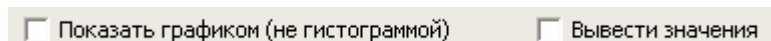


- в этом выпадающем меню можно выбрать – что будет отложено в гистограмме по горизонтальной оси. Напоминаем, что программный номер цикла не всегда совпадает с физическим.

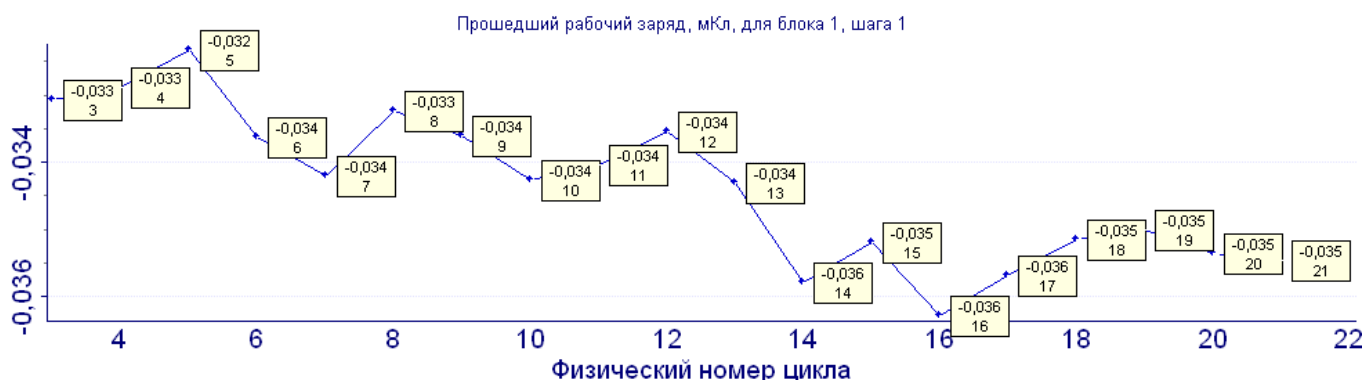
Значения стационарных потенциалов и токов рассчитываются как среднее за последнюю секунду работы обрабатываемого цикла-шага данных.



- нажмите нужную Вам кнопку чтобы – скопировать выведенные на гистограмме данные в буфер обмена, сохранить данные в текстовый файл, в файл Экселя, в виде картинки или распечатать гистограмму.

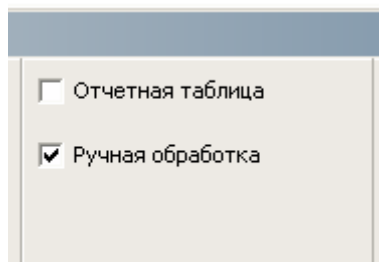


- эти элементы управления позволяют задать желаемый вид гистограммы, например:



Ручная обработка данных

Панель ручной обработки данных, состоящая из нескольких вкладок, появляется в нижней части окна диаграммы альтернативно отчетной таблице если. Для этого нужно включить соответствующую опцию в верхней части окна диаграммы:

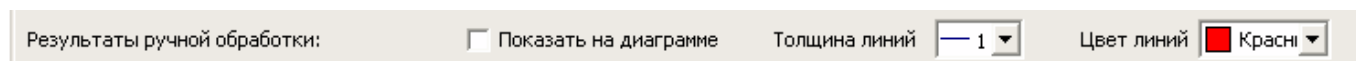


Панель ручной обработки выглядит следующим образом (если распахнута первая ее вкладка):



Каждая вкладка имеет свои элементы управления и инструменты, предназначенные для выполнения какого либо действия по обработке данных.

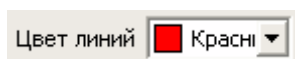
Общей для всех вкладок является панель настройки отображения на диаграмме результатов обработки:



Эта панель аналогична такой же для отображения результатов расчета специального параметра. В ней Вы можете включить или выключить вывод на диаграмму результатов обработки графически ☐ Показать на диаграмме

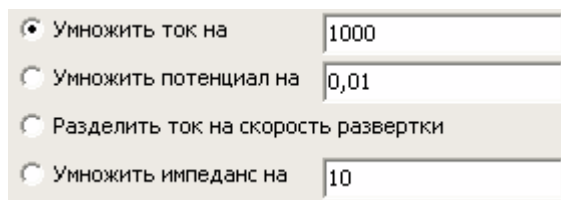
назначить толщину линий, которыми выводить результат

а также их цвет



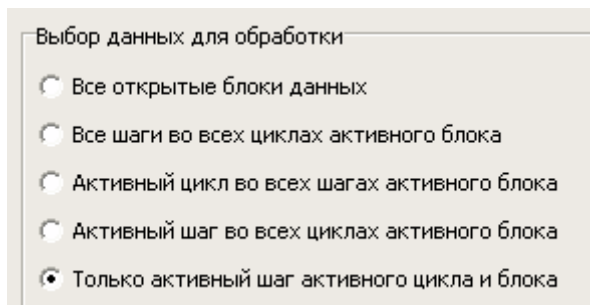
Ручная обработка – умножение и деление данных на константу

Эта операция может быть полезна при пересчете, например токов на видимую площадь образца или его массу. Вы можете выполнить любое из следующих действий:

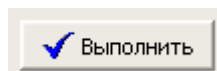


Особого внимания заслуживает деление на скорость развертки. При выполнении этой операции, фактически вместо значений тока получатся значения емкостей. Программа не меняет при этом обозначения осей, они по-прежнему останутся в единицах тока. Имейте пожалуйста это ввиду, если будете выполнять деление. Также любое умножение- деление можно выполнить последовательно несколько раз.

Перед выполнением операций умножения и деления необходимо выбрать данные, над которыми Вы планируете произвести эти операции:



Вы можете одновременно обработать как все открытые блоки (файлы) данных, так и обработать только один какой либо шаг-цикл данных в одном открытом блоке данных. Выберите необходимые Вам данные. Также убедитесь, что активным является именно нужный Вам шаг, цикл и блок данных. При необходимости включите для этого опцию выделения активного шага в настройках диаграммы.



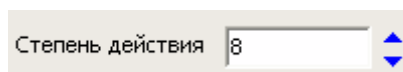
- эту кнопку необходимо нажать для того, чтобы выполнить нужную вам операцию умножения или деления. После первого выполнения станет доступна кнопка отмены:



Этой кнопкой можно отменить результат одного последнего действия – деления-умножения.

Ручная обработка – операции сглаживания экспериментальных кривых

Операции сглаживания преобразуют данные. Для всех их нужно выбрать степень действия:



Усреднение – количество точек данных уменьшится в число раз, равное степени действия. Будет сформирован новый массив данных, в котором новые данные будут являться усредненными из старых данных. Усреднение будет производиться по количеству точек равному степени действия. Например, при степени действия 5, первая точка нового массива данных будет являться средним из первых 5-ти точек старых данных. Вторая точка нового массива будет являться средним из старых точек с номерами 6-10 и так далее.

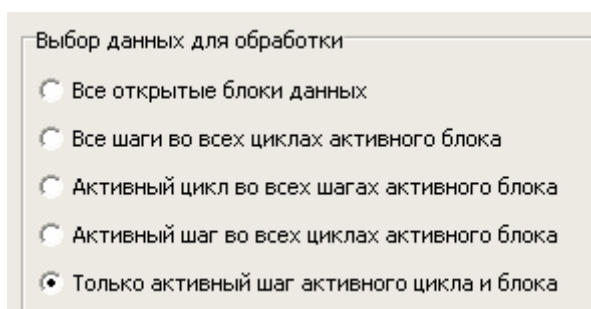
Сглаживание скользящим средним – количество точек данных останется тем же, что и было. Операция похожа на предыдущую, но не меняет количество точек данных. Формируется новый массив данных, в котором каждая точка данных это есть среднее по количеству точек, равному степени действия, из старого массива данных. Например, при степени действия 5, первая точка нового массива будет являться средним точек с номерами 1-5. Вторая точка данных нового массива будет средним точек с номерами 2-6 из старого массива и так далее.

Сглаживание Вейвлет – операция сглаживания кривых, использующая соответствующие преобразования. В некоторых случаях дает выбросы на краях обрабатываемого массива данных.

Удаление случайных выбросов – операция сканирует массив и удаляет случайно выбросившиеся точки данных.

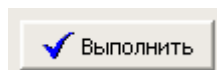
Сглаживание рассчитанным в аппроксимации полиномом. Эта опция станет активной только после того, как будет выполнена какая либо аппроксимация данных полиномом. В этом случае Вы сначала производите аппроксимацию в соответствующей вкладке ручной обработки (полиномом нужной степени и нужного Вам типа), затем переходите во вкладку "Сглаживание" и производите сглаживание. При этом данные будут заменены значениями рассчитанного полинома для каждой точки данных.

Перед выполнением операций сглаживания необходимо выбрать данные, над которыми Вы планируете произвести эти операции:



Вы можете одновременно обработать как все открытые блоки (файлы) данных, так и обработать только один какой либо шаг и цикл данных в одном открытом блоке данных. Выберите необходимые Вам данные. Также убедитесь, что активным является именно нужный Вам шаг, цикл и блок данных. При необходимости включите для этого опцию выделения активного шага в настройках диаграммы.

Если Вы хотите произвести сглаживание рассчитанным ранее полиномом, то пожалуйста проследите за тем, чтобы выбор данных для обработки был одним и тем же как при расчете полинома, так и при выполнении сглаживания с его помощью.



- эту кнопку необходимо нажать для того, чтобы выполнить нужную вам операцию сглаживания. После первого выполнения станет доступна кнопка отмены:



Этой кнопкой можно отменить результат одного последнего сглаживания данных.

Ручная обработка – аппроксимация данных

Скриншот интерфейса для ручной обработки данных. В нем есть следующие элементы:

- Группа радиокнопок для выбора метода аппроксимации:
 - ☒ Прямая $y=ax+b$ в любых выбранных координатах диаграммы
 - ☐ Полином МНК
 - ☐ Полином Чебышева
 - ☐ Окружность (только в координатах $Im(Re)$)
- Панель для полиномов МНК и Чебышева:
 - Степень: (с кнопками вверх/вниз)
 - Оси: $E(t), I(t)$ (с кнопками вверх/вниз)
- Чекбокс: ☐ Нормировать ось X на $[-1, 1]$
- Чекбокс: ☒ Показать на диаграмме центр

Для всех операций аппроксимации общим является меню выдачи результата:

Скриншот меню выдачи результата аппроксимации:

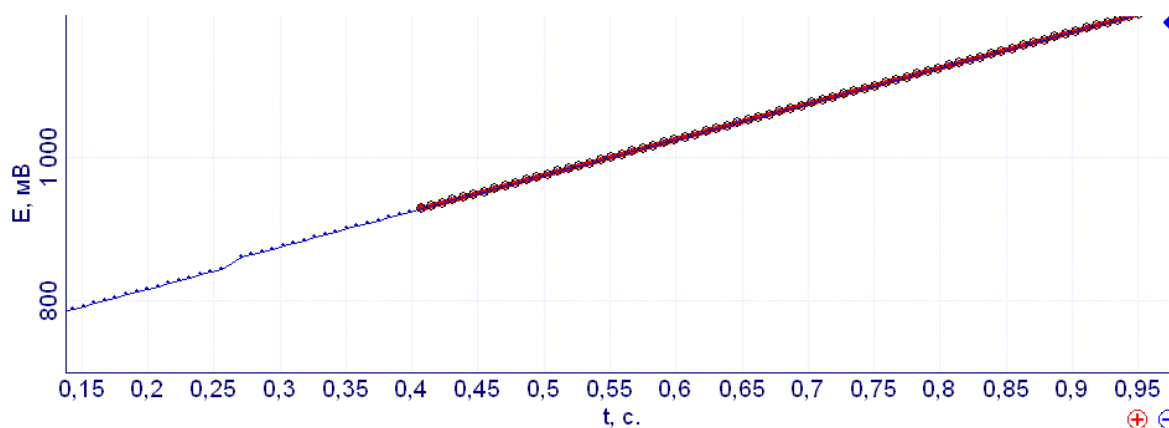
Аппроксимация прямой:
Уравнение: $Y = 0,50042 * X + 0,72486$
Достоверность аппроксимации
 $R^2: 0,99999$
Аппрокс.Bl:1, Cy:1, St: 1

Также общим является выбор точек данных, над которыми Вы хотите выполнить аппроксимацию:

Скриншот интерфейса выбора точек данных. Поле "Выбрать точки с" содержит значение 90, а поле "по" содержит значение 99. Между полями находится кнопка с кнопками вверх/вниз.

Данные выбираются по точкам. При необходимости, Вы можете выбрать все данные включив опцию ☒ Все данные (эта опция удобна в том случае, если Вы аппроксимируете сразу несколько блоков или циклов данных, и может оказаться, что какие либо из массивов данных длиннее, чем активный шаг и цикл данных, для которого Вы выбираете номера точек). Номера точек данных можно взять из таблицы данных или щелкнув мышью по нужной Вам точке кривой на диаграмме в режиме выделения активного шага данных (выделение активного шага включается в настройках диаграммы). Номер точки при этом отобразится снизу окна диаграммы обработки.

На диаграмме выбор данных для аппроксимации выглядит следующим образом (черные кружки подсвечивают те точки данных, которые будут обработаны, красная, в данном случае, прямая показывает результат аппроксимации):



Вы можете выполнить несколько типов аппроксимации данных.

Прямая в любых выбранных координатах диаграммы. В качестве результата Вам будет предоставлено уравнение прямой $y=ax+b$. Перед выполнением этой операции нужно выбрать оси координат.

Полином МНК или полином Чебышева нужной степени (от 2 до 50). Выполняется только для данных тока или потенциала. Выбор определяется осями координат – ток или потенциал от времени соответственно. По окончании аппроксимации будет выдан такой результат:

Аппрокс. Bl:1, Cy:1, St: 1

Аппроксимация полиномом степени: 4

Коэффициенты полинома начиная с нулевого для активного блока-цикла-шага:

-5,5264E-5

0,00018118

0,00037249

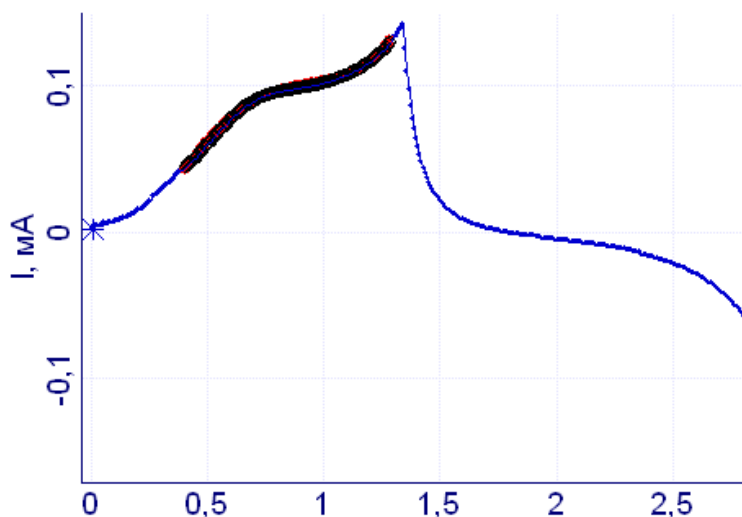
-0,00069035

0,00029415

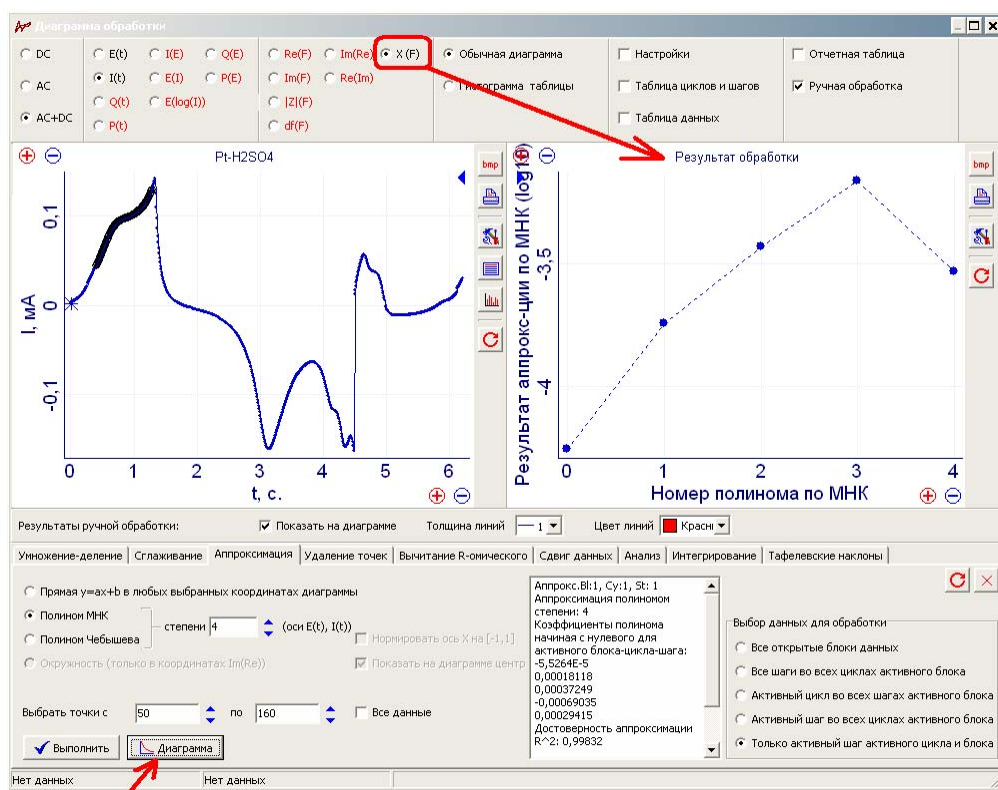
Достоверность аппроксимации R^2 : 0,99832

Максимальное отклонение: 2,3857E-6.

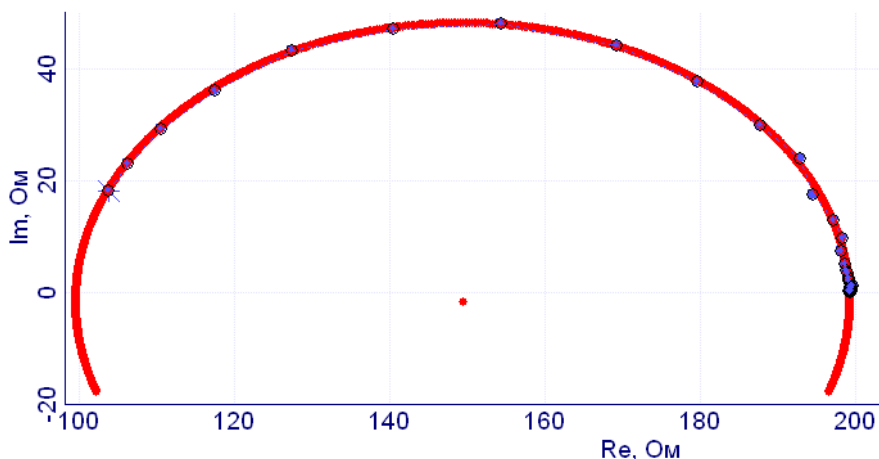
То есть будут выведены погрешности и сами коэффициенты полинома. Графически результат будет представлен в следующем виде:



При нажатии кнопки “Диаграмма”, откроется вторая диаграмма (АС - переменноточковая), на которой Вы сможете увидеть значения коэффициентов полинома в зависимости от их номера. Вторая диаграмма при этом будет соответствовать АС – данным подобно данным импеданса. Но так как самих данных импеданса возможно нет (или если они есть, то чтобы их не испортить), значения коэффициентов полинома будут храниться в специальном массиве данных $X(F)$ и будут отображаться на переменноточковой диаграмме если выбрать соответствующие оси координат.



Аппроксимация окружностью для данных импеданса. Также для данных импеданса можно произвести и аппроксимацию прямой. После этого графически будет получен следующий результат:



а также выдана следующая текстовая информация:

Аппроксимация окружностью

Центр по X: 149,58, Ом

Центр по Y: -1,7887, Ом

Радиус: 49,86, Ом

Диаметр: 99,72, Ом

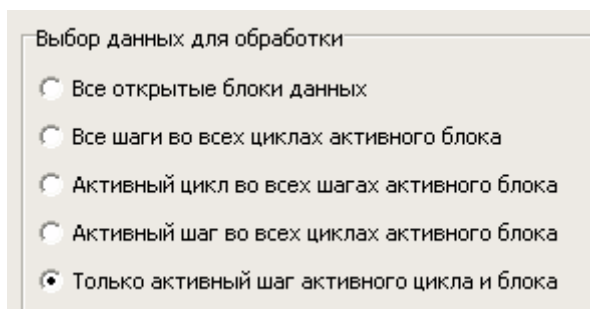
Пересечение X: 99,755, Ом

Пересечение X: 199,41, Ом

Между пересечениями оси X: 99,656, Ом

Аппрокс. Bl:1, Cy:1, St: 1

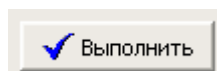
Перед выполнением операций аппроксимации необходимо выбрать данные, над которыми Вы планируете произвести эту операцию:



Вы можете одновременно обработать как все открытые блоки (файлы) данных, так и обработать только один какой либо шаг или цикл данных в одном открытом блоке данных. Выберите необходимые Вам данные. Также убедитесь, что активным является именно нужный Вам шаг, цикл и блок данных. При необходимости включите для этого опцию выделения активного шага в настройках диаграммы.

Эта настройка – выбор данных для обработки, не доступна для аппроксимации прямой и окружностью. Групповую обработку (например, всех циклов) можно произвести только для полиномов.

При необходимости Вы можете использовать рассчитанный полином для выполнения операций сглаживания. Чтобы операция выполнялась корректно, необходимо выполнять ее для одних и тех же данных (всех циклов или только одного) – как аппроксимацию, так и последующее сглаживание. То есть в обеих вкладках – Аппроксимация и Сглаживание, при этом должны быть выбраны одни и те же данные для обработки - все блоки или все циклы или только один шаг или цикл. Также при этом нельзя менять номер активного шага или цикла или блока данных.



- эту кнопку необходимо нажать для того, чтобы выполнить нужную вам операцию аппроксимации.

Ручная обработка данных – удаление точек данных

Выбрать точки с по

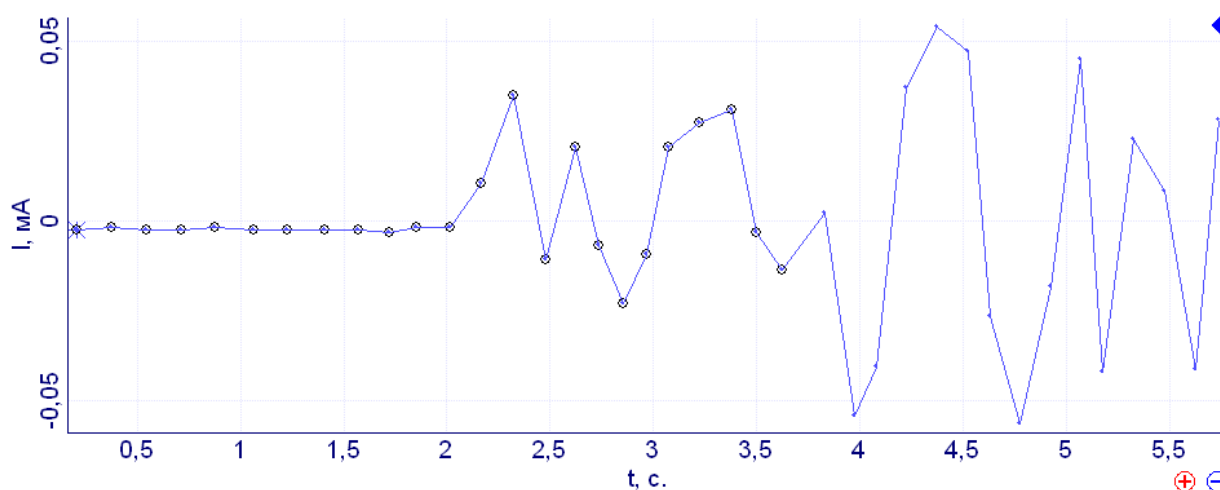
☒ DC - данные

☐ AC - данные

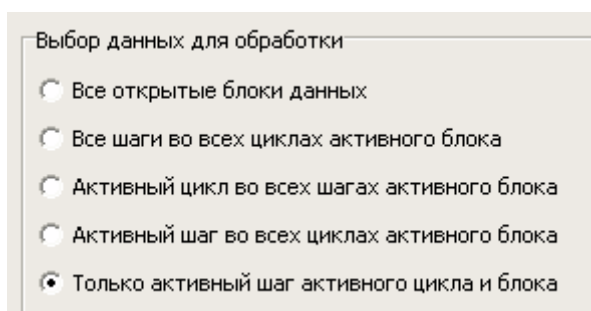
Какие из данных удалять, задается типом диаграммы DC, AC, AC+DC

Это достаточно простая операция обработки. Сначала нужно выбрать удаляемые точки данных по их номерам. Номера точек данных можно взять из таблицы данных или щелкнув мышью по нужной Вам точке кривой на диаграмме в режиме выделения активного шага данных (выделение активного шага включается в настройках диаграммы). Номер точки при этом отобразится снизу окна диаграммы обработки.

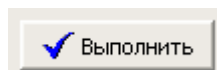
После этого нужно нажать кнопку "Выполнить". Точки, планируемые к удалению, будут подсвечены черными кружками (если конечно, включена опция – показывать на диаграмме результаты ручной обработки). На диаграмме процесс выбора удаляемых точек данных выглядит следующим образом:



Перед выполнением операций аппроксимации необходимо выбрать данные, над которыми Вы планируете произвести эту операцию:



Вы можете одновременно обработать как все открытые блоки (файлы) данных, так и обработать только один какой либо шаг или цикл данных в одном открытом блоке данных. Выберите необходимые Вам данные. Также убедитесь, что активным является именно нужный Вам шаг, цикл и блок данных. При необходимости включите для этого опцию выделения активного шага в настройках диаграммы.



- эту кнопку необходимо нажать для того, чтобы выполнить нужную вам операцию удаления точек данных. После первого выполнения станет доступна кнопка отмены:



Этой кнопкой можно отменить результат одного последнего удаления данных.

Ручная обработка данных – вычитание омического сопротивления

Омическое сопротивление вычитается из данных потенциала для каждой точки данных по следующей формуле:

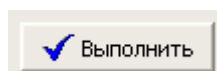
$$E_{\text{в точке новое}} = E_{\text{в точке старое}} - I_{\text{в точке}} * R_{\text{омическое}}$$

Обратите внимание, что если Вы выполняли линейную или циклическую развертку потенциала, то фактически в результате вычитания омического сопротивления на этой стадии обработки, корректируется потенциал, и его линейная развертка перестает быть истинно линейной и промодулируется данными тока. Чтобы этого не происходило, в тех случаях, когда это критично, используйте аппаратную IR-компенсацию в приборе. В некоторых случаях это может оказаться критичным, например, при точной обработке пиков ЦВА. В других случаях это может быть не столь важно.

При необходимости Вы можете вычесть омическое сопротивление и из данных импеданса, которое эквивалентно просто сдвигу годографа импеданса по действительной оси.

Перед выполнением операций вычитания омического сопротивления необходимо выбрать данные, над которыми Вы планируете произвести эти операции:

Вы можете одновременно обработать как все открытые блоки (файлы) данных, так и обработать только один какой либо шаг и цикл данных в одном открытом блоке данных. Выберите необходимые Вам данные. Также убедитесь, что активным является именно нужный Вам шаг, цикл и блок данных. При необходимости включите для этого опцию выделения активного шага в настройках диаграммы.



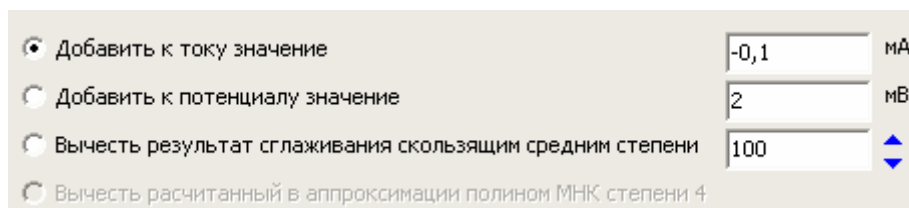
- эту кнопку необходимо нажать для того, чтобы выполнить нужную вам операцию вычитания омического сопротивления. После первого выполнения станет доступна кнопка отмены:



Этой кнопкой можно отменить результат одного последнего вычитания омического сопротивления.

Само значение омического сопротивления Вы можете измерить и рассчитать импульсным методом, или измерить его методом импеданса.

Ручная обработка данных – сдвиг данных



Вы можете выполнить следующие операции сдвига данных:

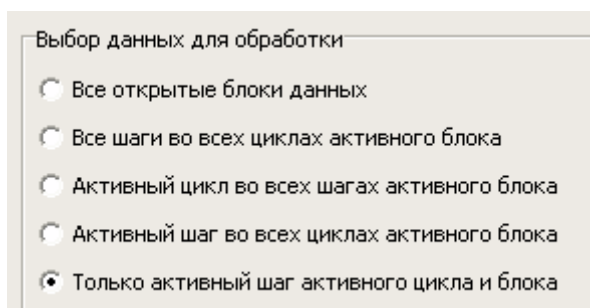
Добавить некоторое значение к току (сдвинуть данные тока).

Добавить некоторое значение к потенциалу (например, пересчитать потенциалы относительно хлор-серебряного электрода к потенциалам стандартного водородного).

Вычесть результат сглаживания скользящим средним по заданному количеству точек. При этом сначала будет выполнена операция расчета виртуального массива, состоящего из данных скользящего среднего, а затем он будет поточечно вычтен из исходного массива данных. Эта операция можно сказать противоположна операции сглаживания скользящим средним.

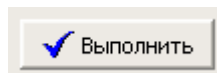
Также, если ранее Вами был рассчитан в аппроксимации полином, то его также можно будет вычесть из данных. Эта операция можно сказать противоположна операции сглаживания полиномом.

Перед выполнением операций сдвига данных необходимо выбрать данные, над которыми Вы планируете произвести эти операции:



Вы можете одновременно обработать как все открытые блоки (файлы) данных, так и обработать только один какой либо шаг данных в одном открытом блоке данных. Выберите необходимые Вам данные. Также убедитесь, что активным является именно

нужный Вам шаг, цикл и блок данных. При необходимости включите для этого опцию выделения активного шага в настройках диаграммы.



- эту кнопку необходимо нажать для того, чтобы выполнить нужную вам операцию сдвига данных. После первого выполнения станет доступна кнопка отмены:

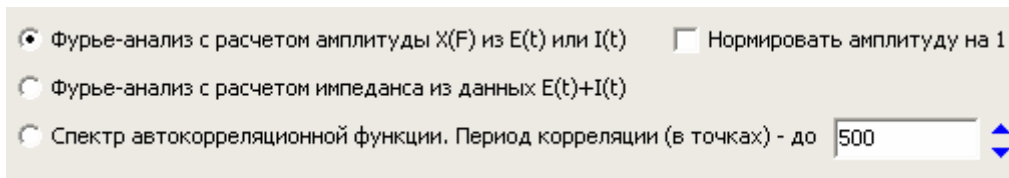


Этой кнопкой можно отменить результат одного последнего сдвига данных.

При вычитании рассчитанного ранее полинома, обязательно проследите за тем, чтобы в расчете полинома и сдвиге данных были выбраны одни и те же данные для обработки. Также при этом нельзя менять номер активного шага или цикла данных.

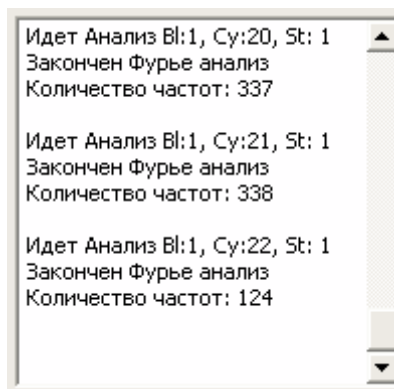
Ручная обработка данных – анализ

Вы можете произвести некоторые операции анализа экспериментальных данных.



Фурье-анализ с расчетом амплитуды $X(F)$ из $E(t)$ или $I(t)$ ☐ Нормировать амплитуду на 1
Фурье-анализ с расчетом импеданса из данных $E(t)+I(t)$
Спектр автокорреляционной функции. Период корреляции (в точках) - до 500

Для всех операций аппроксимации общим является меню выдачи результата:



Идет Анализ Bl:1, Cy:20, St: 1
Закончен Фурье анализ
Количество частот: 337

Идет Анализ Bl:1, Cy:21, St: 1
Закончен Фурье анализ
Количество частот: 338

Идет Анализ Bl:1, Cy:22, St: 1
Закончен Фурье анализ
Количество частот: 124

Также общим является выбор точек данных, с которыми Вы хотите выполнить аппроксимацию:

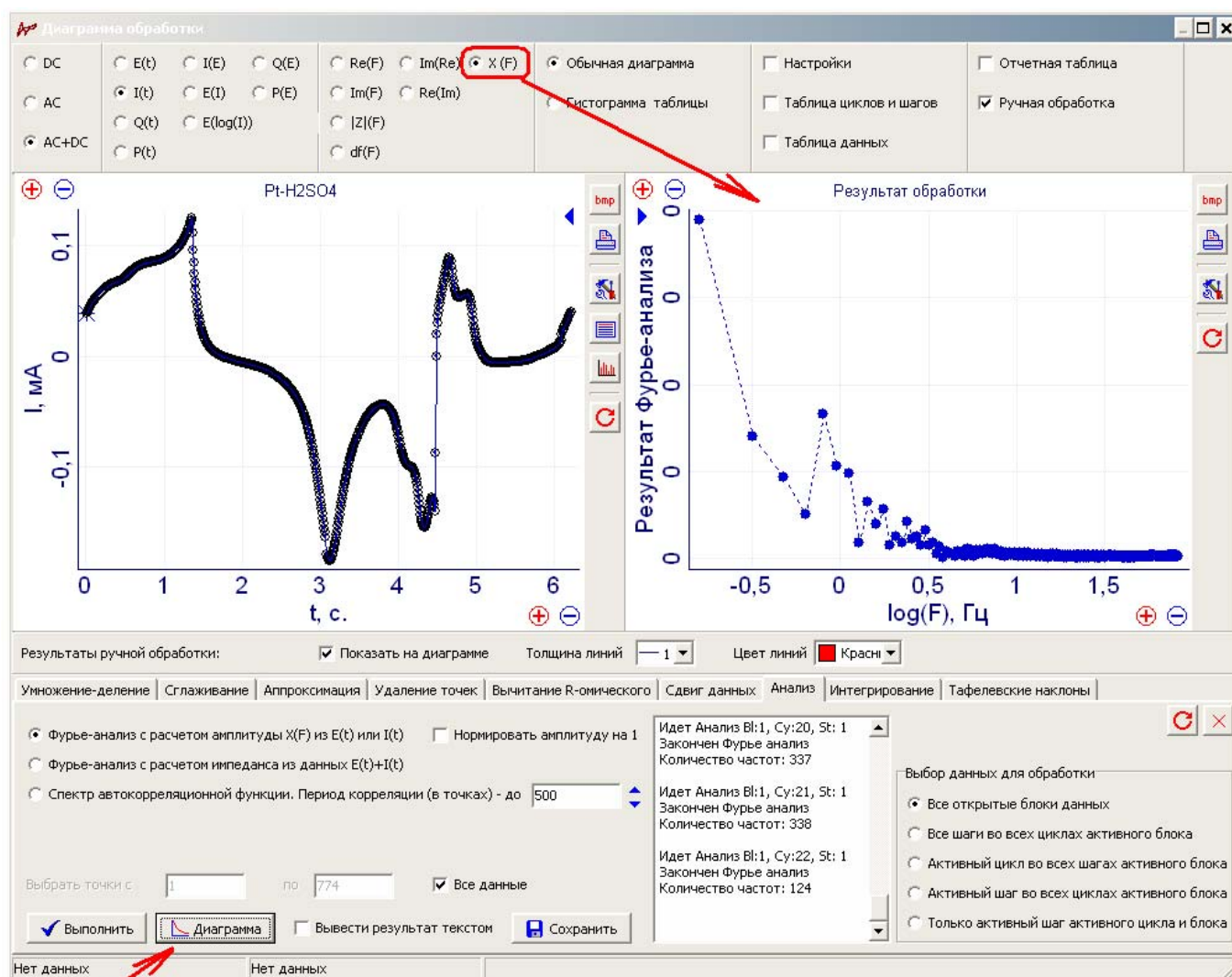


Выбрать точки с 90 по 99

Данные выбираются по точкам. При необходимости, Вы можете выбрать все данные включив опцию ☐ Все данные. Номера точек данных можно взять из таблицы данных или щелкнув мышью по нужной Вам точке кривой на диаграмме в режиме выделения активного шага данных (выделение активного шага включается в настройках диаграммы). Номер точки при этом отобразится снизу окна диаграммы обработки.

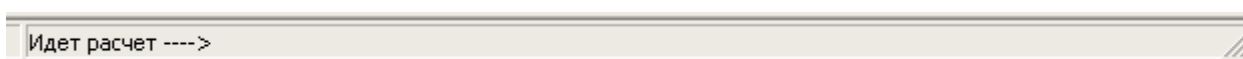
Доступны следующие операции анализа:

Фурье-анализ с расчетом амплитуды для каждой проанализированной частоты. Вы можете просмотреть результат на АС диаграмме нажав кнопку "Диаграмма" внизу панели анализа. При этом окно обработки приобретет следующий вид:



Рассчитанные для каждой частоты амплитуды будут сохранены в массиве данных $X(F)$ и будут доступны к отображению на АС-диаграмме. При необходимости Вы можете сохранить этот массив в текстовый файл вместе с частотами нажав кнопку "Сохранить" внизу панели анализа.

Процесс Фурье-анализа может занимать некоторое время – несколько секунд, при этом прогресс расчета будет отображаться в нижней части окна диаграммы обработки:

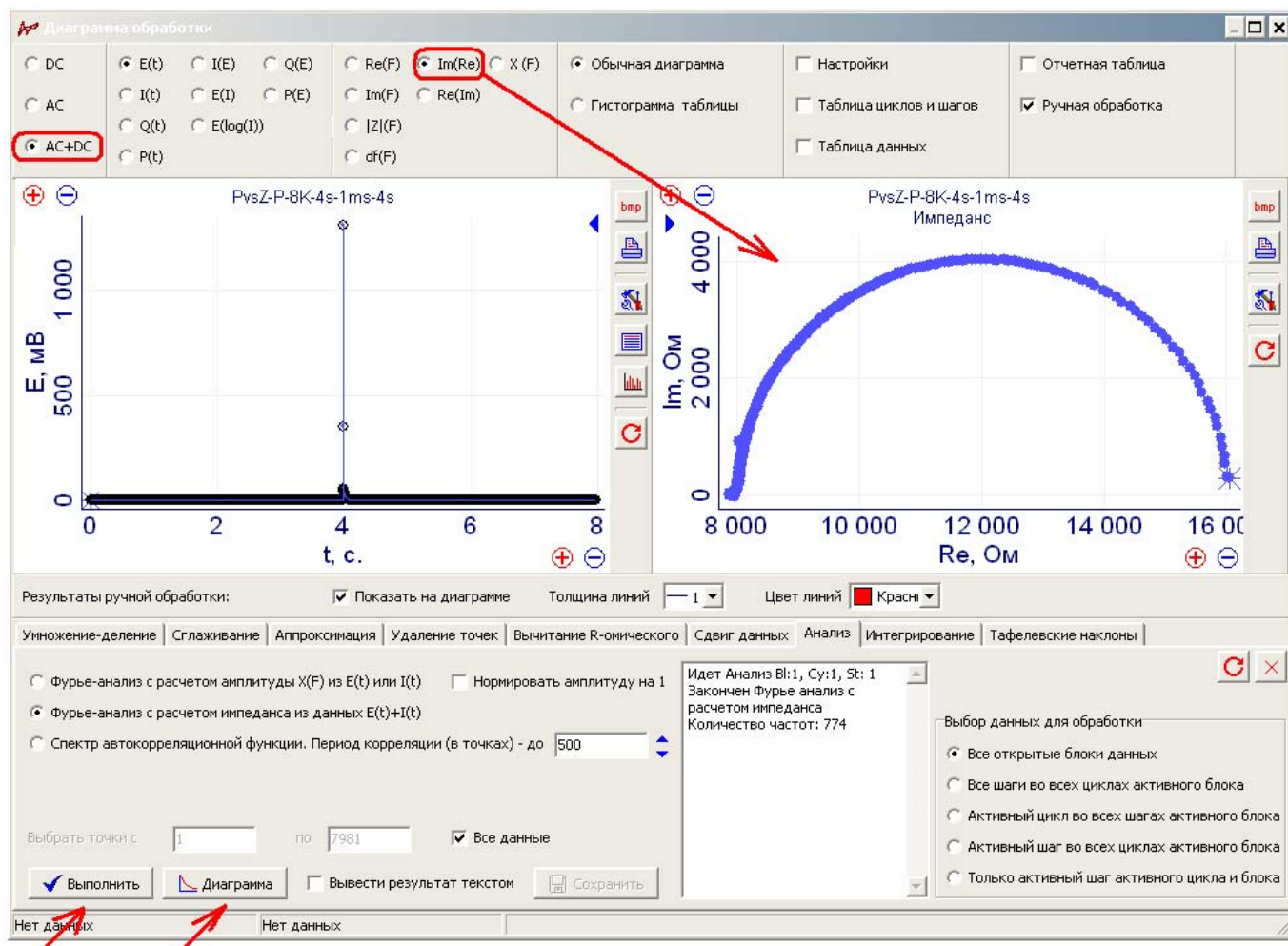


Не рекомендуется выполнять какие либо действия во время, когда идет расчет.

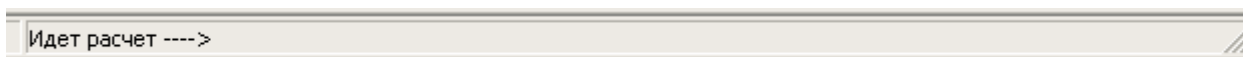
Следующий тип анализа это Фурье-анализ с расчетом импеданса. Он рассчитывает спектр импеданса из данных тока и потенциала. В результате создается полноценный набор переменноточковых данных импеданса, доступный к отображению в

АС-координатах. Также, если Вы сохраните обрабатываемые данные в окне навигатора, то эти рассчитанные АС-данные будут сохранены вместе с DC-данными как полноценные данные импеданса в виде частот, мнимых и действительных составляющих импеданса.

Ниже приведен пример анализа с выводом результата на диаграмму:



Процесс Фурье-анализа может занимать некоторое время – несколько секунд, при этом прогресс расчета будут отображаться в нижней части окна диаграммы обработки:

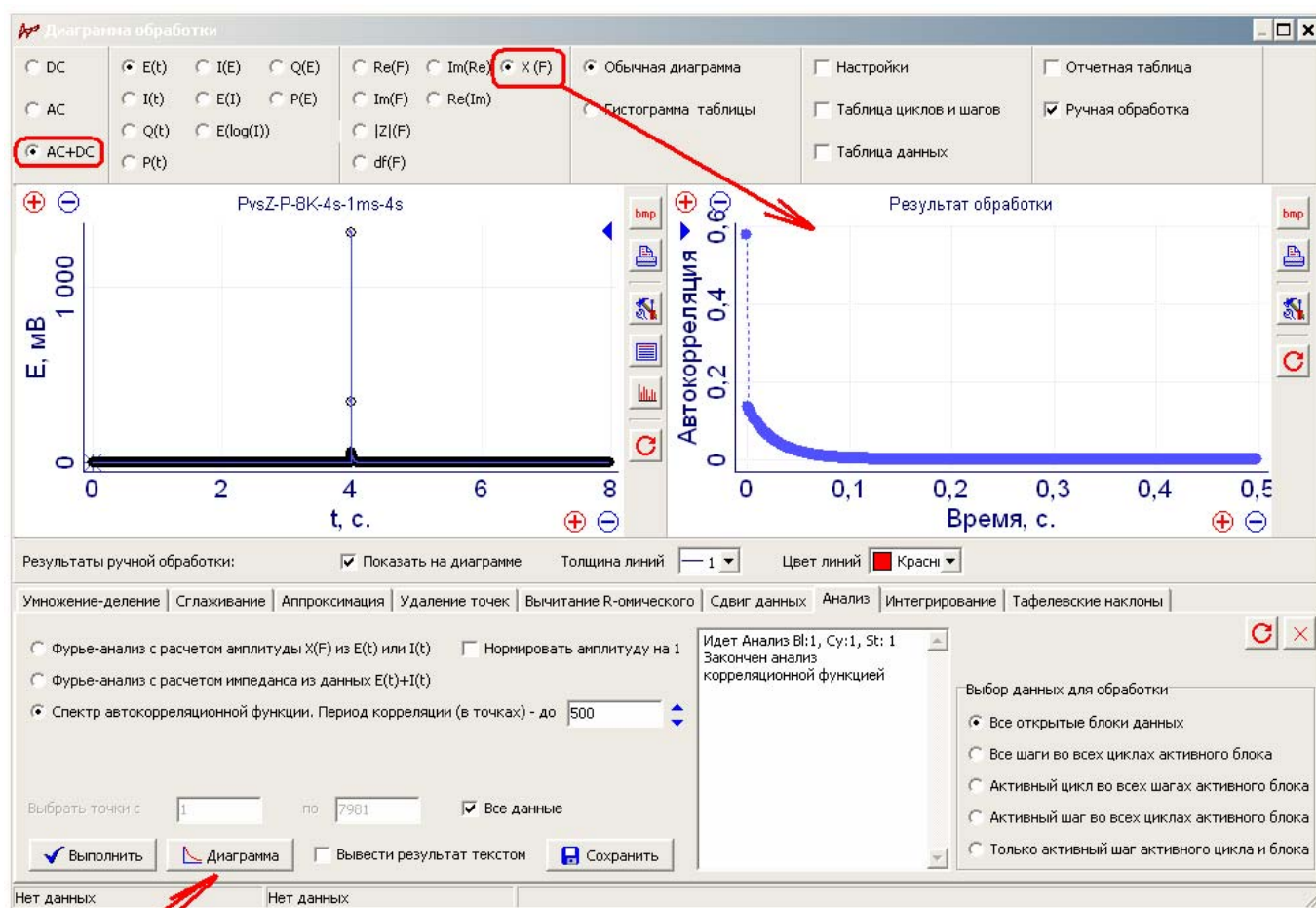


Не рекомендуется выполнять какие либо действия во время выполнения расчета.

Следует заметить, что далеко не все постоянноточковые экспериментальные данные принципиально могут быть обработаны так, чтобы получить из них годограф

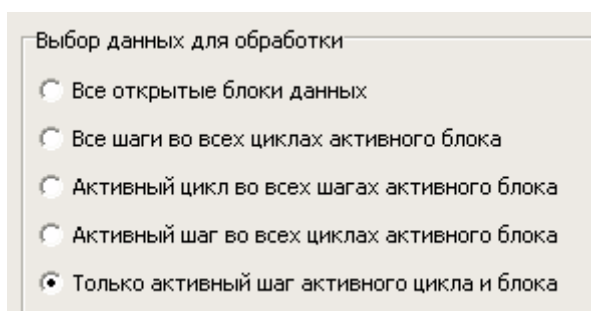
импеданса. Для этого требуются специальные методики эксперимента и формы применяемых импульсов.

Третий тип анализа это расчет спектра автокорреляционной функции. Результат также может быть представлен графически в виде данных $X(F)$, где на горизонтальной оси будут времена (длительности):



В качестве границы расчета необходимо задать максимальный период корреляции в точках. Рассчитанный временной спектр будет сохранен в массиве данных $X(F)$ и будет доступен к отображению на АС-диаграмме. При необходимости Вы можете сохранить этот массив в текстовый файл вместе с временами (длительностями), нажав кнопку "Сохранить" внизу панели анализа.

Перед выполнением операций анализа данных необходимо выбрать данные, над которыми Вы планируете произвести эти операции:



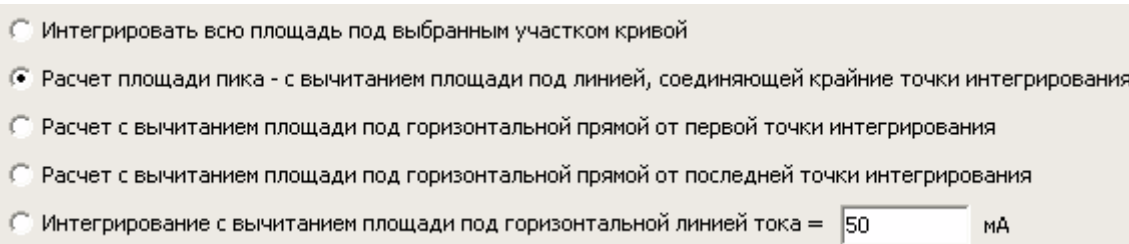
Выбор данных для обработки

- ☐ Все открытые блоки данных
- ☐ Все шаги во всех циклах активного блока
- ☐ Активный цикл во всех шагах активного блока
- ☐ Активный шаг во всех циклах активного блока
- ☒ Только активный шаг активного цикла и блока

Вы можете одновременно обработать как все открытые блоки (файлы) данных, так и обработать только один какой либо шаг или цикл данных в одном открытом блоке данных. Выберите необходимые Вам данные. Также убедитесь, что активным является именно нужный Вам шаг, цикл и блок данных. При необходимости включите для этого опцию выделения активного шага в настройках диаграммы.

Ручная обработка данных – интегрирование

Вы можете выполнить различные типы интегрирования данных. Эта операция похожа на расчет специального параметра в отчетной таблице, но выполняется проще и рекомендуется в тех случаях, когда не нужна однотипная обработка большого количества циклов данных, а требуется детальная обработка одного-двух (нескольких единиц, но не нескольких десятков) циклов данных.



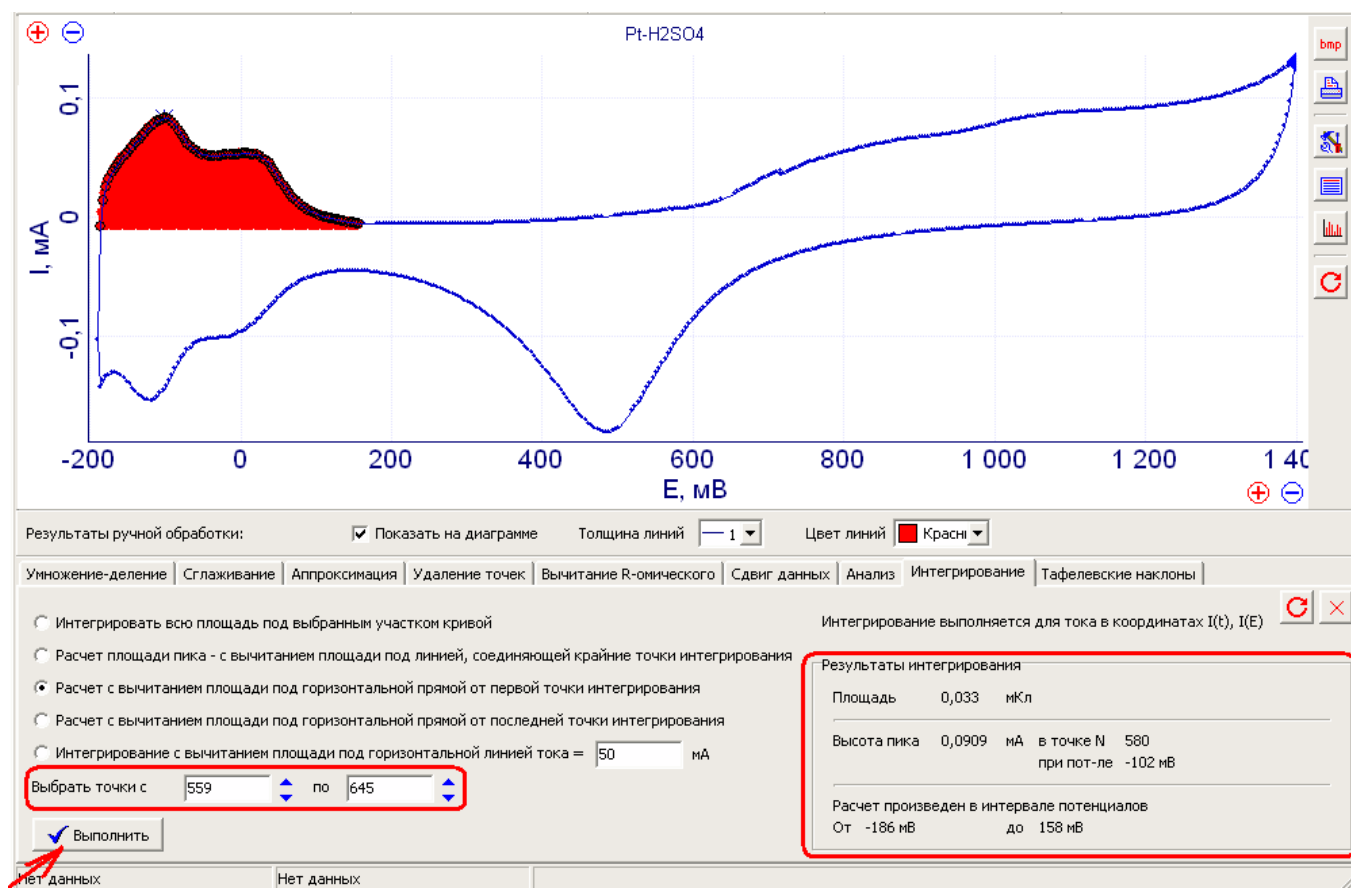
The image shows a software interface for selecting integration methods. It contains five radio button options and a text input field with a unit label.

- ☐ Интегрировать всю площадь под выбранным участком кривой
- ☒ Расчет площади пика - с вычитанием площади под линией, соединяющей крайние точки интегрирования
- ☐ Расчет с вычитанием площади под горизонтальной прямой от первой точки интегрирования
- ☐ Расчет с вычитанием площади под горизонтальной прямой от последней точки интегрирования
- ☐ Интегрирование с вычитанием площади под горизонтальной линией тока = мА

Выберите нужный Вам тип расчета. Проще всего это сделать визуально с помощью диаграммы, включив отображение на диаграмме результатов ручной обработки.

В качестве границ расчета необходимо выбрать по точкам начало и конец расчета. Номера точек данных можно взять из таблицы данных или щелкнув мышью по нужной Вам точке кривой на диаграмме в режиме выделения активного шага данных (выделение активного шага включается в настройках диаграммы). Номер точки при этом отобразится снизу окна диаграммы обработки.

Ниже приведен пример расчета:



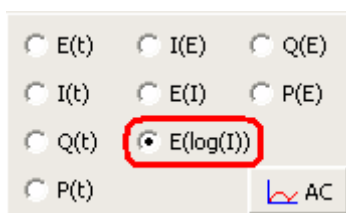
После выбора точек данных начала и конца интегрирования, а также после выбора типа расчета, можно нажать кнопку “Выполнить” и будет произведен расчет, в результате которого будет выведена информация не только о рассчитанной площади под кривой, но также будет выдана информация о найденном пике тока – его высоте и потенциале.

Интегрирование ведется в двух вариантах осей – ток от времени или ток от потенциала. Интегрирование ведется по току.

Ручная обработка данных – расчет Тафелевских наклонов

В этом разделе приведено подробное описание этого типа обработки. Оно достаточно большое. При желании, Вы можете сразу перейти в конец этого раздела, где кратко, из 11 пунктов приведен пошаговый "рецепт" наиболее простого и быстрого расчета Тафелевских наклонов в программе ES8.

Для расчета Тафелевских наклонов необходимо сначала выбрать соответствующие оси координат диаграммы:



Расчет наклонов производится автоматически при открытии вкладки "Тафелевские наклоны" в панели ручной обработки данных при каждой перерисовке диаграммы:

Расчет тока и потенциала по пересечению прямых в Тафелевских координатах $E(\log(I))$

Выбрать для первой прямой точки с 5 по 9

Выбрать для второй прямой точки с 50 по 52

Вычислить значение тока в котором первая прямая пересекает $E=0$ мВ

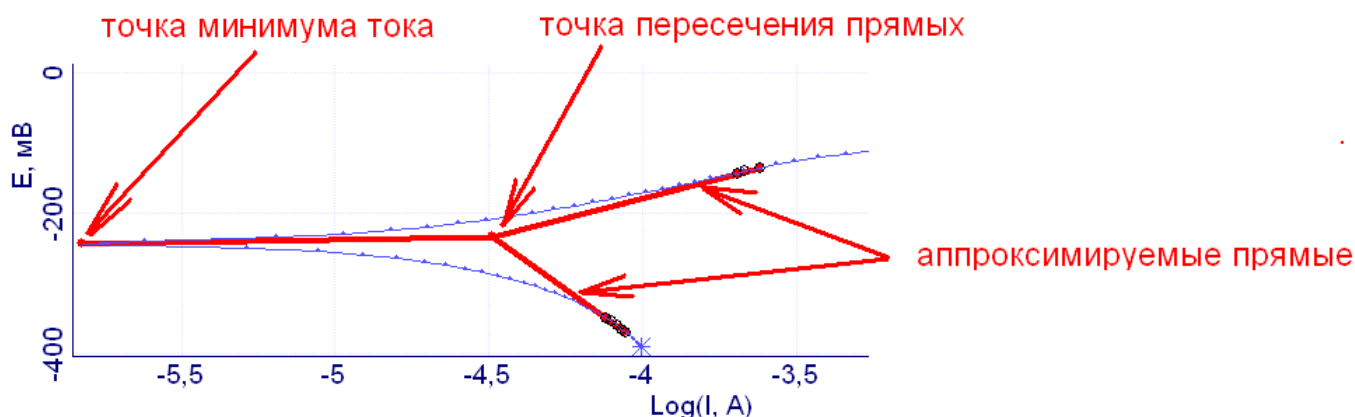
Вычислить значение тока в котором вторая прямая пересекает $E=-1700$ мВ

☐ Не показывать расчетные прямые (удобно при первичном выборе точек)

Автоматический расчет Помощь и описание

Наклон первой прямой в $E-\log(I)$ координатах -0,3136 В, достоверность аппрокс. $R^2: 0,99867$
 Наклон второй прямой в $E-\log(I)$ координатах 0,11217 В, достоверность аппрокс. $R^2: 0,99405$
 Пересечение прямых в координатах $E-\log(I)$ при токе -4,4879
 Пересечение прямых при токе 0,032517 мА, потенциале -232,69 мВ
 Потенциал в найденном минимуме тока -244,35 мВ
 Разница потенциалов между точками минимума тока и пересечения прямых 11,658 мВ
 Первая прямая пересекает потенциал 0 мВ при токе 0,00589 мА
 Вторая прямая пересекает потенциал -1700 мВ при токе 2,70060532700379E-15 мА

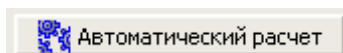
Результаты графически отображаются на диаграмме в том случае, если включена опция "показывать на диаграмме результаты ручной обработки":



На диаграмме отображены две аппроксимируемые прямые, наклон которых и точку пересечения нужно рассчитать. Эти прямые пересекаются в одной точке, из которой можно узнать, например, ток коррозии в случае коррозионного эксперимента.

Сами же экспериментальные данные в этих координатах имеют минимум тока (та точка, в которой кривая тока проходит через ноль, а в логарифмических координатах в ней имеется излом кривой, это самая левая точка на этой диаграмме). Программа проводит также третью - вспомогательную прямую - из точки с минимумом тока в точку пересечения прямых. Чем более горизонтально пройдет эта прямая, тем удачнее можно считать проведенным расчет.

Расчет наклонов прямых и их пересечения можно настроить и выполнить в ручном или автоматическом режиме. Рекомендуется сначала произвести автоматический расчет, а затем при необходимости скорректировать его результаты вручную. Для выполнения автоматического расчета нажмите кнопку "Автоматический расчет" справа сверху вкладки "Таблицевые наклоны" ручной обработки данных:



Появится панель настроек автоматического расчета:

Настройки автоматического расчета			
Погрешность поиска потенциала пересечения прямых	4	мВ, рекомендуется от 1 до 5 мВ	
Максимальный интервал потенциалов поиска каждого наклона	250	мВ, рекомендуется от 50 до 200 мВ	
Отступать точек данных от минимума тока	3	рекомендуется от 3 до 20	▲ ▼
Минимальное кол-во точек для аппроксимации прямой	5	рекомендуется от 5 до 50	▲ ▼
Выполнить <input checked="" type="button" value="Стандартные"/> Отмена Остановить			

В ней можно отредактировать нужные Вам параметры и нажать кнопку "Выполнить". Редактируемые параметры автоматического расчета:

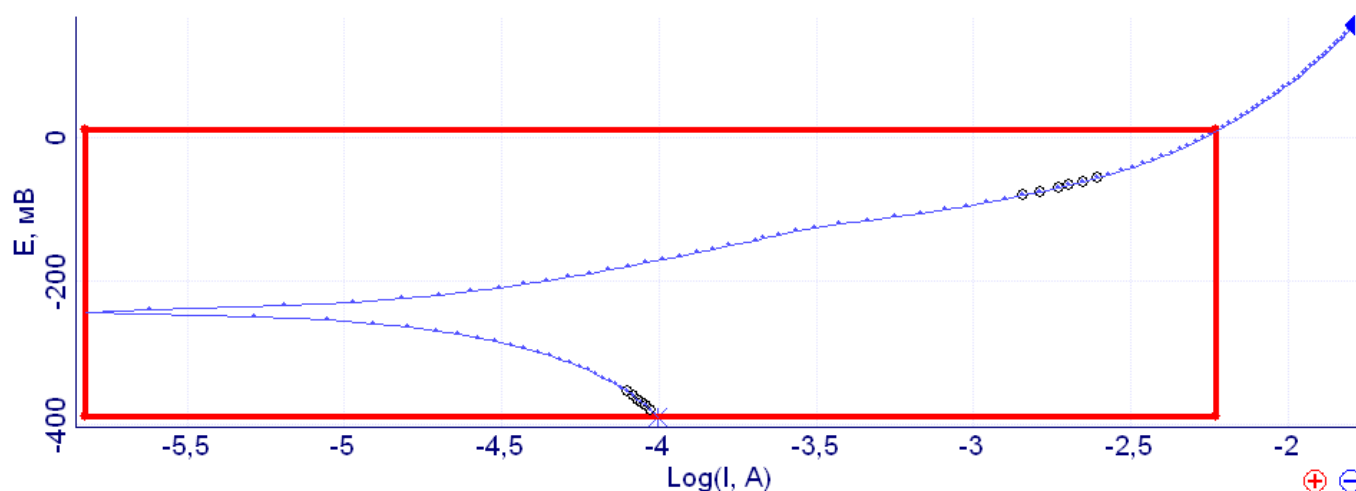
Погрешность поиска потенциала пересечения прямых мВ, рекомендуется от 1 до 5 мВ - этот параметр определяет максимальную разницу между значением потенциала в точке минимума тока и потенциалом в точке пересечения аппроксимируемых прямых. Этот параметр влияет на конечную точность расчета, однако, если задать его избыточно малым (скажем менее 1 мВ), то расчет может не получиться, о чем программа сообщит пользователю.

Максимальный интервал потенциалов поиска каждого наклона мВ, рекомендуется от 50 до 200 мВ

- ЭТОТ

параметр определяет – сколько программа отступит от потенциала минимума тока в положительную и отрицательную сторону. Программа будет производить расчет в получившемся при этом окне потенциалов. Фактически, этот параметр ограничивает количество точек данных в автоматическом расчете, сокращая тем самым время расчета, так как при большом количестве данных расчет может длиться несколько десятков секунд. Чтобы этого не происходило – выбирайте автоматическую скорость регистрации данных, когда запускаете эксперимент. Программа сама выберет подходящее значение скорости регистрации данных и в результате выполнения эксперимента получится оптимальное количество точек данных.

Во время выполнения автоматического расчета, для наглядности, программа обведет прямоугольником рабочее окно потенциалов на диаграмме:



В приведенном примере в положительную сторону потенциал отступил до примерно 0 мВ, что очень похоже на заданный пользователем интервал в 250 мВ (точка минимума тока находится примерно при потенциале минус 250 мВ). В отрицательную сторону планировался такой же отступ, но интервал рабочих потенциалов экспериментальной кривой оказался более узким (ограниченным), и ограничение потенциалов расчета с отрицательной стороны произошло самим массивом имеющихся данных. Не следует задавать этот интервал и слишком узким, иначе программе не с чем будет работать (также это часто требуется по смыслу – задать достаточно широкий интервал потенциалов).

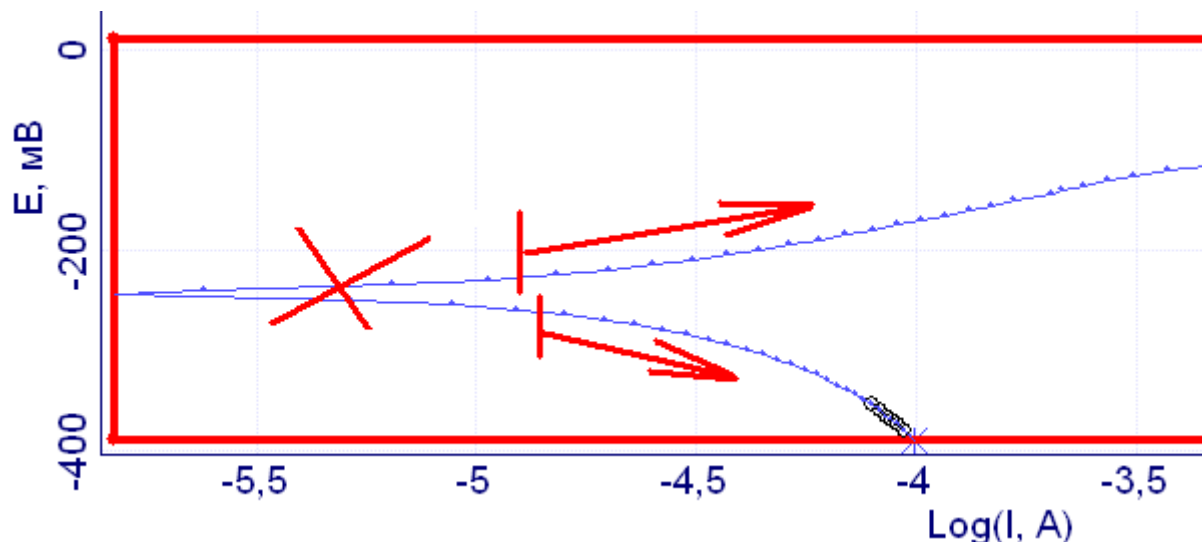
Отступить точек данных от минимума тока

3



рекомендуется от 3 до 20

- этот параметр определяет - на сколько точек данных нужно отступить от точки минимума тока. На рисунке ниже показаны две вертикальные прямые, от которых идут стрелки вправо.



Слева же находится перечеркнутая область, в которой расчет производиться не будет – в ней находится по три точки данных для каждого из рабочих ходов экспериментальной кривой. Рисунок-пример показан в соответствии с настройкам – отступить по три точки. Справа от начала этих стрелок находятся области экспериментальных данных, в которых будет производиться автоматический расчет – подбор наилучших для аппроксимации прямыми участков экспериментальных данных. Минимальная длина аппроксимируемых прямыми участков определяется следующим параметром автоматического расчета:

Минимальное кол-во точек для аппроксимации прямой

5

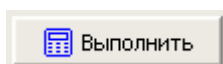


рекомендуется от 5 до 50

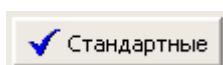
- этот параметр напрямую влияет на точность аппроксимации в плане поиска линейного участка прямой. Следует заметить, что на практике хорошие линейные участки имеются не всегда. Поэтому не стоит выбирать слишком длинные отрезки-участки для аппроксимации, автоматический расчет в этом случае может не получиться. Однако, чем больше точек будет выбрано, тем потенциально точнее получится расчет.

В процессе выполнения автоматического расчета программа автоматически переберет различные отрезки аппроксимируемых участков (отрезки различной длины и расположения в разрешенных для аппроксимации областях). При этом минимальная длина каждого аппроксимируемого отрезка будет соответствовать параметру

“Минимальное количество точек для аппроксимации прямой”. Программа автоматически опробует различные комбинации аппроксимируемых прямых и выберет наилучший из них. Обязательным условием успешного автоматического расчета является то, чтобы точка пересечения рассчитанных прямых не выходила за заданную пользователем погрешность поиска потенциала пересечения прямых относительно точки с минимумом тока. Выбирать же наилучшие прямые программа будет по наилучшей достоверности аппроксимации прямыми варьируемых участков аппроксимации.



- нажмите эту кнопку, чтобы выполнить автоматический подбор прямых.



- нажмите эту кнопку, чтобы ввести стандартные параметры расчета, если Вы не уверены - какие лучше выбрать.

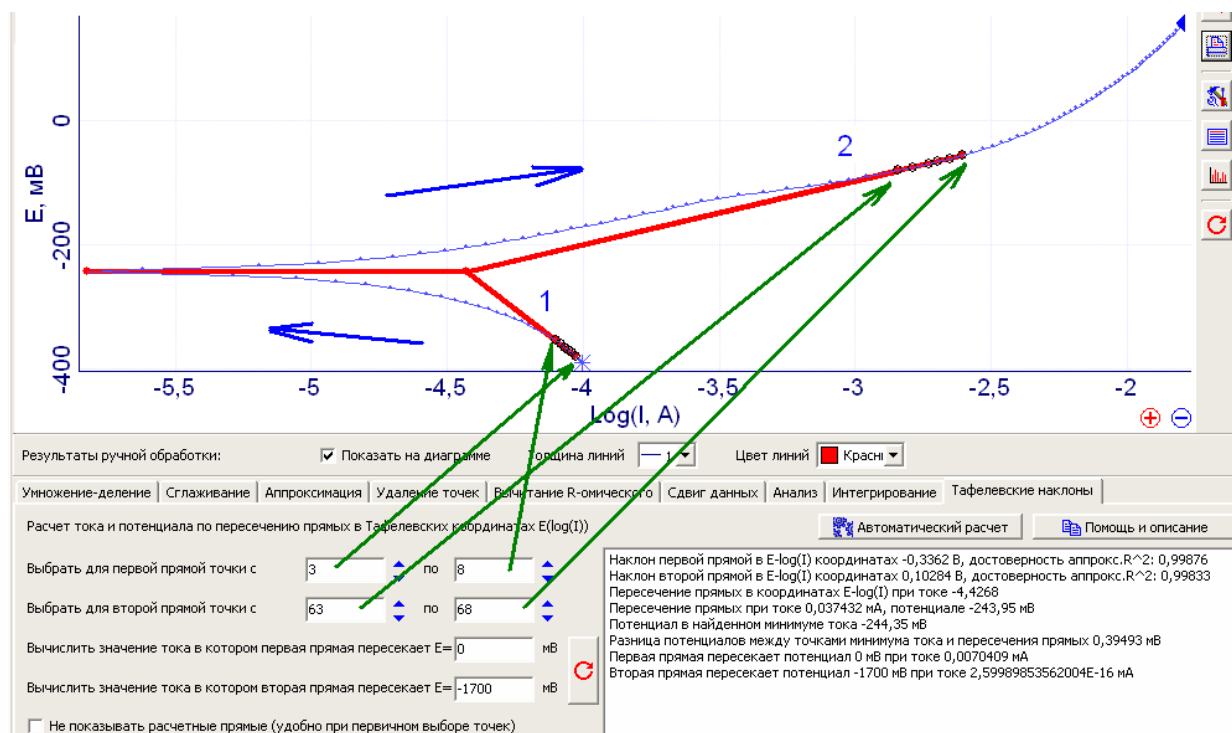


- эта кнопка закрывает настройки автоматического расчета.



- эта кнопка принудительно останавливает расчет и активна только во время его выполнения. Нажмите на нее, чтобы остановить затянувшийся расчет.

На рисунке ниже представлен типичный пример окончания автоматического расчета (зелеными стрелками показаны границы аппроксимируемых участков, синими – направление в котором производилась регистрация экспериментальной кривой):



На диаграмме черными кружками будут подсвечены те участки экспериментальной кривой, которые автоматический расчет выбрал для наилучшей на его взгляд аппроксимации прямыми, пересечение которых удалено не более, чем на погрешность поиска потенциала пересечения прямых от потенциала точки с минимальным током. Две этих прямых проведены программой до точки их пересечения. Также из этой точки проведена прямая в точку с наименьшим током. По степени горизонтальности этой прямой можно судить о качестве аппроксимации.

Фактически, работа автоматического расчета сводится к тому, чтобы подобрать наилучшие границы аппроксимации каждой прямой и вывести пользователю номера точек - границ расчета (помимо информации о наклонах, потенциале и токе пересечения и других данных). При необходимости Вы можете скорректировать границы аппроксимируемых участков вручную:

Выбрать для первой прямой точки с	3	по	8
Выбрать для второй прямой точки с	63	по	68

- эти элементы управления

задают аппроксимируемые участки прямых для первой прямой и второй прямой. В эти же поля автоматический расчет сам выведет определенные им значения начал и концов участков, наилучшей аппроксимации. Очередность и названия (первая - вторая) прямых выбирается исходя из того – какой из соответствующих им ходов экспериментальной прямой был зарегистрирован первым, а какой вторым (по номерам точек данных). При необходимости, после проведения автоматического расчета, Вы можете скорректировать границы аппроксимируемых участков вручную для достижения лучшего результата аппроксимации.

Для ручной обработки номера точек данных можно взять из таблицы данных или щелкнув мышью по нужной Вам точке кривой на диаграмме в режиме выделения активного шага данных (выделение активного шага включается в настройках диаграммы). Номер точки при этом отобразится снизу окна диаграммы обработки.

Так выглядит типичная выдача результатов расчета:

Наклон первой прямой в E-log(I) координатах -0,3362 В, достоверность аппрокс. R^2 : 0,99876
 Наклон второй прямой в E-log(I) координатах 0,10284 В, достоверность аппрокс. R^2 : 0,99833
 Пересечение прямых в координатах E-log(I) при токе -4,4268
 Пересечение прямых при токе 0,037432 мА, потенциале -243,95 мВ
 Потенциал в найденном минимуме тока -244,35 мВ
 Разница потенциалов между точками минимума тока и пересечения прямых 0,39493 мВ
 Первая прямая пересекает потенциал 0 мВ при токе 0,0070409 мА
 Вторая прямая пересекает потенциал -1700 мВ при токе 2,59989853562004E-16 мА

Вычислить значение тока в котором первая прямая пересекает E= мВ

Вычислить значение тока в котором вторая прямая пересекает E= мВ



- это два вспомогательных

параметра расчетов. Вы можете ввести нужные вам значения потенциалов, чтобы узнать при каких токах эти потенциалы будут пересечены аппроксимирующими прямыми. Справа находится кнопка принудительной перерисовки диаграммы. Введите нужные Вам значения потенциалов и нажмите эту кнопку. Программа проведет перерисовку и перерасчет, и обновит выдачу результата расчета.

☐ Не показывать расчетные прямые (удобно при первичном выборе точек)

- включите эту опцию, чтобы

аппроксимирующие прямые не мешали визуальному просмотру данных – на диаграмме останутся только черные кружки, подсвечивающие аппроксимируемые прямыми участки.

Наиболее простой способ расчета Тафелевских наклонов выглядит следующим образом:

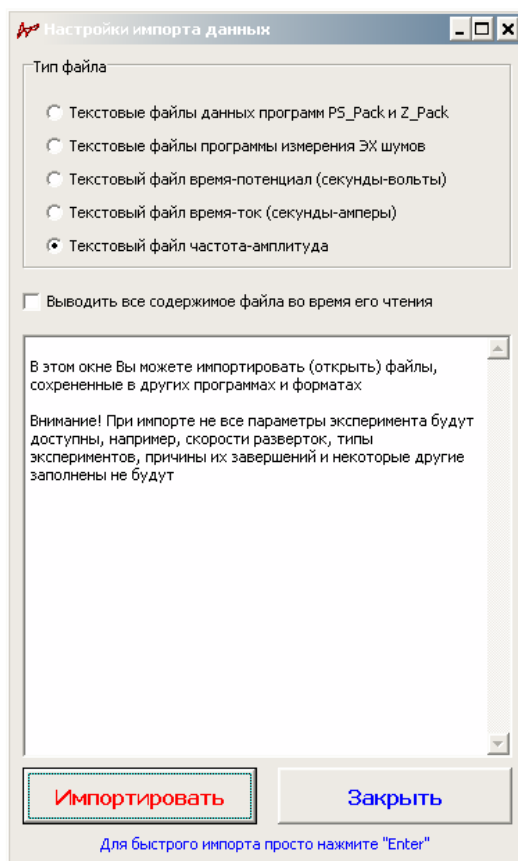
- 1) Откройте файл с экспериментальными данными.
- 2) Включите отображение на диаграмме для нужного цикла-блока данных, убедитесь, что нужный Вам цикл-шаг данных является активным.
- 3) Выберите Тафелевские координаты $E(\log(I))$.
- 4) Включите опцию "Показывать на диаграмме" для "Результатов ручной обработки".
- 5) Откройте панель ручной обработки на вкладке "Тафелевские наклоны".
- 6) В этой вкладке нажмите кнопку "Автоматический расчет".
- 7) В появившейся панели нажмите кнопку "Стандартные".
- 8) Нажмите кнопку "Выполнить".
- 9) Дождитесь окончания расчета.

- 10) По внешнему виду диаграммы и убедитесь в адекватности произведенного расчета.*
- 11) При необходимости скорректируйте настройки автоматического расчета и повторите расчет заново, или скорректируйте границы расчета вручную.*
- 12) Заберите результат расчета из меню выдачи результата в правой части панели расчета Тафелевских наклонов путем копирования его текста в буфер обмена или просто выпишите нужные Вам значения наклонов и координат пересечения прямых.*

Также напоминаем, что в случае работы с большими токами и разбавленными растворами, перед выполнением каких либо расчетов необходимо произвести вычитание или компенсацию омического сопротивления. В противном случае результаты могут быть сильно искажены.

Импорт данных

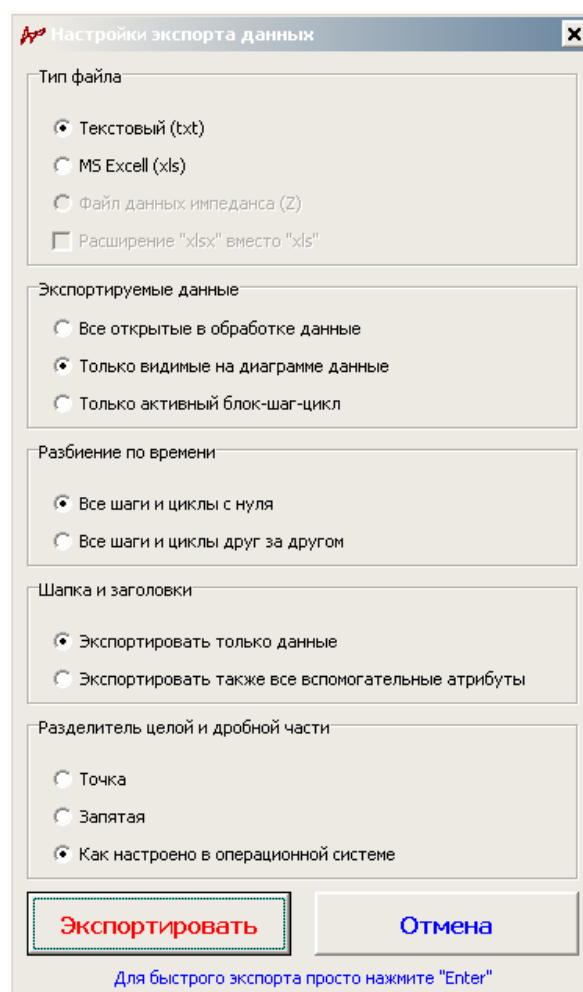
Импорт данных осуществляется нажатием кнопки “Импорт” в верхней центральной части окна навигатора. При этом появится такое диалоговое окно:



В нем Вам необходимо выбрать – какой тип данных Вы хотите импортировать и нажать кнопку “Импортировать”. После успешного завершения импорта данных Вы получите открытый файл в дереве окна навигатора в практически таком же виде, как и обычный открытый edf файл. У этого файла не будет некоторых атрибутов, например названия прибора, значений потенциалов РЦ и некоторых других атрибутов, но сами экспериментальные данные будут организованы точно так же, как и после открытия edf файла. При необходимости, импортированные файлы Вы можете сохранить в edf файл. При необходимости, может импортировать группу однотипных файлов для групповой обработки, и сохранить их все в один общий edf файл.

Экспорт данных

Экспорт данных, открытых в программе ES8 в другие форматы осуществляется с использованием соответствующего окна. Оно откроется при нажатии кнопки “Экспорт” в центральной части окна навигатора. Эта кнопка активна, только при наличии открытых в программе данных, так как экспорт возможен только в этом случае. Для активации кнопки экспорта необходимо выделить любой блок данных.



В окне экспорта необходимо выбрать нужный типа файла для экспорта, включить при необходимости нужные Вам настройки, и нажать кнопку “Экспортировать”. После этого появится стандартное диалоговое окно сохранения файла под нужным Вам именем в нужное место Вашего компьютера.