



ООО «ЭЛИНС»

Инструкция по эксплуатации для программного обеспечения потенциостатов "PS-Pack-2"

Описываемая версия программы 3.70

Черноголовка 2012

www.elins.su

Содержание

1	Введение, основные возможности программы PS_Pack_2	2
1.1	Обновления программного обеспечения	3
2	Основное окно программы PS_Pack_2	7
2.1	Главное меню программы и кнопки быстрого доступа	9
2.2	Селектор типа эксперимента и кнопки быстрого перехода	11
2.3	Панель управления прибором в основном окне программы	13
2.4	Панель отображения дополнительных параметров	15
3	Основные рабочие режимы	16
3.2	Стационарные рабочие режимы	16
3.2	Ступенчатый режим	21
3.3	Линейная развертка	25
3.4	Циклическая развертка	29
3.5	Режим циклического заряда-разряда	33
3.6	Режим программатора	38
3.7	Хроно режим	41
3.8	Импульсный режим импульсных приборов	44
3.9	Импульсный режим быстродействующих приборов	47
3.10	Аналитические методы	49
3.11	Циклическая развертка при нескольких скоростях	54
4	Окно диаграммы	57
5	Окно автоматической обработки данных	60
6	Окно ручной обработки данных	63
6.1	Операции усреднения, сглаживания, нормировок	65
6.2	Операции сложения и вычитания кривых	66
6.3	Операции с данными (удаления и объединения)	68
6.4	Интегрирование и расчет площади пиков, дифференцирование	69
6.5	IR – компенсация	71
6.6	Аппроксимация	78
7	Окно настроек прибора	80
8	Работа с автоматическими диапазонами тока	82
9	Окно настроек программы	84

Введение, основные возможности программы PS_Pack_2

Программное обеспечение PS_Pack2 предназначено для работы со всеми с потенциостатами производства ООО "Элинс" по **следующим электрохимическим методам:**

Потенциометрия, хронопотенциометрия, хроноамперометрия, кулонометрия, хронокулонометрия, линейная и циклическая вольтамперометрия, импульсная вольтамперометрия, квадратноволновая и ступенчатая вольтамперометрия и многие другие.

Программное обеспечение **позволяет проводить:**

Исследования электродных электрокаталитических и коррозионных процессов, исследование процессов электрохимического растворения и осаждения, исследования и испытания различных ХИТ и их батарей, электроаналитические исследования и измерения, проведение электрохимического синтеза, постоянноточковые и импульсные исследования объемных свойств электролитов и многие другие.

Программа позволяет работать с различными типами экспериментов, например, простыми стационарными **потенциостатическими или гальваностатическими**, в режиме **вольтметра**, в **импульсном режиме**, в режиме **развертки потенциала или тока**.

Помимо этого есть более сложные режимы, такие, как **ступенчатый режим** или циклический заряд-разряд (**циклер ХИТ**), состоящие из нескольких шагов или однотипных, повторяющихся циклов работы программы.

Для импульсных приборов имеется набор **импульсных аналитических методов**, таких, как **квадратноволновая, дифференциальная и нормальная импульсная вольтамперометрия** и другие.

Имеется **пошаговый программатор**, режим **произвольного сигнала** (в нем пользователь задает программу поляризации в виде произвольного массива точек потенциала или тока).

Программа производит **автоматическое резервирование данных** на жесткий диск по завершении каждого шага перед переходом к следующему.

Имеется возможность разнообразной **обработки данных**. Обработка может быть проведена как для одной зарегистрированной кривой, так и сразу для всех проведенных шагов или циклов (например, одновременная обработка большого количества однотипных, проведенных друг за другом циклов развертки или заряда-разряда ХИТ, или импульсов).

В обработку входят как автоматические, так и ручные: **интегрирование и расчет площадей и высот пиков, дифференцирование, усреднение и сглаживание, вычитание кривых друг из друга, сдвиги и нормировки, удаление данных и их объединение** и др.

Обработка данных может быть произведена сразу после эксперимента или позднее, при открытии сохраненного рабочего файла. По ходу работы программа **автоматически рассчитывает статистические параметры** и выводит их в виде таблицы или графически.

Программа имеет удобный, гибко конфигурируемый графический интерфейс с большим количеством рабочих настроек, многие из которых с целью облегчения работы пользователя могут быть **настроены программой автоматически**, например диапазоны тока в потенциостатических режимах и другие.

Подробную информацию о возможностях программного обеспечения Вы можете найти в инструкциях к программному обеспечению на установочном диске из комплектации прибора или на нашем сайте www.elins.su в разделе загрузок.

Обновления программного обеспечения

Приборы производства ООО "Элинс", а также и их программное обеспечение (ПО) постоянно совершенствуются. Поэтому одна и та же модель прибора, выпущенная в разные года, может иметь различные программные возможности. Как правило, эти возможности обусловлены обновлением ПО, которое Вы легко можете скачать с нашего сайта в интернете www.elins.su.

Но также, многие обновления могут затрагивать и внутреннюю программу прибора (так называемая прошивка внутреннего микропроцессора прибора), которая загружается в него при изготовлении в заводских условиях. Периодически эта прошивка дополняется и у одной и той же модели прибора появляются новые возможности и функции.

При необходимости, Вы можете произвести обновление прошивки имеющегося у Вас прибора. Для этого необходимо связаться с нами по адресу технической поддержки elins911@mail.ru.

Стоимость обновления прошивки зависит от способа доставки прибора на обновление, а также наличия/истечения гарантийного периода и каждый раз оговаривается отдельно. В некоторых случаях она может быть произведена бесплатно. Например, если прибор находится на гарантии и покупатель сам привозит и забирает его. Или, если производятся какие либо другие работы с прибором в сервисном центре.

Для того, чтобы узнать, какая версия прошивки у Вашего прибора необходимо подключиться к нему в программном обеспечении PS_Pack_2 (оно и описывается в настоящем руководстве). Версия прошивки выводится сразу после названия прибора в окне сообщений после подключения к прибору. При этом номер версии прошивки выводится после букв EX (от англ. Extension – расширение (возможностей)). Ниже приведено несколько примеров:

P-30I N5 – импульсный потенциостат типа P-30I с нулевой версией прошивки (самой старой), порядковый номер в серии: 5.

P-30I N5EX1 – тот же прибор, но с версией прошивки номер 1

P-30I N5EX2 – тот же прибор с версией прошивки номер 2, в приведенных примерах это самая последняя версия прошивки, обладающая максимальными возможностями и не потребует обновления, пока не будет создана следующая (с 3-м номером).

Примечание: после буквы N (следующей перед версией прошивки) выводится порядковый номер прибора в серии, который не является номером прошивки:

Подключились к прибору P-30IM N10EX2

Чтобы узнать, нужна ли Вашему прибору новая прошивка, необходимо скачать настоящий документ с сайта www.elins.su и по приведенной далее таблице определить - последняя у Вас версия или нет. В этом же документе Вы найдете подробное описание обновлений, чтобы решить – нужно оно Вам или нет.

Для внесения ясности в версии прошивок ниже приведена сводная таблица по типам приборов, версиям прошивок и их возможностям.

Версии прошивок и краткие программные возможности быстродействующих приборов (с индексом S: P-8S, P-30S, P-30SM, P-150S, P-250S, P-250SM), и приборов со стандартным быстродействием (P-4, P-8, P-30, P-30M, P-150, PL-50, PL-150):

Версия прошивки	Название прошивки	Краткое описание, обновляемые возможности и функции	Дата появления	Примечания
0	Нет	Базовая прошивка прибора	2007г	Базовая прошивка
1	EX1	Снижение нижнего предела скоростей развертки для всех приборов до 10 мкВ/с (расширение вниз). Более защищенные от случайного стирания калибровки. Добавлен хроно режим (произвольных сигналов)	Июнь 2011	Существенно расширяет возможности прибора, рекомендуется всем приборам с нулевой версией
2	EX2	Такой прошивки выпущено не было. Она была пропущена для синхронизации с нумерацией импульсных приборов	-	-
3	EX3	Автоматические диапазоны тока для линейной и циклической разверток. Улучшены автоматические диапазоны тока для стационарных режимов, и остальных режимов, в которых присутствуют стационарные подрежимы.	Март 2012	Применима для всех лабораторных потенциостатов. Не применима для мощных потенциостатов и нагрузок.

Версии прошивок и краткие программные возможности импульсных приборов (с индексом I: P-30I, P-30IM, P-150I, P-250I, P-250IM, специальная серия - ПИ-50Про):

Версия прошивки	Название прошивки	Краткое описание, обновляемые возможности и функции	Дата появления	Примечания
0	Нет	Базовая прошивка прибора	2007г	Базовая прошивка
1	EX1	Снижение нижнего предела скоростей развертки для всех приборов до 10 мкВ/с (расширение вниз). Добавлен хроно режим (произвольных сигналов) В дополнение к циклической сделана линейная развертка	Июнь 2011	Существенно расширяет возможности прибора, рекомендуется всем приборам с нулевой версией
2	EX2	Добавлены аналитические методики, такие, как: квадратно-волновая, дифференциальная и нормальная импульсная вольтамперометрия и другие. Для расширения потребительских возможностей, помимо потенциостатического режима имеет также гальваностатический режим	Сентябрь 2011	Аналитические методики могут быть использованы именно как аналитические, или как дополнительная разновидность импульсного режима

3	EX3	Автоматические диапазоны тока для линейной и циклической разверток. Улучшены автоматические диапазоны тока для стационарных режимов, и остальных режимов, в которых присутствуют стационарные подрежимы.	Март 2012	Применима для всех лабораторных потенциостатов. Не применима для мощных потенциостатов и нагрузок.
3 PRO	EX3PRO	Добавлены новые внутренние команды для основных режимов – стационарных и разверток. Позволяют менять параметры эксперимента во время его выполнения (а не только строго задавать их до запуска). Дополнительный набор команд для выхода из нештатных ситуаций (перегрев и перегрузки). Командная поддержка IR компенсации как по разрыву цепи так и по методу ПОС.	Сентябрь 2012	Используется только в серии PRO приборов нового поколения (базовая для них)

Примечание: новые прошивки создаются не с целью устранения ошибок, а только с целью добавления новых функций и возможностей.

Технические параметры программного обеспечения PS_Pack_2:

Параметр	Значения
Максимальное количество точек данных в одном шаге	20 тысяч точек
Максимальное количество независимых шагов в программаторе	10 шагов
Максимальное количество однопоточных циклов программы программатора	Одна тысяча циклов

Для работы с **несколькими приборами на одном компьютере** необходимо сделать следующее:

На жестком диске нужно создать рабочие папки для каждого прибора отдельно. Например их можно назвать по серийным номерам подключаемых приборов. В эти папки нужно скопировать управляющую программу со всеми сопутствующими ей файлами (при этом для каждого прибора будет индивидуальной своя папка с этими файлами "cfgfiles", находящаяся в той же папке "PS_Pack_2", что и управляющая программа PS_Pack_2).

После этого можно включить первый прибор. Далее нужно запустить его копию программы. Программа с ним соединится, после этого он будет готов к работе.

Далее можно включить следующий прибор и запустить его копию программы и так далее для всех приборов.

Примечания:

В процессе работы программа использует и хранит временные данные в файлах, находящихся в папке **cfgfiles**. Настоятельно не рекомендуется менять что либо в этой папке.

Во все параллельно запущенные программы может быть загружена одна и та же программа программатора.

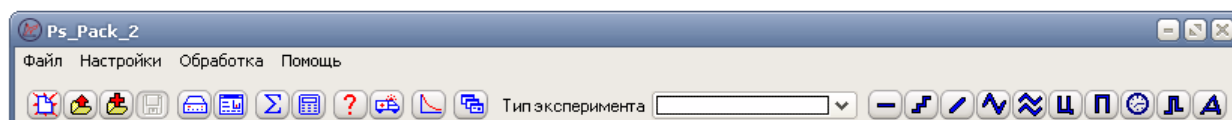
Параллельно запущенные программы не могут использовать один и тот же файл для резервирования данных.

Автоматическое резервирование данных:

Данные по резервированию текущего выполняемого шага находятся в файле LastStepRes в одном каталоге с программой. Программа автоматически резервирует данные в этот файл (каждую новую точку по факту ее прихода), если скорость регистрации данных не выше 50 точек в секунду. Этот файл нельзя открывать во время выполнения эксперимента. Данные в нем хранятся в виде трех колонок - время, потенциал ток. Единицы измерения всегда секунда, вольт, ампер соответственно. Программа не может открыть этот файл для обработки и просмотра. Он предназначен только для экстренного резервирования данных в длительных экспериментах.

Все выполненные (завершенные) в текущем запуске шаги и циклы хранятся в выбранном пользователем файле. Эта функция настраивается в окне настроек программы.

Основное окно программы PS_Pack_2



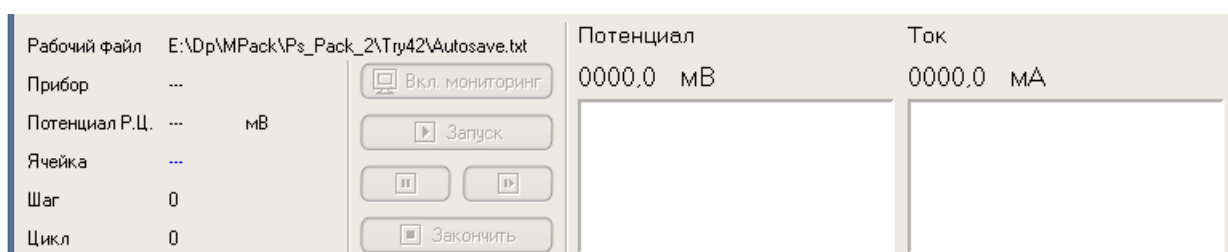
В верхней части основного окна программы находятся:

Главное меню программы (Файл, Настройки, Обработка, Помощь),

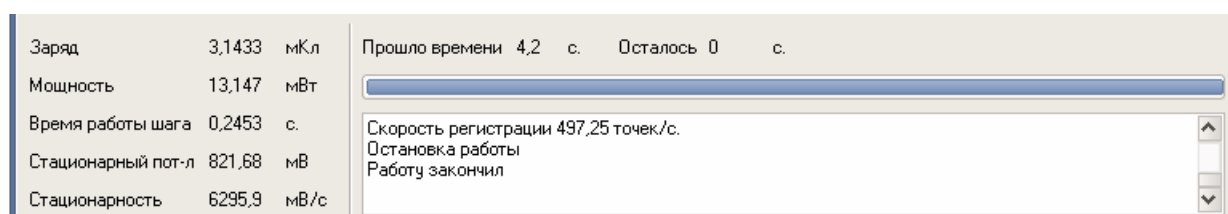
Панель с кнопками быстрого доступа к основным функциям главного меню,

Селектор типа эксперимента и кнопки быстрого перехода от одного типа эксперимента к другому.

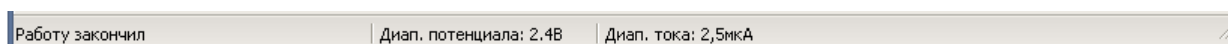
Ниже находится панель управления прибором с основными отображаемыми параметрами:



Под ней расположена панель отображения дополнительных параметров (она может быть отключена для экономии места на рабочем столе в окне настроек программы):

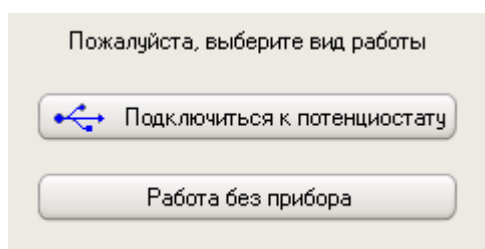


В самой нижней части основного окна находится строка состояния, в которой выводится информация о текущем состоянии программы, а также названия текущих диапазонов:



При необходимости основное окно программы может быть сжато или наоборот расширено.

Сразу после запуска программа предлагает пользователю выбрать – будет ли выполняться работа с прибором:

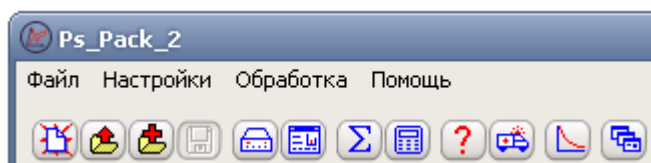


При выборе работы с прибором программа произведет соединение с ним и выведет результат. Также можно выбрать режим автономной работы без прибора для обработки данных.

В случае отсутствия подключенных приборов программа прекратит попытки с ним соединиться примерно через 7 секунд. После этого Вы можете работать в программе для обработки или просмотра ранее зарегистрированных данных или попробовать соединиться с прибором снова.

Также, в том случае, если Вы только скачали программу с нашего сайта и еще не приняли решение о приобретении прибора, то Вы можете просмотреть возможности программы и оценить некоторые возможности приборов. Импульсные режимы импульсных и быстродействующих приборов очень сильно отличаются друг от друга по возможностям. Если выбрать работу без прибора то Вы увидите относительно простой импульсный режим быстродействующих потенциостатов, а не профессиональный импульсных. Подробности о последнем смотрите в настоящем руководстве.

Главное меню программы и кнопки быстрого доступа



Практически все функции главного меню программы продублированы кнопками быстрого к ним доступа в верхней левой части основного окна программы. Исключение составляет только закладка О программе в меню Помощь. При нажатии на нее отображается логотип ООО "Элинс", текущая версия ПО и другая информация.



При нажатии этой кнопки пользователем создается новый рабочий файл, в который программа будет резервировать зарегистрированные данные.



При нажатии этой кнопки пользователь открывает ранее сохраненный рабочий файл с рабочими данными. После этого можно заняться обработкой или просмотром открытых данных.



При нажатии этой кнопки происходит добавление вновь открываемого файла к уже имеющемуся (открытому до этого или зарегистрированному). Можно добавить несколько файлов.

Режим добавления настраивается в свойствах программы: либо - файлы, открытые позднее (добавленные), будут располагать свои данные поверх ранее открытых. Например: изначально был рабочий файл с тремя циклами работы. Пользователь добавил файл с одним циклом работы. При этом получится, что в первом (открытом программой) файле первый цикл будет замещен на первый цикл добавленного.

Либо, добавляемые файлы будут встраиваться в конец уже открытых данных, увеличивая номера циклов. При этом в приведенном примере получится 4 цикла. 4й цикл будет соответствовать первому циклу добавляемого файла, а первые три останутся теми же, что и были.

На жестком диске же первый файл НЕ будет изменен до тех пор, пока Вы его намеренно не сохраните из программы. Эта опция позволяет манипулировать данными - дополнять их, или просматривать и обрабатывать одновременно несколько экспериментов.



Кнопка сохранения зарегистрированных или обработанных данных. Пользователь может в любой момент (кроме того времени, когда происходит выполнение эксперимента) сохранить данные.



Кнопка открывает окно настроек прибора.



Кнопка открывает окно настроек программы.



Кнопка открывает окно автоматической обработки данных. В нем пользователь может еще по ходу эксперимента, до выполнения ручной обработки посмотреть основные закономерности в изменении некоторых параметров зарегистрированных кривых. Эти данные (максимальные, минимальные, средние, конечные значения потенциала или тока, и множество других – см. раздел

“Окно автоматической обработки”) программа рассчитывает автоматически и выводит в виде таблицы или гистограммы.



Кнопка открывает окно обработки данных в ручном режиме. В нем пользователь производит основную обработку данных (усреднения, сглаживания, интегрирование или расчет площадей, дифференцирование и сложение-вычитание кривых и т.п.).



Кнопка вызова справки к программе.



Кнопка вызова “скорой помощи”. Выводит адрес в интернете и электронный адрес службы поддержки ООО “Элинс” - www.elins.su и elins911@mail.ru соответственно.

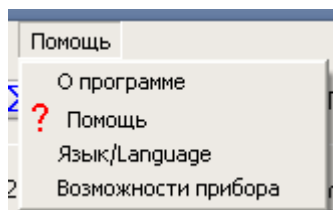


Кнопка открывает окно диаграммы. В нем же задаются основные параметры диаграммы (ее тип – оси, номера отображаемых цикла и шага, границы осей, настройки маркеров диаграммы и др.).

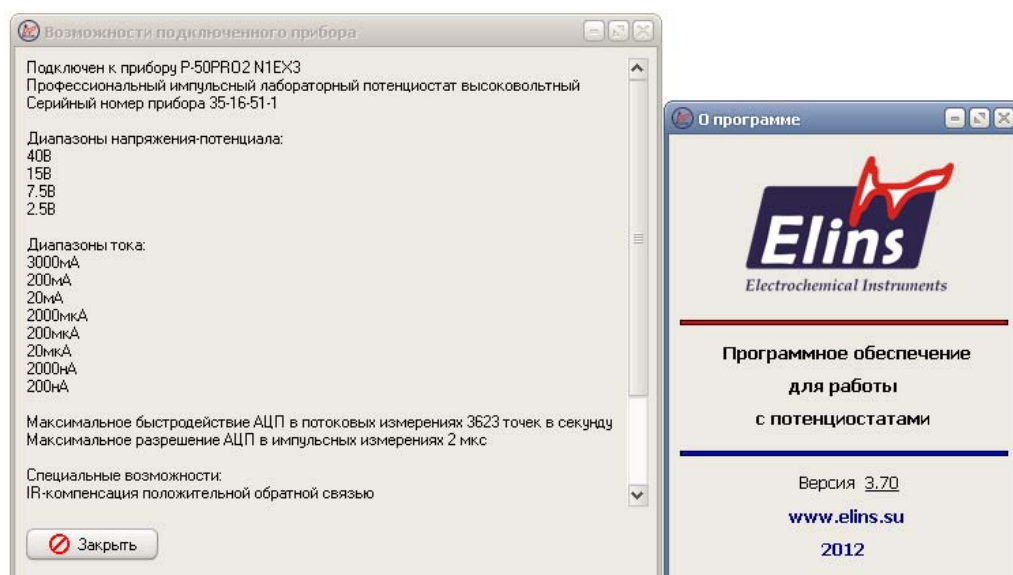


Кнопка выравнивает все окна программы, выбирает их размер в соответствии с разрешением экрана.

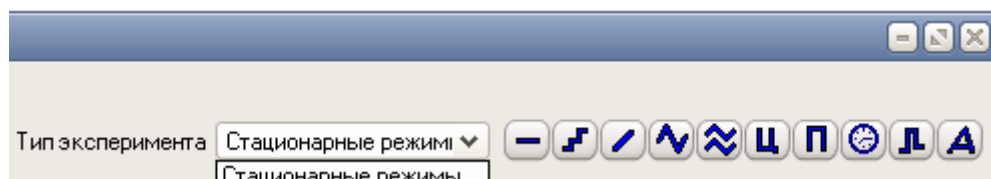
В основном меню также пользователь может посмотреть номер версии используемой программы, и возможности подключенного прибора:



Результат выглядит следующим образом:



Селектор типа эксперимента и кнопки быстрого перехода



В центральной и правой частях основного окна программы находятся выпадающее меню, в которых пользователь может выбрать тип планируемого эксперимента. Также можно выбрать тип эксперимента нажав соответствующую кнопку (в селекторе эксперимента при этом отобразится название типа эксперимента):



Кнопка открывает окно настройки параметров стационарных режимов – вольтметра, потенциостата, гальваностата.



Кнопка открывает окно настройки параметров ступенчатого потенциостатического или гальваностатического режима.



Кнопка открывает окно настройки параметров линейной развертки потенциала или тока. Неактивна для импульсных потенциостатов, выпущенных до июня 2011года (им необходима перепрошивка, при необходимости за ней можно обратиться в службу поддержки ООО "Элинс").



Кнопка открывает окно настройки параметров циклической развертки потенциала или тока.



Кнопка открывает окно циклических разверток при нескольких скоростях. В этом режиме развертки с различными скоростями выполняются поочередно друг за другом, переходя от одной скорости к другой.



Кнопка открывает окно настройки параметров режима циклического заряда и разряда (режим Циклера Химических Источников Тока).



Кнопка открывает окно настройки параметров программатора.



Кнопка открывает окно настройки параметров хроно режима. В этом режиме пользователь может задать сигнал произвольной формы открыв файл или вписав значения точек вручную. Неактивна для всех потенциостатов, выпущенных до июня 2011года (им необходима перепрошивка, при необходимости за ней можно обратиться в службу поддержки ООО "Элинс").



Кнопка открывает окно настроек импульсного режима. Присутствует у импульсных и быстродействующих потенциостатов (с индексами I и S соответственно). У потенциостатов с максимальной скоростью регистрации 100 точек в секунду импульсный режим отсутствует. Импульсные режимы для быстродействующих и импульсных приборов сильно отличаются по возможностям.



Кнопка открывает окно настройки аналитических импульсных режимов (квадратноволновая вольтамперометрия, дифференциальная импульсная вольтамперометрия и т.п.). Активна только для импульсных приборов (с индексом I).

Панель управления прибором в основном окне программы

Рабочий файл	E:\Dp\MPack\Ps_Pa
Прибор	---
Потенциал Р.Ц.	--- мВ
Ячейка	---
Шаг	0
Цикл	0

В левой части панели управления прибором отображаются текущие данные эксперимента:

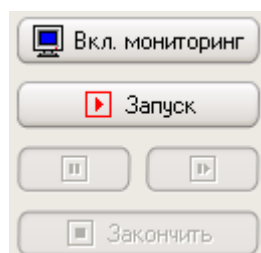
Рабочий файл, в который происходит резервирование зарегистрированных данных,

Тип подключенного прибора и его номер,

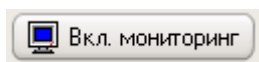
Потенциал Разомкнутой Цепи, (или Открытой Цепи) если он специально был зарегистрирован в эксперименте)

Состояние ячейки с последнего раза, как прибор ее обновил (включена или выключена),

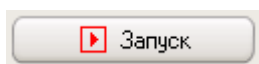
Номер выполняемого шага и цикла.



Правее находятся кнопки управления экспериментом:



Кнопка включения мониторинга. Мониторинг производит регистрацию данных не сохраняя их, а только отображая. Работает неограниченно долго и не реагирует на перегрузки по потенциалу. Может быть запущен в промежутках между экспериментами или до эксперимента. Скорость работы АЦП в режиме мониторинга настраивается в окне настроек прибора.



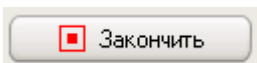
Эта кнопка запускает выбранный эксперимент. Неактивна при отсутствии подключения к прибору или в случае, если не выбран рабочий файл (последнее можно разрешить-запретить в окне настроек программы).



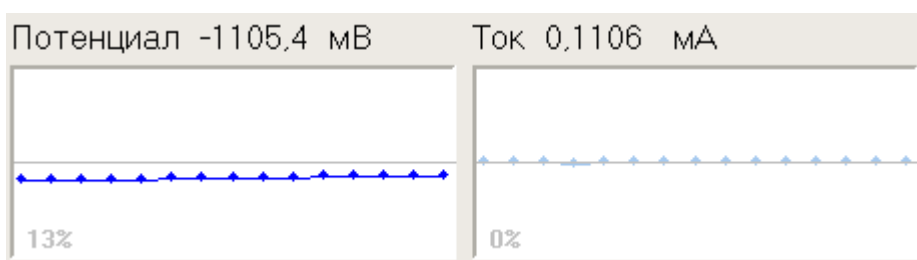
Кнопка паузы принудительно заканчивает эксперимент в котором много циклов текущим выполняемым циклом (например, запланировали и запустили 100 циклов развертки, а по ходу выполнения эксперимента выяснилось, что диаграмма перестала меняться на 20м цикле и в дальнейших нет смысла, но текущий цикл необходим полным).



Кнопка принудительного перехода к следующему шагу или циклу. Полезна, например, в том случае, если в ступенчатом режиме Вы ждете выхода на стационарное значение, и он произошел заметно быстрее, чем Вы запланировали, и Вам нет смысла впустую ждать полного завершения текущей ступени, а для экономии времени уже можно перейти к следующей.



Немедленно прекращает выполнение эксперимента (текущий цикл, шаг, зарегистрированное значение тока и потенциала будут последними, последующие возможные шаги или циклы выполнены не будут, а эксперимент будет завершен).



В правой части панели управления прибором находятся осциллограммы (точнее самописцы) тока и потенциала. Над ними выводятся соответствующие цифровые значения. В осциллограммах отображаются последние 10 зарегистрированных точек данных или последняя секунда работы, в случае если скорость регистрации низкая (менее 10 точек в секунду). В зависимости от загруженности диапазона тока или потенциала соответствующая осциллограмма меняет свой цвет от голубого к синему, а при перегрузке к красному. Отображение происходит в максимальной шкале выбранного диапазона тока или потенциала.

В осциллограммах в левом нижнем углу также отображается степень загруженности диапазона в процентах.

Панель отображения дополнительных параметров

Заряд	3,1433	мКл
Мощность	13,147	мВт
Время работы шага	0,2453	с.
Стационарный пот-л	821,68	мВ
Стационарность	6295,9	мВ/с

В левой части панели дополнительных параметров выводятся значения:

Заряд, прошедший с момента запуска текущего шага в текущем цикле,

Текущая мощность на образце,

Время работы текущего шага,

Стационарный ток в потенциостатическом режиме или потенциал в гальваностатическом. Рассчитывается как среднее, за время, указываемое в окне настроек программы.

Стационарность – средний наклон тока в потенциостатическом или потенциала в гальваностатическом режиме за то же время, за которое рассчитывается стационарное значение.



В правой и центральной части панели дополнительных параметров отображаются прогресс выполнения запущенного эксперимента и выводятся все сообщения о работе прибора.

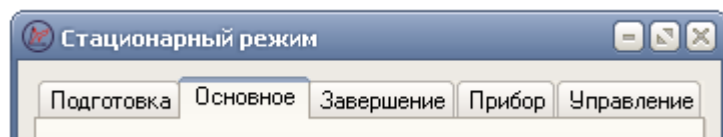
Ниже выводятся названия диапазонов тока и потенциала, подключенных в настоящий момент:

Работу закончил	Диап. потенциала: 7.5В	Диап. тока: 3000мА	Потенцио.
-----------------	------------------------	--------------------	-----------

Здесь же выводится режим работы прибора – потенциостатический или гальваностатический.

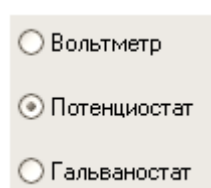
Стационарные рабочие режимы

Окно каждого рабочего режима разделено на несколько вкладок:



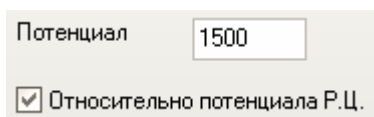
Доступ к каждой из них осуществляется по очереди. В каждой вкладке сгруппированы настройки одного типа: основные параметры выбранного режима, параметры его завершения (или перехода к следующему шагу, ступени или циклу), настройки прибора (диапазоны, быстроедействие АЦП).

В окне настроек параметров стационарных режимов можно выбрать тип режима:

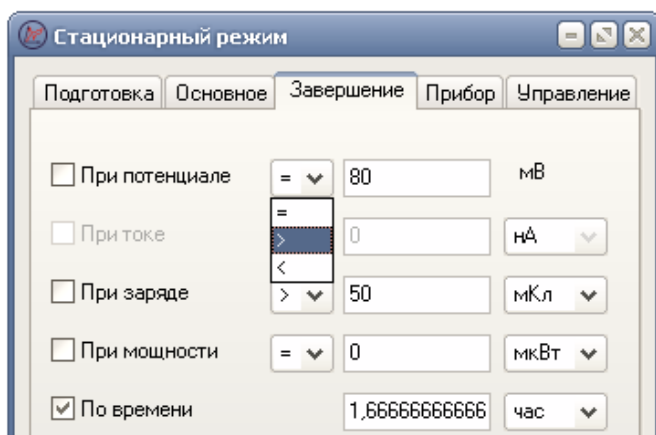


Каждый из этих режимов всегда состоит из одного шага в одном цикле (программа регистрирует один массив данных, в отличие от многих, описываемых далее более сложных режимов).

В потенциостатическом режиме имеется возможность задавать значение потенциала не только в абсолютной шкале, но и относительно потенциала разомкнутой цепи (потенциала Р.Ц.)



В случае задания потенциала относительно потенциала разомкнутой цепи, прибор сначала производит его измерение в течении 1 с, затем добавляет измеренное значение к введенному пользователем и запускает потенциостатический режим.



Работа режима может быть завершена при какому либо условию, выбранному пользователем (можно выбрать одновременно несколько условий, они объединяются по смыслу ИЛИ). Обязательным условием является по времени работы.

☒ Отключить ячейку после остановки

Имеется опция отключения ячейки после завершения работы. В случае, если ячейка не будет выключена прибор будет продолжать прикладывать к образцу то значение тока (в гальваностатическом режиме) или потенциала (в потенциостатическом режиме), которое было задано в ходе эксперимента. Эта опция может быть полезна в некоторых случаях (например, когда стационарный режим выбирается в качестве одного из шагов в программаторе), но без необходимости рекомендуется все же отключать ячейку.

Диапазон потенциала:
8В

Диапазон тока:
100мА

☒ Автоматически

В правой части окна настроек находится панель выбора рабочих диапазонов тока и потенциала.

В стационарном потенциостатическом режиме имеется возможность включения автоматического подбора диапазона тока. Однако даже при активации этой опции рекомендуется подбирать диапазон тока максимально адекватным до запуска эксперимента. В идеале это нужно делать с небольшим запасом, чтобы во время работы прибор сам, если нужно, снизил диапазон тока.

Скорость срабатывания автоматического снижения диапазона тока настраивается в окне настроек прибора. В случае же возникновения перегрузки (или если диапазон загружается на более чем 80%) прибор сразу переключится на более грубый диапазон. Рекомендуется, чтобы для работы с автоматическим диапазоном тока скорости регистрации не были выше 100 точек в секунду.

Скорость регистрации:

☐ Автоматически

Задать точек/с.

В этой же панели находится настройка скорости регистрации данных. Пользователь может выбрать автоматический расчет скорости регистрации или ввести желаемое значение. Автоматическая скорость регистрации данных может быть настроена на различные приоритеты (скорость или точность) в окне настроек прибора.

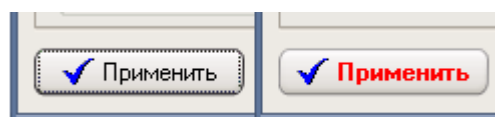
В программе также имеется возможность выполнить простой стационарный эксперимент с **увеличенным объемом регистрируемых данных**. Для этого можно выбрать опцию, которая позволяет использовать несколько циклов (массивов данных) для хранения данных одного стационарного эксперимента. Эта опция позволяет увеличить продолжительность эксперимента в

1000 раз и удобна для работы с высокими скоростями регистрации данных. Данные одного запуска при этом будут разложены по нескольким (сколько понадобится) циклам подряд. При включении этой опции не рекомендуется использовать автоматическую скорость регистрации данных, так как она будет пытаться уместить все в один цикл.

☒ Использовать несколько циклов



После редактирования всех необходимых параметров режима пользователь может нажать кнопку Применить чтобы программа произвела проверку и сохранила все введенные параметры. Только после этого измененные параметры вступят в силу.

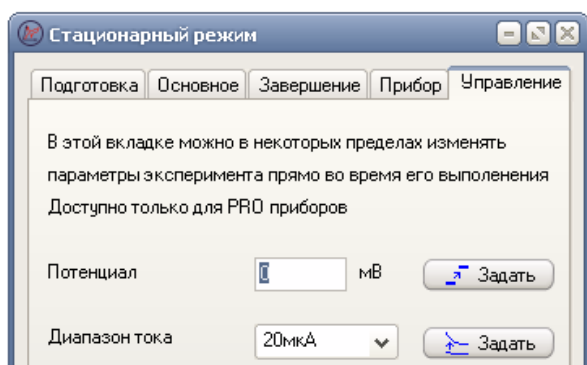


Если пользователь изменил какой либо параметр и забыл нажать кнопку применить, то эта кнопка будет моргать красным цветом, пока ее не нажмут.

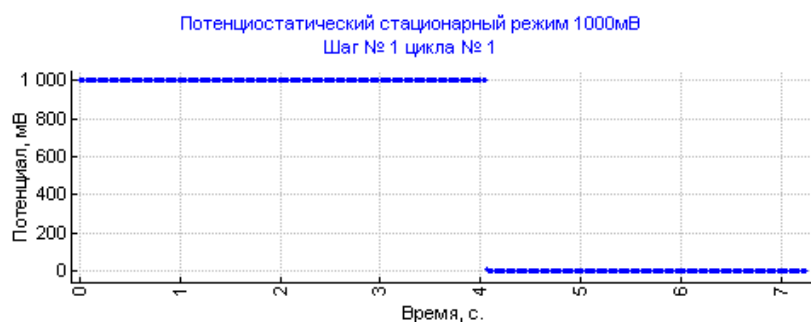


Настройки каждого рабочего режима могут быть сохранены в свой файл, и открыты в дальнейшем. Эта опция удобна при работе нескольких пользователей на одном приборе, ли при использовании режимов работы, с сильно различающимися параметрами.

Последняя вкладка Управление используется только с приборами серии PRO.



В ней пользователь может изменять основные параметры режима прямо во время работы прибора, то есть, после того, как режим уже запущен в работу. В стационарном режиме имеется возможность изменять основной рабочий параметр – задаваемый потенциал (или ток). Например, так выглядит диаграмма если изначально запустить работу с потенциалом 1000мВ, а во время работы режима задать с помощью вкладки Управление 0 мВ примерно на 4-й секунде работы:

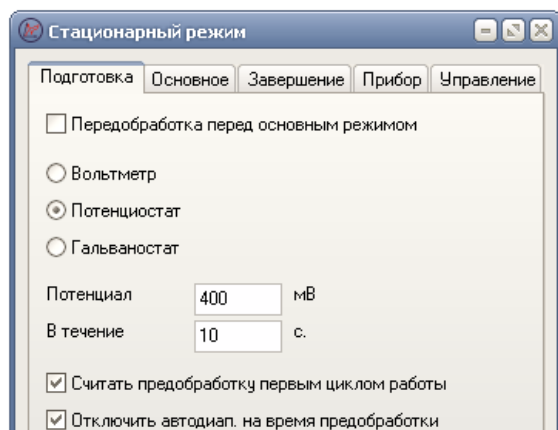


Также по ходу выполнения работы можно изменить и диапазон тока. Сразу после нажатия кнопки Задать в строке диапазона эта кнопка преобразуется в кнопку Отмена на одну секунду. Это сделано для того, чтобы можно было быстро вернуть предыдущий диапазон, если вдруг на вновь заданном возникнет перегрузка. Напоминаем, что через секунду удержания перегрузки программа сама отключит эксперимент.

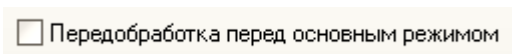
В том случае, если у прибора выбрана опция автоматического диапазона тока, то он будет действовать на свое запрограммированное усмотрение – он выберет более подходящий по его мнению диапазон, если это будет необходимо, то есть сведет переключения пользователя на нет.

Однако, в том случае, если например, прибору запрещено переходить на более тонкий диапазон (в окне настроек прибора), а пользователю все же нужно использовать более тонкий диапазон в текущем эксперименте, то этой опцией вполне можно воспользоваться (прибор не станет без необходимости сам задавать излишне грубый диапазон, однако это ему может потребоваться при запуске режима, по мере же выполнения эксперимента ток может снизиться и пользователь в этом случае сам задаст более тонкий из вкладки Управление).

Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать передобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:



В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять передобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

- ☐ Вольтметр
- ☒ Потенциостат
- ☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения предобработки:

Потенциал	400	мВ
В течение	10	с.

Сразу после завершения предобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения предобработки:

☒ Отключить автодиап. на время предобработки

Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения предобработки, Вы можете выбрать опцию Считать предобработку первым циклом работы:

☒ Считать предобработку первым циклом работы

В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать – данные предобработки сохранены не будут.

Ступенчатый режим

Ступенчатый режим позволяет автоматически снять, например, стационарную поляризационную кривую.

Он может быть выполнен как в потенциостатическом, так и в гальваностатическом режиме:

Параметры режима

☒ Потенциостат

☐ Гальваностат

Основными параметрами ступенчатого режима являются следующие:

Стартовый потенциал

☐ Относительно потенциала Р.Ц.

Величина ступени

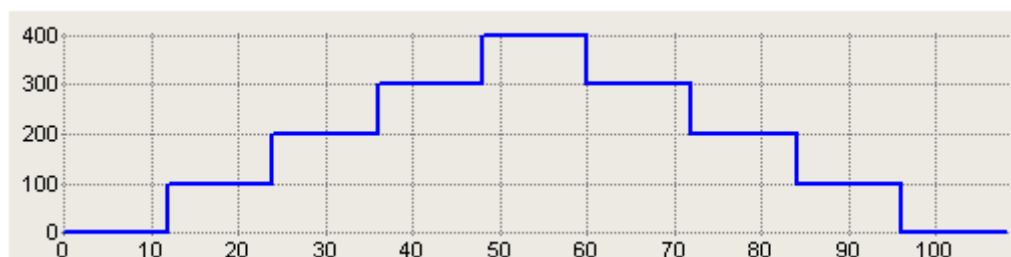
Количество ступеней ☒ Добавить обратный ход

Стартовый потенциал (или ток) будет являться первой запущенной ступенью. Все остальные ступени будут выполняться вслед за ним. При этом величина каждой последующей ступени будет выше предыдущей на параметр Высота ступени (она может быть отрицательной или равной нулю).

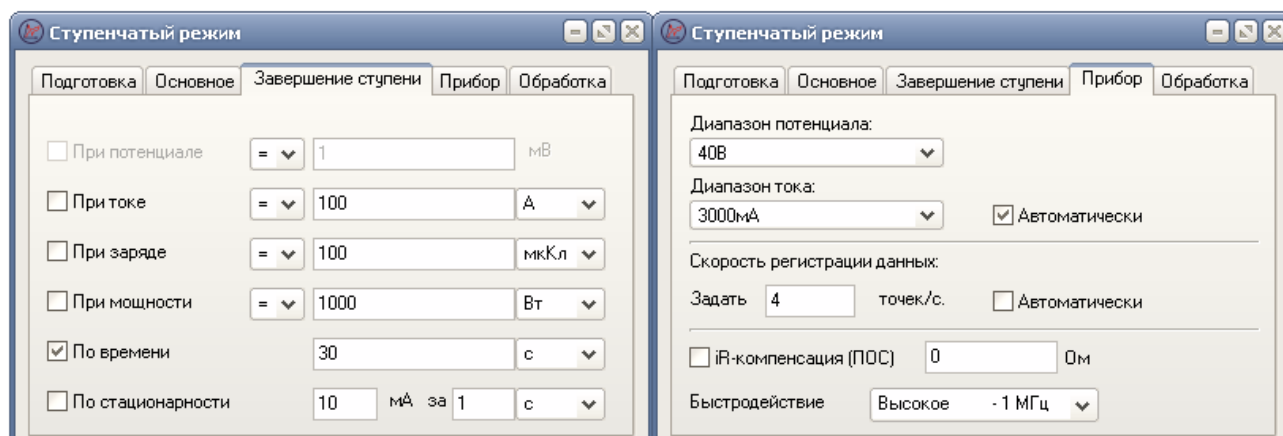
Как и в стационарных режимах в потенциостатическом ступенчатом режиме имеется возможность работы относительно потенциала разомкнутой цепи. Он будет промерян перед запуском всего режима один раз и его значение будет выведено в основном окне программы. После его промера вся "лестница" ступенчатого режима будет сдвинута на его значение.

Количество ступеней (включая возможный обратный ход) ограничено значением 1000шт.

Внешний вид заданной ступенчатой программы поляризации хорошо поясняет вспомогательная диаграмма, имеющаяся в окне настроек режима:



Остальные настройки режима практически не отличаются от аналогичных настроек стационарного режима:

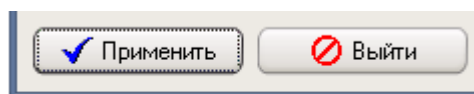


Единственным отличием является то, что у ступенчатого режима в параметрах завершения задаются условия перехода от одной ступени к другой.

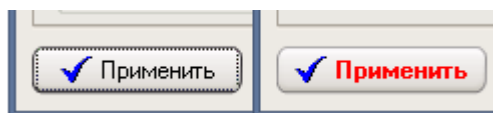
Дополнительным условием перехода от одной ступени к другой является критерий стационарности. В нем пользователь задает максимальный наклон потенциала (в режиме гальваностата) или тока (в режиме потенциостата) и период времени, для которого этот наклон должен быть рассчитан. Этот параметр будет совпадать с тем, что выводится в основном окне программы в том случае, когда у них заданы одинаковые времена расчета (однако рассчитываются они совершенно независимо).

Диапазоны тока и потенциала, а также скорость регистрации задаются точно так же, как и в стационарном режиме.

Одной из важных особенностей ступенчатого режима является то, что **каждая ступень потенциала или тока является своим циклом работы программы**, то есть все ступени хранятся и отображаются на диаграмме отдельно друг от друга (отдельными массивами данных, так их потом в программе удобнее обрабатывать). При желании пользователь может затем соединить их вместе на этапе обработки данных (в программе эта опция находится в окне расчетов).



После редактирования всех необходимых параметров режима пользователь может нажать кнопку Применить чтобы программа произвела проверку и сохранила все введенные параметры. Только после этого измененные параметры вступают в силу.

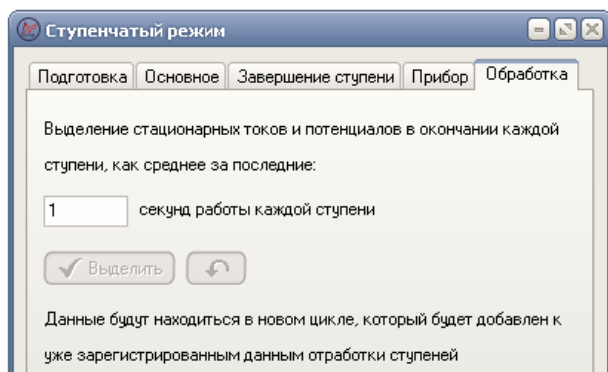


Если пользователь изменил какой либо параметр и забыл нажать кнопку применить, то эта кнопка будет моргать красным цветом, пока ее не нажмут.



Настройки каждого рабочего режима могут быть сохранены в свой файл, и открыты в дальнейшем. Эта опция удобна при работе нескольких пользователей на одном приборе, ли при использовании режимов работы, с сильно различающимися параметрами.

Новой опцией, введенной в ПО является вкладка обработки:

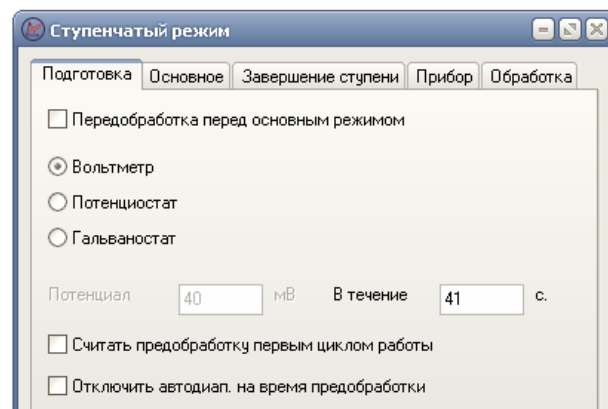


С помощью нее пользователь может автоматически выделить стационарные токи/потенциалы из серии снятых в ступенчатом режиме кривых. По нажатию кнопки Выделить в этой панели программа рассчитает средние токи и потенциалы за время, заданное пользователем от конца каждой ступени. При этом, из полученных стационарных данных будет собран дополнительный программный цикл. Он будет добавлен в конец к уже имеющимся данным. Диаграмма автоматически его отобразит. Если Вам не нужен этот цикл данных, Вы можете нажать кнопку возврата рядом с кнопкой Выделить, и он удалится.

К этому дополнительному циклу данных Вы можете применять все имеющиеся в программе возможности обработки, например, посмотреть на них в логарифмических координатах и аппроксимировать их прямой. В результате фактически будут рассчитаны параметры уравнения Тафеля. Или Вы можете использовать любые другие средства обработки данных.

Время каждой точки в этом цикле стационарных данных будет соответствовать времени, прошедшему от начала всего эксперимента в стационарном режиме до момента окончания соответствующей ступени.

Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать предобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:

☐ Предобработка перед основным режимом

В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять предобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

☐ Вольтметр
☒ Потенциостат
☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения предобработки:

Потенциал	400	мВ
В течение	10	с.

Сразу после завершения предобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения предобработки:

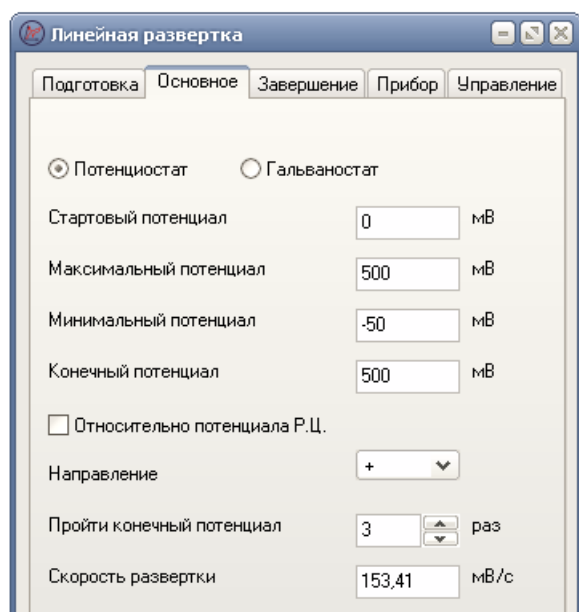
☒ Отключить автодиап. на время предобработки

Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения предобработки, Вы можете выбрать опцию Считать предобработку первым циклом работы:

☒ Считать предобработку первым циклом работы

В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать – данные предобработки сохранены не будут.

Линейная развертка



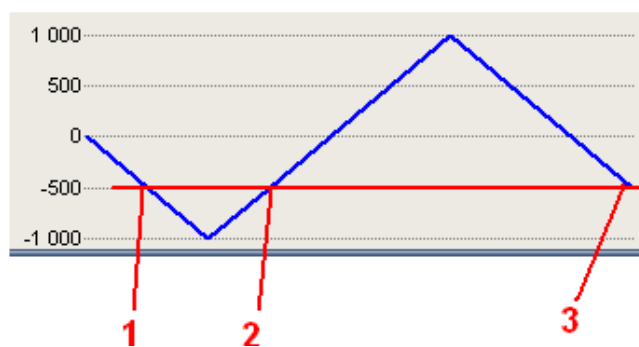
Линейная развертка может осуществляться как для потенциала, так и для тока.

В линейной развертке пользователь задает стартовый потенциал (или ток), границы развертки, конечный потенциал, и количество проходов развертки через конечный потенциал.

В самом простом случае линейная развертка может быть использована для однократного разворачивания потенциала (или тока) от одного значения к другому. В этом случае пределы развертки – максимальное и минимальное значения просто следует выбрать с разумным запасом.

Также может быть выполнено и несколько целых циклов как в случае циклической развертки. Количество циклов при этом должно быть небольшим (ограничено в 10), так как программа в этом режиме использует только один массив данных (один шаг в одном цикле) и много циклов в него может не поместиться.

Внешний вид задаваемого сигнала отображается на вспомогательной диаграмме в этом же окне, вот например, что получилось для введенных выше параметров (красным цветом для наглядности показаны пересечения диаграммой конечного потенциала):



Если бы в приведенном примере был задан один проход конечного потенциала, то получилась бы просто линейная однократная развертка от 0 до -500 мВ.

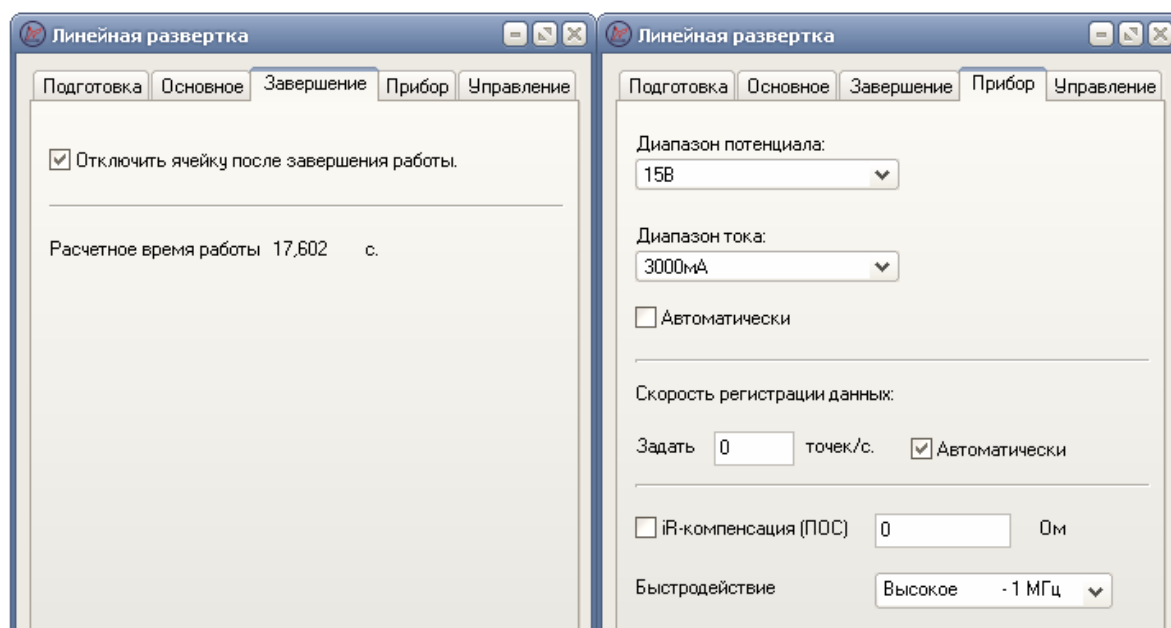
Пользователю рекомендуется ДО работы с прибором немного потренироваться во вводе разных параметров режима. При нажатии кнопки Применить в этом же окне программа автоматически обновляет вспомогательную диаграмму и если необходимо, выводит сообщения о возникших ошибках ввода данных.

Важным параметром также является направление развертки. Оно определяет в какую сторону будет осуществлена развертка после запуска (в приведенном примере картина изменится достаточно сильно если поменять направление с + на -).

Режим линейной развертки имеет следующие ограничения по используемым приборам (все они убираются перепрошивкой прибора в службе поддержки ООО "Элинс"):

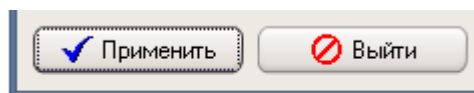
Для всех приборов выпущенных до июня 2011 года нижний предел скорости развертки потенциала - согласно паспортным характеристикам (обычно 0,2-1мВ/с в зависимости от диапазона и типа прибора). Для всех более поздних приборов этот предел составляет 10 мкВ в секунду на всех диапазонах (по потенциалу, и аналогично он снижен и по току).

Этот режим отсутствует у всех импульсных потенциостатов (с индексом I) выпущенных до июня 2011г. У всех приборов выпущенных позднее он присутствует.

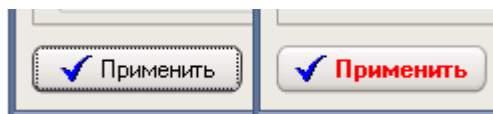


Как и в других режимах для линейной развертки следует выбрать диапазон тока и потенциала, скорость регистрации. Автоматический выбор диапазона тока отсутствует, так как на средних и высоких скоростях развертки это привело бы к заметному искажению вольтамперограммы.

Для соединения с другими режимами работы (например, когда развертка выбирается в качестве одного из шагов в программаторе) имеется настройка отключения ячейки после завершения работы режима.



После редактирования всех необходимых параметров режима пользователь может нажать кнопку Применить чтобы программа произвела проверку и сохранила все введенные параметры. Только после этого измененные параметры вступят в силу.

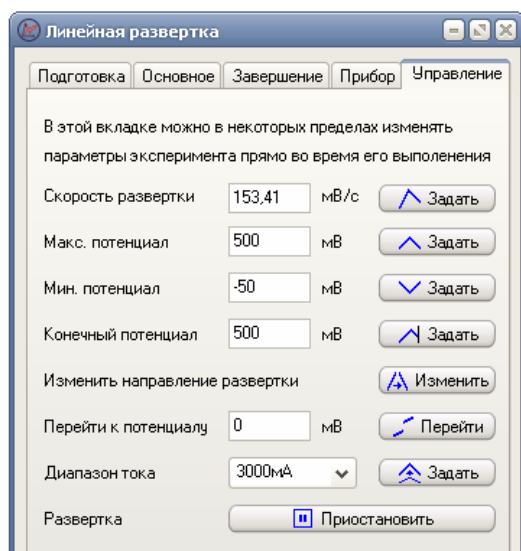


Если пользователь изменил какой либо параметр и забыл нажать кнопку применить, то эта кнопка будет моргать красным цветом, пока ее не нажмут.



Настройки каждого рабочего режима могут быть сохранены в свой файл, и открыты в дальнейшем. Эта опция удобна при работе нескольких пользователей на одном приборе, ли при использовании режимов работы, с сильно различающимися параметрами.

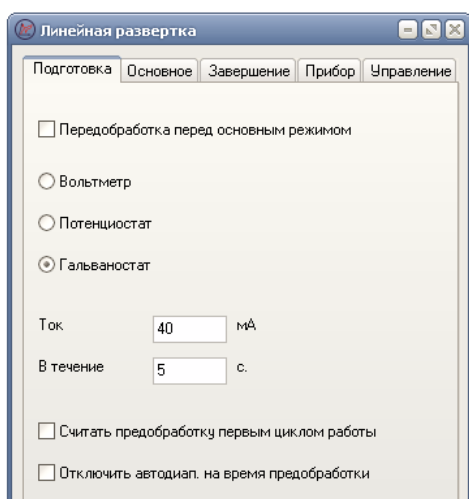
Для импульсных приборов серии PRO имеется возможность управлять параметрами эксперимента во время его выполнения с помощью вкладки Управление:



В ней пользователь может изменять параметры эксперимента во время его выполнения. Так например, можно менять скорость развертки, диапазоны тока, пределы развертки, остановить на время развертку, а затем запустить ее снова. Можно мгновенно перейти к другому значению потенциала (тока) и продолжить развертку (или можно сделать это в состоянии паузы развертки).

Эта панель существенно расширяет возможности прибора. Перед изменением какого либо параметра (после нажатия пользователем какой либо кнопки управления) программа сначала проверяет ввод этого параметра, затем выводит результат в соответствующее ему меню и отправляет соответствующую команду в прибор.

Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать передобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:

☐ Передобработка перед основным режимом

В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять передобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

☐ Вольтметр
☒ Потенциостат
☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения передобработки:

Потенциал мВ
В течение с.

Сразу после завершения передобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения передобработки:

☒ Отключить автодиап. на время передобработки

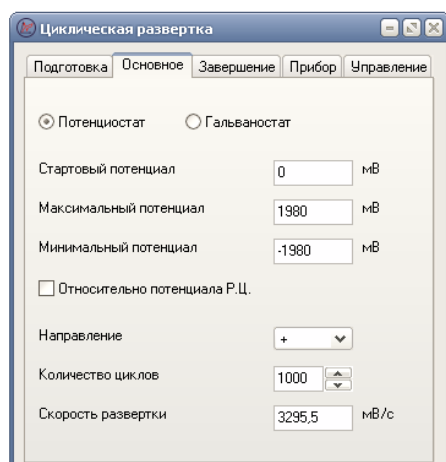
Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения передобработки, Вы можете выбрать опцию Считать передобработку первым циклом работы:

☒ Считать передобработку первым циклом работы

В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать — данные передобработки сохранены не будут.

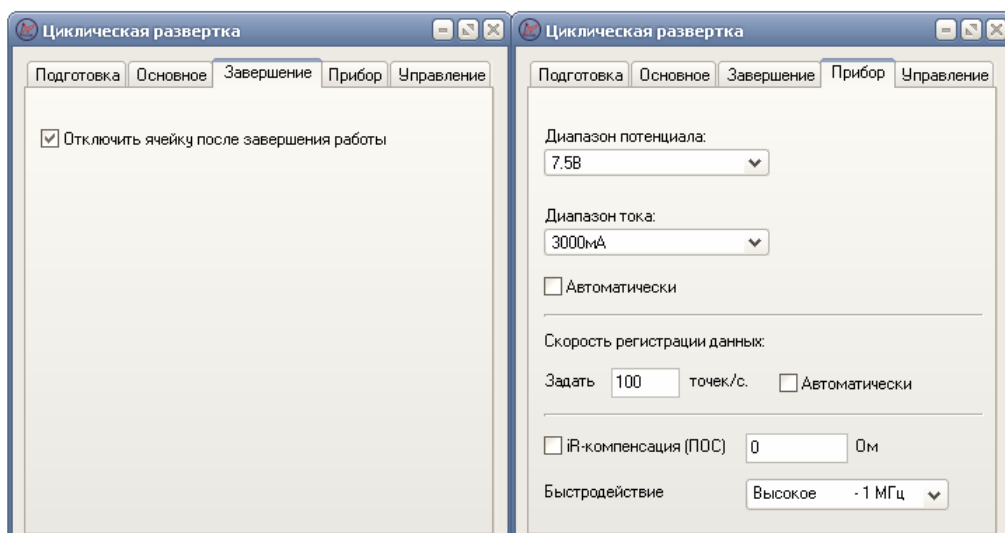
Циклическая развертка

Циклическая развертка является несколько более простой, по сравнению с режимом линейной развертки.



В этом режиме пользователь выбирает режим работы прибора – потенциостатический или гальваностатический, задает стартовый потенциал, пределы развертки (максимальное и минимальное значения), выбирает скорость развертки, направление развертки и количество выполненных целых циклов развертки.

В этом режиме программа хранит все циклы развертки как отдельные массивы данных. К сохранению и отображению доступны все зарегистрированные циклы развертки. Максимальное количество циклов – 1000 штук.

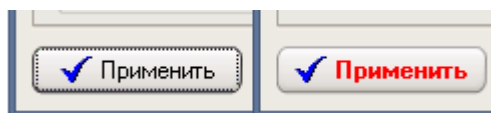


Как и в других режимах для линейной развертки следует выбрать диапазон тока и потенциала, скорость регистрации. Автоматический выбор диапазона тока отсутствует, так как на средних и высоких скоростях развертки это привело бы к заметному искажению вольтамперограммы.

Для соединения с другими режимами работы (например, когда развертка выбирается в качестве одного из шагов в программаторе) имеется настройка отключения ячейки после завершения работы режима.



После редактирования всех необходимых параметров режима пользователь может нажать кнопку Применить чтобы программа произвела проверку и сохранила все введенные параметры. Только после этого измененные параметры вступят в силу.

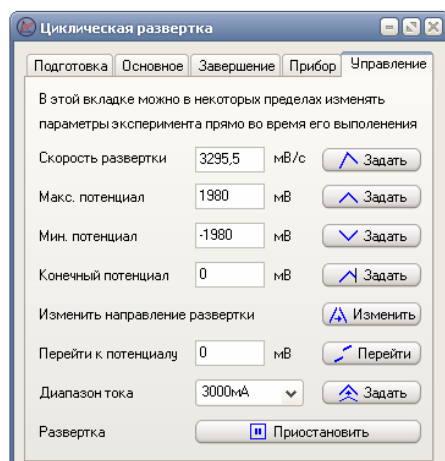


Если пользователь изменил какой либо параметр и забыл нажать кнопку применить, то эта кнопка будет моргать красным цветом, пока ее не нажмут.



Настройки каждого рабочего режима могут быть сохранены в свой файл, и открыты в дальнейшем. Эта опция удобна при работе нескольких пользователей на одном приборе, ли при использовании режимов работы, с сильно различающимися параметрами.

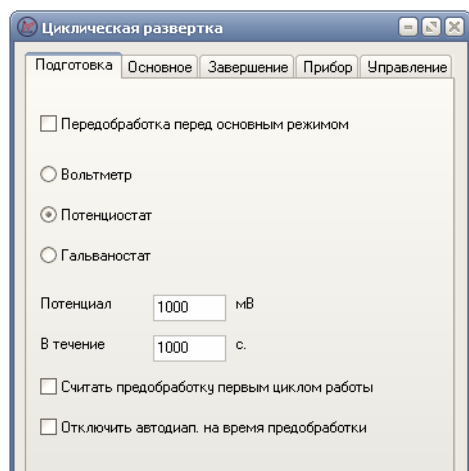
Для импульсных приборов серии PRO имеется возможность управлять параметрами эксперимента во время его выполнения с помощью вкладки Управление:



В ней пользователь может изменять параметры эксперимента во время его выполнения. Так например, можно менять скорость развертки, диапазоны тока, пределы развертки, остановить на время развертку, а затем запустить ее снова. Можно мгновенно перейти к другому значению потенциала (тока) и продолжить развертку (или можно сделать это в состоянии паузы развертки).

Эта панель существенно расширяет возможности прибора. Перед изменением какого либо параметра (после нажатия пользователем какой либо кнопки управления) программа сначала проверяет ввод этого параметра, затем выводит результат в соответствующее ему меню и отправляет соответствующую команду в прибор.

Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать передобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:

☐ Передобработка перед основным режимом

В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять передобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

☐ Вольтметр
☒ Потенциостат
☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения передобработки:

Потенциал мВ
В течение с.

Сразу после завершения передобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения передобработки:

☒ Отключить автодиап. на время передобработки

Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения передобработки, Вы можете выбрать опцию Считать передобработку первым циклом работы:

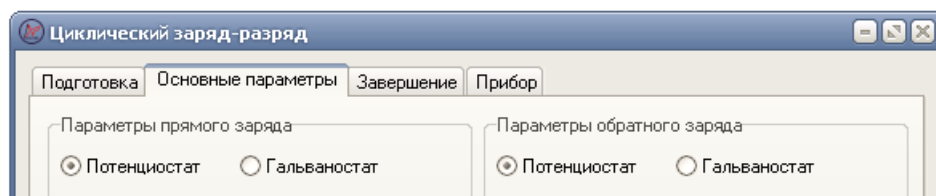
☒ Считать передобработку первым циклом работы

В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать – данные предобработки сохранены не будут.

#Режим циклического заряда-разряда

Этот режим предназначен тестирования ХИТ, суперконденсаторов и других одностипных целей.

В самом простом варианте он состоит из двух стационарных шагов – так называемый прямой заряд, и обратный заряд:



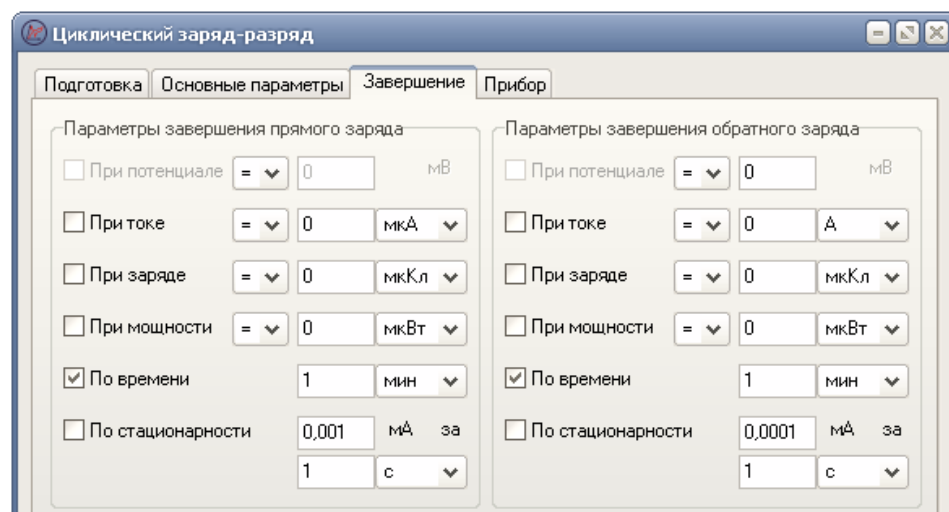
Эти шаги повторяются друг за другом указанное количество раз (количество циклов):



За каждым из этих шагов дополнительно может быть добавлен шаг релаксации (отключение ячейки и регистрация ЭДС в течение заданного времени):



В каждом зарядном (или разрядном) шаге пользователь задает критерии завершения в соответствующей панели (имеются те же критерии настройки остановки режима, что и у стационарных режимов самих по себе):



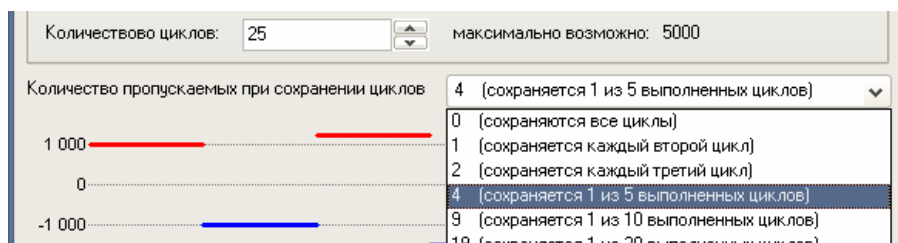
В общем случае получатся следующие шаги работы режима:

- 1-й – прямой ход (например, заряд батареи)
- 2-й релаксация
- 3-й – обратный ход (например, разряд батареи)

4-й релаксация

Далее будет произведен переход у следующему циклу работы режима с выполнением тех же шагов.

Количество программно сохраненных циклов может быть от 1 до 1000 штук. Физически же их может быть выполнено гораздо больше – до 200 тысяч. Для этого есть следующая опция:



В приведенном примере (сохраняется 1 из 5) будут сохранены следующие физические циклы: 5, 10, 15, 20, 25. Они будут храниться под номерами программных циклов 1, 2, 3, 4, и 5 соответственно. В названии каждого цикла на диаграмме и в сохраняемом файле данных будет выведен физический номер цикла во избежание путаницы. (этот режим практически единственный, в котором номер программного цикла не всегда соответствует физическому).

Рекомендуется “прореживать” сохраняемые циклы даже тогда, когда их планируется выполнить существенно меньше тысячи. Это сильно облегчит работу программы и перерисовку графической информации. Также пользователю при этом легче будет просматривать и обрабатывать данные.

При выполнении каждого цикла пользователь может использовать как одно и то же значение выходного тока или потенциала, так и менять его при переходе от одного цикла к другому. Это можно делать двумя способами: линейно его инкрементировать (аналогично ступенчатому режиму как в +, так и в – фиксированной величиной):

☐ Задать выходные данные циклов таблицей

Потенциал 1-го цикла мВ

Инкремент между циклами мВ

Или задать набор выходных значений индивидуально для каждого цикла таблицей:

☒ Задать выходные данные циклов таблицей

Номер цикла	Потенциал, мВ
Цикл 1	-1000
Цикл 2	-1500
Цикл 3	-2000
Цикл 4	

Для облегчения управления программой, в нижней части окна настроек “Циклера” имеется вспомогательная диаграмма с прогнозируемой амплитудой задаваемых сигналов. В ней условно выбрано, что красному цвету соответствует прямой заряд, синему – обратный. Толстыми линиями отображаются основные режимы, а тонкими – релаксации. Время по оси X выбрано условно

одинаковым для всех шагов (шаги релаксации отображаются нулевыми значениями потенциала-тока):



Такая диаграмма получилась, например, для ввода следующих параметров:

Параметры прямого заряда		Параметры обратного заряда	
☒ Потенциостат	☐ Гальваностат	☒ Потенциостат	☐ Гальваностат
☐ Задать выходные данные циклов таблицей		☐ Задать выходные данные циклов таблицей	
Потенциал 1-го цикла	1000 мВ	Потенциал 1-го цикла	-1000 мВ
Инкремент между циклами	-200 мВ	Инкремент между циклами	200 мВ
☒ Выполнить релаксацию	1 с	☒ Выполнить релаксацию	1 с
Количество циклов: 5		максимально возможно: 5000	

В вкладке Прибор пользователь задает настройки прибора. Как обычно задаются параметры диапазонов:

Диапазон потенциала:	40В
Диапазон тока:	3000мА
☐ Автоматически	

Скорости регистрации данных задаются индивидуально для каждого шага:

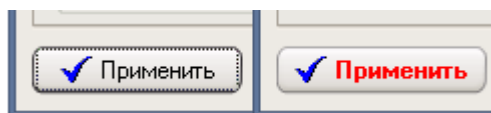
Скорости регистрации данных:			
Прямой заряд	10	точек/с.	☐ Авто.
Пр. Релаксация	20	точек/с.	☐ Авто.
Обратный заряд	30	точек/с.	☐ Авто.
Обр. Релаксация	40	точек/с.	☐ Авто.

Практически любые более сложные типы циклеров пользователь может сам создать и сохранить для дальнейшей работы в программаторе. Например, могут быть добавлены

дополнительные шаги по дозаряду батареи более низкими токами, чем основной заряд, встроены импульсные режимы для регистрации омических потерь и другие. Однако, при этом нельзя будет пользоваться возможностью изменения основного параметра при переходе от цикла к циклу.



После редактирования всех необходимых параметров режима пользователь может нажать кнопку Применить чтобы программа произвела проверку и сохранила все введенные параметры. Только после этого измененные параметры вступят в силу.

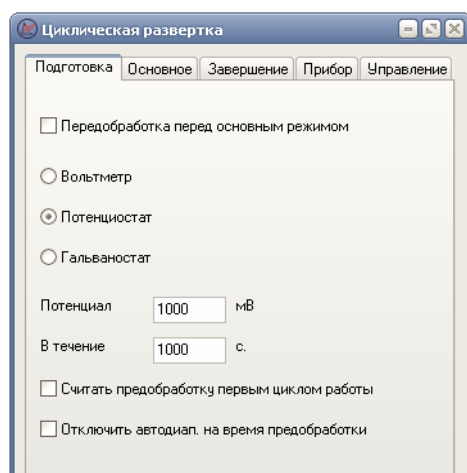


Если пользователь изменил какой либо параметр и забыл нажать кнопку применить, то эта кнопка будет моргать красным цветом, пока ее не нажмут.



Настройки каждого рабочего режима могут быть сохранены в свой файл, и открыты в дальнейшем. Эта опция удобна при работе нескольких пользователей на одном приборе, или при использовании режимов работы, с сильно различающимися параметрами.

Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать передобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:



В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять передобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

- ☐ Вольтметр
- ☒ Потенциостат
- ☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения предобработки:

Потенциал	400	мВ
В течение	10	с.

Сразу после завершения предобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения предобработки:

☒ Отключить автодиап. на время предобработки

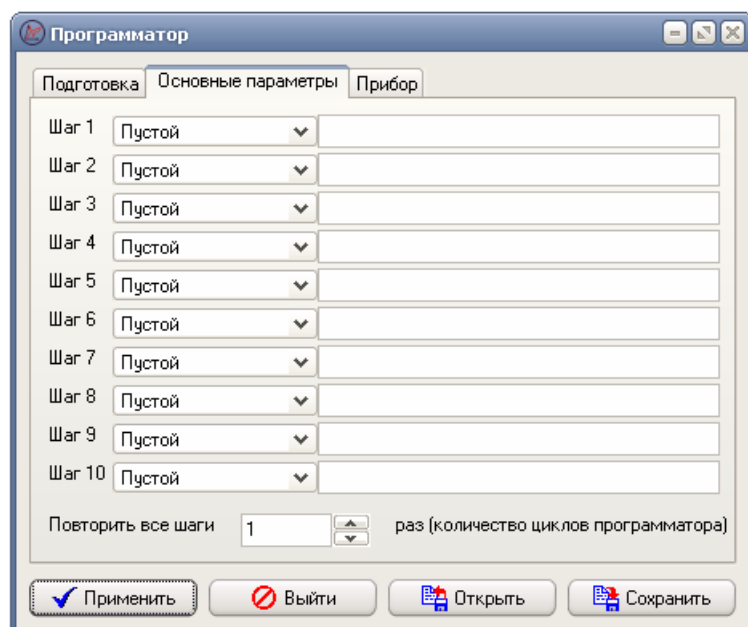
Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения предобработки, Вы можете выбрать опцию Считать предобработку первым циклом работы:

☒ Считать предобработку первым циклом работы

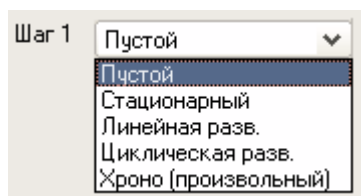
В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать – данные предобработки сохранены не будут.

Режим программатора

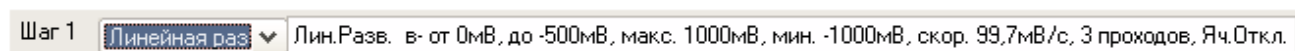
Этот режим является одним из самых сложных, но и универсальных, так как он сам состоит из других режимов работы, которые могут быть выполнены последовательно друг за другом. Принцип устройства программатора на самом деле достаточно прост и во многом проясняет организацию работы всей программы PS_Pack_2.



Каждая строка программатора представляет собой один шаг работы программы. Пользователь может выбрать в выпадающем меню тип выполняемого шага (для быстродействующих приборов при этом еще есть возможность добавить импульсный режим, он занимает два шага):



При этом появится соответствующее окно редактирования параметров для выбранного типа шага (например, для стационарного шага появится точно такое же окно, как и в ранее рассмотренном единичном стационарном режиме). После ввода необходимых параметров и их подтверждения в строке редактируемого шага появится краткое описание введенного шага:



Аналогично можно заполнить и другие шаги программатора. При этом они могут чередоваться с пустыми шагами (пустые шаги будут пропущены программатором во время работы). Для удаления шага нужно выбрать его пустым.

Заполнив все необходимые шаги можно ввести количество циклов программатора (от 1 до 1000 штук).

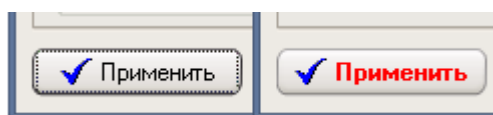
Работа программатора будет выглядеть так: последовательно друг за другом будут выполнены все введенные шаги (вся эта операция будет называться одним циклом работы программатора), затем, закончив последний шаг, программа начнет новый цикл работы и перейдет к первому шагу. Так будет до тех пор, пока не будет выполнен последний шаг в последнем цикле работы.

Ввиду того, что циклическая развертка сама состоит из нескольких циклов развертки, и одновременно она может являться лишь одним шагом в программаторе, есть небольшое замечание: в ходе выполнения циклов развертки, выбранной шагом в программаторе выполнены и отображены будут все циклы развертки, но сохранен будет только последний в качестве выбранного шага программатора.

Пользователь может открыть ранее сохраненную программу или сохранить только что созданную для последующего использования (перед сохранением обязательно нажмите кнопку Применить в окне программатора).



После редактирования всех необходимых параметров режима пользователь может нажать кнопку Применить чтобы программа произвела проверку и сохранила все введенные параметры. Только после этого измененные параметры вступят в силу.



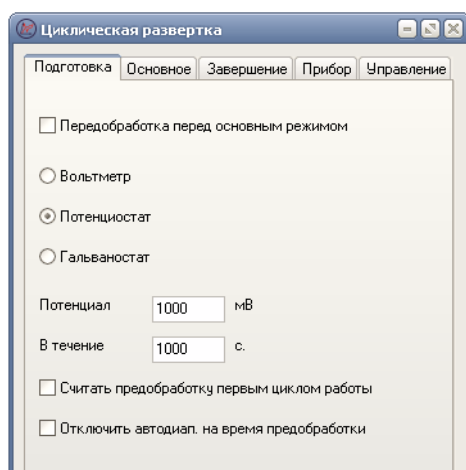
Если пользователь изменил какой либо параметр и забыл нажать кнопку применить, то эта кнопка будет моргать красным цветом, пока ее не нажмут.



Настройки каждого рабочего режима могут быть сохранены в свой файл, и открыты в дальнейшем. Эта опция удобна при работе нескольких пользователей на одном приборе, ли при использовании режимов работы, с сильно различающимися параметрами.

Также важно не забывать нажимать кнопку Применить и у каждого отдельного режима – шага в программаторе.

Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать передобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:

☐ Передобработка перед основным режимом

В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять передобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

☐ Вольтметр
☒ Потенциостат
☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения передобработки:

Потенциал мВ
В течение с.

Сразу после завершения передобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения передобработки:

☒ Отключить автодиап. на время передобработки

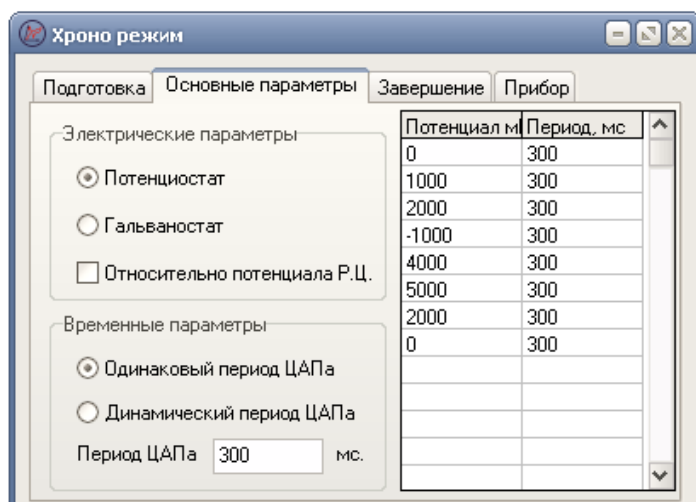
Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения передобработки, Вы можете выбрать опцию Считать передобработку первым циклом работы:

☒ Считать передобработку первым циклом работы

В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать – данные передобработки сохранены не будут.

#Хроно режим

Хроно режим, или режим произвольных сигналов, позволяет задавать сигналы практически любой формы как в потенциостатическом, так и в гальваностатическом режимах.

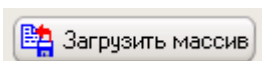


В потенциостатическом режиме есть возможность работы относительно потенциала разомкнутой цепи (Р.Ц.). В этом случае перед запуском режима прибор сначала измеряет потенциал открытой цепи, и после этого запускает рабочий режим. При этом все задаваемые потенциалы увеличены на измеренное значение потенциала открытой цепи. Само значение выводится в основном окне управляющей программы.

Ключевым элементом в окне хроно режима является таблица с выходными данными ЦАПа:

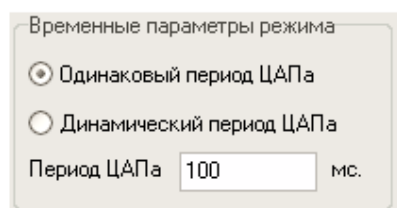
Потенциал	Период, мс
55,527	15
110,88	15
165,9	15
220,4	15
274,22	15
327,19	15
379,16	15
429,96	15
479,43	15
527,41	15

В этой таблице пользователь может вручную ввести необходимые значения выходного тока (в гальваностатическом режиме) или потенциала (в потенциостатическом режиме).левой колонкой являются собственно выходные значения, а правой времена выдержки этих значений.



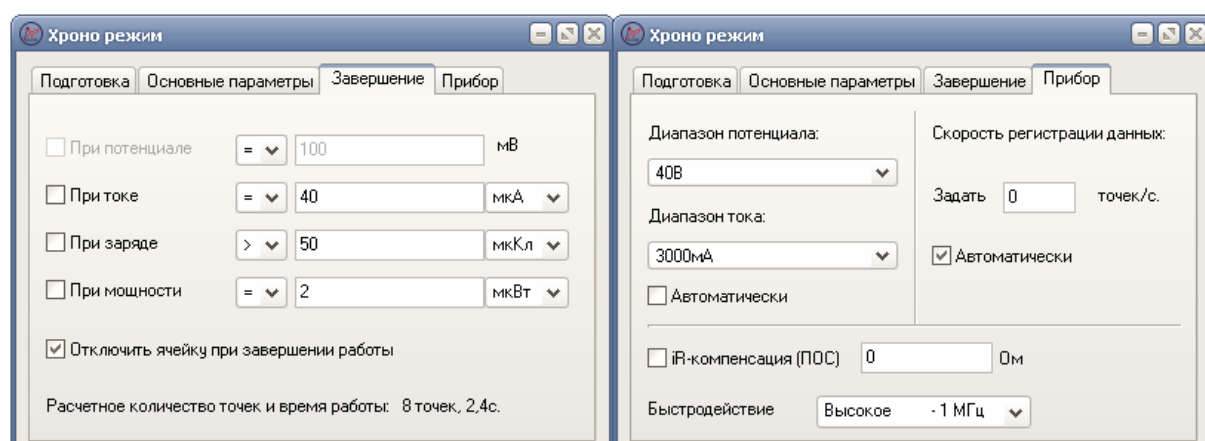
В левой части окна настроек параметров хроно режима есть кнопка, позволяющая загрузить колонку с выходными значениями ЦАПа из файла. Этот текстовый файл легко создать, например в MS Экселе.

У хроно режима есть два метода работы – с одинаковым периодом обновления данных ЦАП (времена выдержки всех точек одинаковы) – в этом случае можно задать до 900 точек. Во втором методе у каждой точки свое индивидуальное время выдержки. В этом случае можно задать до 450 точек.



Минимальное время выдержки составляет 1 мс, максимальное – 30 секунд.

Хроно режим имеет те же критерии завершения работы и приборные настройки, что и стационарный режим:

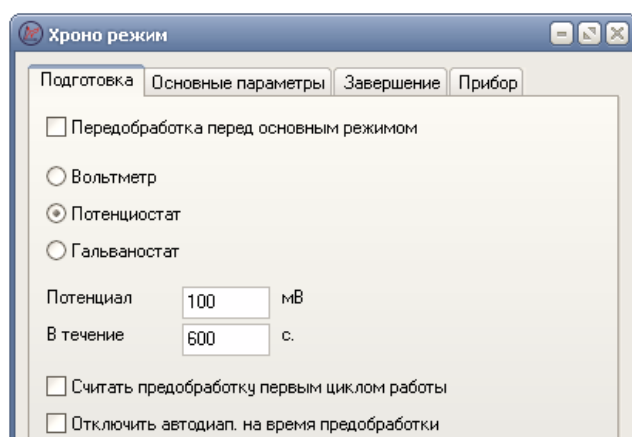


В нижней части окна хроно режима имеется вспомогательная диаграмма, на которой выводится внешний вид задаваемого сигнала:



Также хроно режим имеет несколько стандартных настроек – диапазоны тока, потенциал и настройки скорости регистрации данных – в автоматическом или в ручном режиме. Как и в других режимах автоматическая скорость регистрации данных может быть настроена на разные приоритеты (на быстродействие или на точность) в окне настроек прибора.

Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать передобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:

☐ Передобработка перед основным режимом

В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять передобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

☐ Вольтметр
☒ Потенциостат
☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения передобработки:

Потенциал мВ
В течение с.

Сразу после завершения передобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения передобработки:

☒ Отключить автодиап. на время передобработки

Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения передобработки, Вы можете выбрать опцию Считать передобработку первым циклом работы:

☒ Считать передобработку первым циклом работы

В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать – данные передобработки сохранены не будут.

Импульсный режим импульсных приборов

Импульсный режим может работать как в потенциостатическом, так и в гальваностатическом режимах:

Режим работы

☒ Потенциостат ☐ Гальваностат

Кроме этого имеется два типа самих импульсов: режим программируемого сигнала и режим произвольных сигналов. Режим выбирается в правой части окна импульсного режима в панели из двух закладок:

Программируемый импульс Произвольный импульс

В программируемом сигнале импульс представляет собой очень быструю развертку и в нем имеется следующая панель настроек:

Программируемый импульс Произвольный импульс

Амплитуда 1	0	мВ	длительностью	0,995	мс
Наклон 1-2	471167,	В/с			
Амплитуда 2	1000	мВ	длительностью	0,995	мс
Наклон 2-3	471167,	В/с			
Амплитуда 3	-1000	мВ	длительностью	0,995	мс

В таком импульсном режиме сначала прибор выдержит Амплитуду1 в течение Длительности1, затем он произведет развертку со скоростью Наклон1-2 до Амплитуды2, выдержит ее в течение ее длительности. После этого будет произведена развертка со скоростью Наклон2-3 до Амплитуды3. Амплитуда3 будет выдержана в течение заданной ей длительности. После этого прибор перейдет к выполнению опять амплитуды1, но это будет уже следующий импульс.

Ниже параметров режима находится вспомогательная диаграмма, на которой выводится внешний вид заданного сигнала. Например, вот такой импульс получился для введенных выше параметров (диаграмма обновляется при нажатии кнопки Применить в нижней левой части окна настроек импульсного режима):



Вторым типом импульсов является импульс произвольной формы. Как и в хроно режиме здесь пользователь загружает массив выходных точек ЦАП или вводит их сам в соответствующую таблицу значений в закладке параметров произвольного сигнала:

Потенциал, мВ
5.552698200000000E
1.108826285000000E
1.658961327000000E
2.203977435000000E
2.742192892000000E
3.271946968000000E
3.791605039000000E

В этой же закладке пользователь задает период обновления данных в микросекундах. Ниже программа выводит результирующее количество точек, которые будут поданы на ЦАП в одном таком импульсе.

В левой части окна импульсного режима находится панель настроек временных параметров импульсного режима:

Временные параметры

Кол-во импульсов: 10 ☒ Бесконечно

Регистрировать 1 из: 10 импульсов

Размер массива: 1200 точек ☒ авто

Скорость регистрации: 200 тыс. точек/с ☒ авто

В ней пользователь задает количество зарегистрированных импульсов.

Имеется опция бесконечного количества импульсов. В бесконечном случае импульсы будут прикладываться до тех пор, пока пользователь принудительно не остановит работу режима. При этом импульсы будут регистрироваться и будет вестись точный их подсчет. В окне диаграммы будет выводиться соответствующая информация. К сохранению будет доступен последний зарегистрированный импульс (промежуточные импульсы при этом не резервируются так как в этом случае по опыту разработчиков очень быстро происходит заполнение жесткого диска текстовыми файлами с количеством импульсов до тысяч или даже миллионов, которые не представляется возможным ни обработать, ни даже чем либо достаточно быстро открыть).

В случае конечного числа импульсов прибор регистрирует (и сохраняет) введенное количество импульсов, при этом приложено импульсов будет больше. Дело в том, что прибор не способен на высоких скоростях работы АЦП отослать данные всех импульсов. Часть приложенных импульсов не регистрируются, так как в то время пока они прикладываются к исследуемому объекту программа производит пересылку в ПК ранее зарегистрированного импульса. Поэтому необходимо задать сколько импульсов будет пропущено регистрацией. Общее количество приложенных импульсов в этом случае будет равно: количество зарегистрированных импульсов * (количество пропущенных импульсов + 1 зарегистрированный).

Ниже в этой панели задается скорость работы АЦП и размер массива данных АЦП, который будет зарегистрирован и переслан в ПК. Для обоих этих параметров есть опции автоматических настроек, поэтому, если Вы не уверены, проще выбрать автоматические настройки. Эти настройки выделены красной пунктирной рамкой, такой же рамкой выделяется и окно, регистрируемое АЦП на вспомогательной диаграмме, чтобы пользователь мог оценить – поместился ли заданный импульс в массив данных АЦП или наоборот осталось много свободного места:



Важным моментом является то, что задатчик импульсов в приборе работает независимо от АЦП, которое лишь синхронизируется на начало импульса. То есть все импульсы прикладываются к исследуемому объекту четко последовательно друг за другом независимо от работы ПК.

Также важно отметить, что формально номер цикла в программе и номер соответствующего ему импульса не соответствуют друг другу (из-за пропущенных регистрацией импульсов). Но в названии каждого цикла содержится истинный номер импульса (который строго подсчитываются задатчиком и отсылаются в ПК).

Помимо этого важно отметить, что у импульсного режима есть режим подготовки, называемый сигналом установления:

Сигнал установления

Потенциал мВ в течение с.

Он представляет собой стационарный режим, задается и регистрируется в виде самого первого шага перед всеми импульсами.

Помимо этого в окне импульсного режима задаются диапазоны тока и потенциала. Также имеется панель, в которой отображается продолжительность импульса и время, через которое будет производиться перерисовка импульсов (на тот случай, чтобы пользователь не думал что программа зависла, когда импульсы достаточно продолжительные и регистрация пропускает большое их количество):

Диапазоны

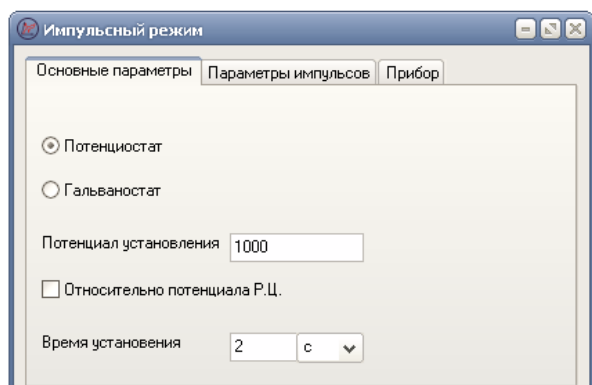
Потенциал Ток

Сводка

Продолжить импульса 0,7345 мс, перерисовка 0,0073 с.

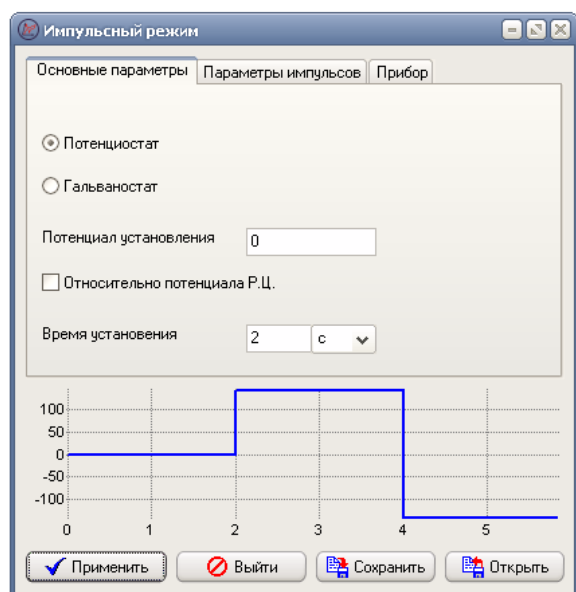
Импульсный режим быстродействующих приборов

Импульсный режим быстродействующих приборов (индекс S) может работать как в потенциостатическом, так и в гальваностатическом режиме.



Перед запуском импульсного режима следует подготовительный сигнал установления, который представляет собой стационарный режим.

Сам же импульсный режим состоит из трех амплитуд, у каждой свое время выдержки.



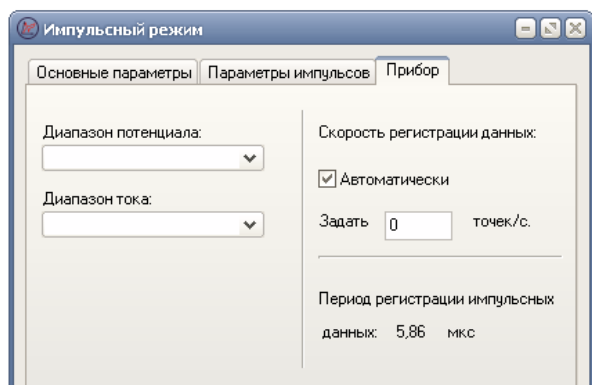
В потенциостатическом режиме сигнал установления и импульсные сигналы могут быть заданы относительно потенциала разомкнутой цепи.

В потенциостатическом и в гальваностатическом режимах импульсный режим также может быть задан относительно сигнала установления.

Импульсный режим состоит из двух шагов, первый из них это сигнал установления, второй – импульсный, поэтому в программаторе, например, он занимает два последовательных шага и не может быть последним шагом.

В окне импульсного режима имеется вспомогательная диаграмма, в которой пользователь может просмотреть внешний вид задаваемого сигнала. Максимальное количество регистрируемых точек составляет 1000 штук.

Также в этом окне имеется панель настроек диапазонов тока и потенциала, а также скорости регистрации для режима установления. В импульсном режиме скорость регистрации всегда выбирается автоматически исходя из продолжительности заданного импульса.

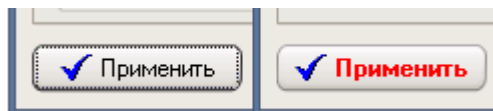


Импульс прикладывается к исследуемому объекту однократно, сразу после сигнала установления. После этого он отсылается в ПК и работа режима заканчивается.

Пользователь может открыть ранее сохраненную программу или сохранить только что созданную для последующего использования (перед сохранением обязательно нажмите кнопку Применить в окне программатора).



После редактирования всех необходимых параметров режима пользователь может нажать кнопку Применить чтобы программа произвела проверку и сохранила все введенные параметры. Только после этого измененные параметры вступят в силу.

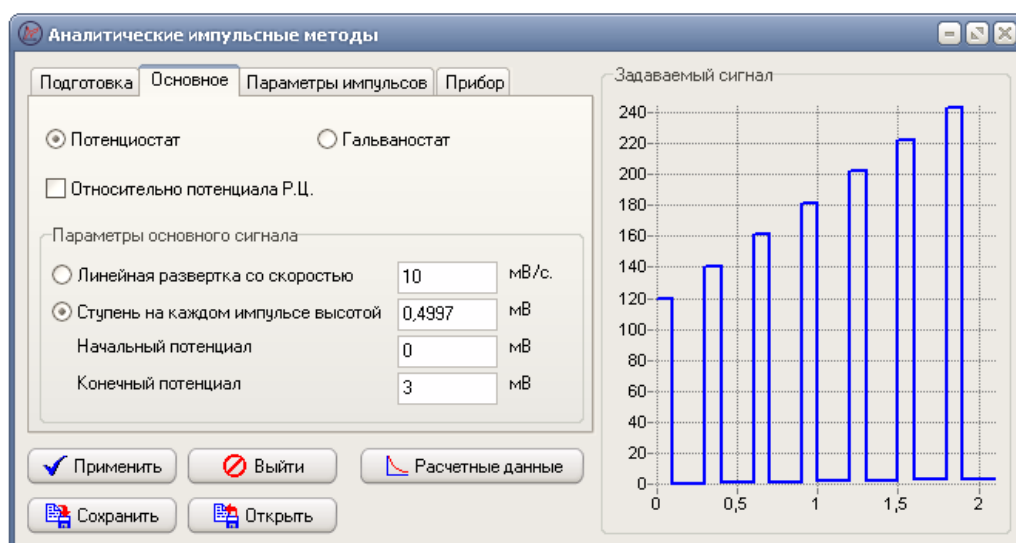


Если пользователь изменил какой либо параметр и забыл нажать кнопку применить, то эта кнопка будет моргать красным цветом, пока ее не нажмут.



Настройки каждого рабочего режима могут быть сохранены в свой файл, и открыты в дальнейшем. Эта опция удобна при работе нескольких пользователей на одном приборе, ли при использовании режимов работы, с сильно различающимися параметрами.

Аналитические методы



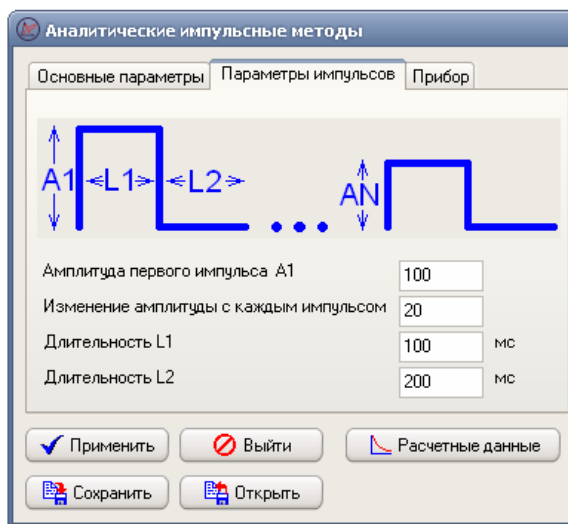
Импульсные приборы позволяют работать по специализированным электроаналитическим методикам. К ним относятся квадратно-волновая вольтамперометрия, дифференциальная импульсная вольтамперометрия, а также другие подобные методы.

Аналитические режимы могут быть запущены как в потенциостатическом, так и в гальваностатическом режимах. Потенциостатический режим имеет прямое отношение к общепринятым электроаналитическим импульсным методам (таким, например, как квадратно-волновая вольтамперометрия). Гальваностатический же сделан для расширения потребительских свойств прибора и ПО. Так, например, он может быть использован как разновидность импульсного режима с синхронизацией по фронтам импульсов (см. далее).

Первым задаваемым параметром является тип основного сигнала. Он может быть выбран как линейная развертка от одного заданного значения тока или потенциала к другому с заданной скоростью:

Либо может быть выбрана ступенчатая форма основного сигнала. При этом сигнале будет выполняться ступень на каждом импульсе.

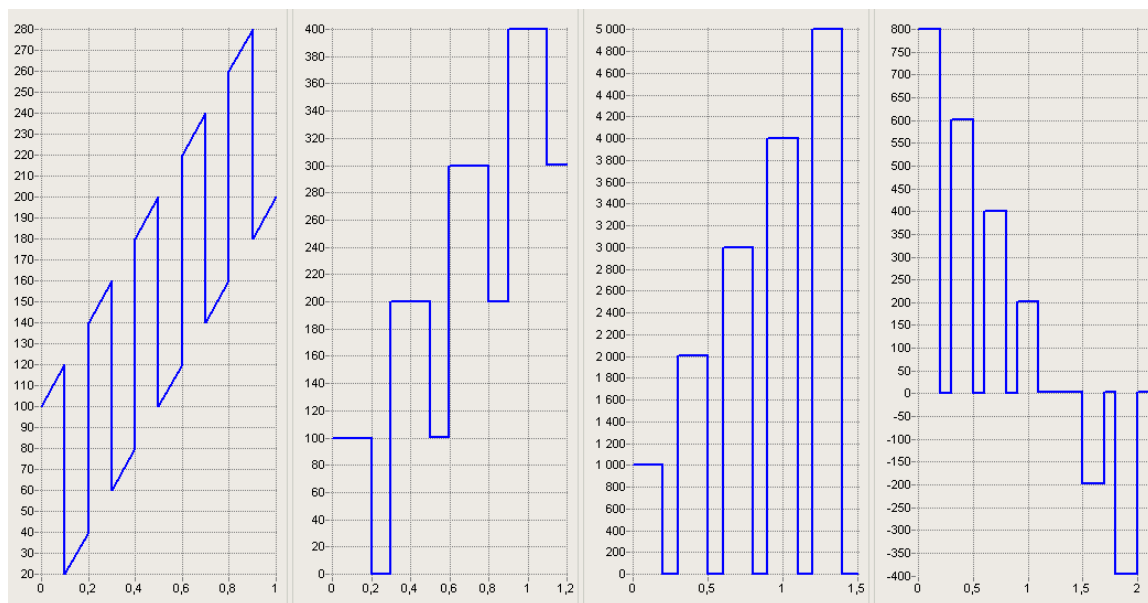
Вторым редактируемым набором параметров являются свойства прикладываемых прямоугольных импульсов:



Для импульсов задаются две длительности ($L1$ и $L2$), а также его амплитуда ($A1, A2...AN$). Для удобства в окне аналитических методов приведены графические схемы импульсов с их условными параметрами.

Импульсы могут быть постоянной амплитуды. В этом случае параметр "Изменение амплитуды с каждым импульсом" должен быть равен нулю. Также импульсы могут быть с линейно изменяющейся амплитудой. В этом случае следует задать изменение амплитуды отличным от нуля. Изменения амплитуды может иметь как положительный, так и отрицательный знак.

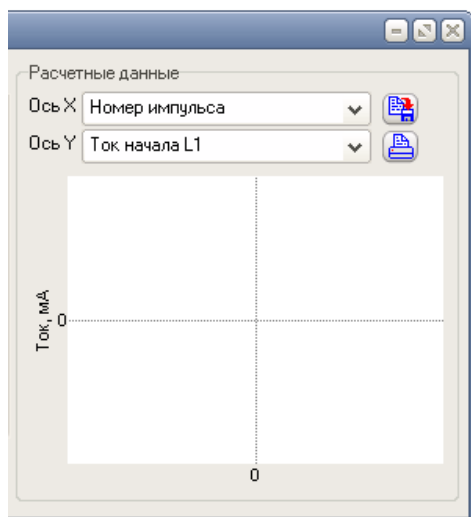
В правой части окна настроек аналитических методов имеется вспомогательная диаграмма, на которой пользователь может наблюдать теоретическую форму рабочего сигнала. Ввиду того, что прибор способен задавать весьма различные формы сигналов, пользователю настоятельно рекомендуется потренироваться в их редактировании прежде чем начинать работу на исследуемом объекте. Вспомогательная диаграмма перерисовывается каждый раз при нажатии кнопки Применить. Ниже приведены примеры различных форм задаваемого сигнала:



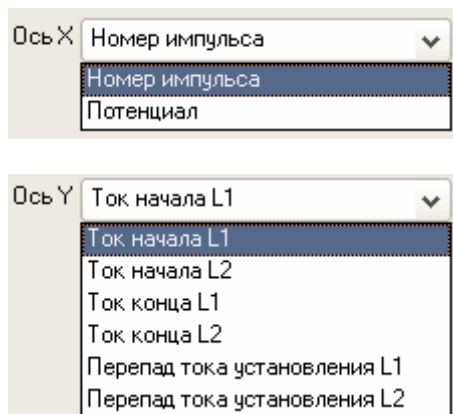
Для удобства пользователь может изменить ширину окна настроек импульсного режима. При этом будет меняться ширина вспомогательной диаграммы.

Как и у остальных режимов в окне аналитических методов имеются настройки диапазонов тока и потенциала, а также скорости регистрации.

Аналитические методы имеют в своем составе отдельную от всех остальных рабочих режимов обработку данных. При нажатии кнопки  (в нижней части окна настроек аналитических режимов) оно примет следующий вид:



При этом вспомогательная диаграмма изменит свой вид. Теперь на ней будут отображаться рассчитываемые данные. Для выбора типа рассчитываемых данных имеются два выпадающих меню со следующим содержанием:



Программа автоматически производит синхронизацию рассчитываемых параметров по фронтам импульсов в соответствии с выбранными длительностями L1, L2. Точность синхронизации обеспечивается тем, что прибор, еще во время регистрации данных отправляет также соответствующие маркеры в моменты выполнения задатчиком фронтов импульсов.

Правее этих меню (правая верхняя часть окна аналитических методов) находятся кнопки сохранения расчетных данных в текстовый файл, а также печати диаграммы расчетных данных:

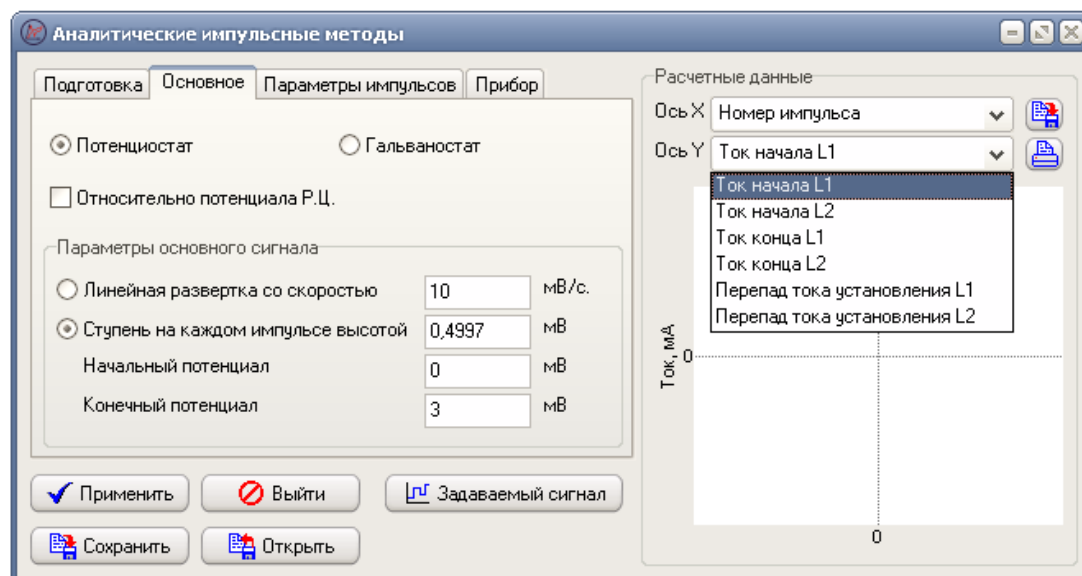


Ниже приведены основные характеристики импульсных приборов при работе с импульсными электроаналитическими методами:

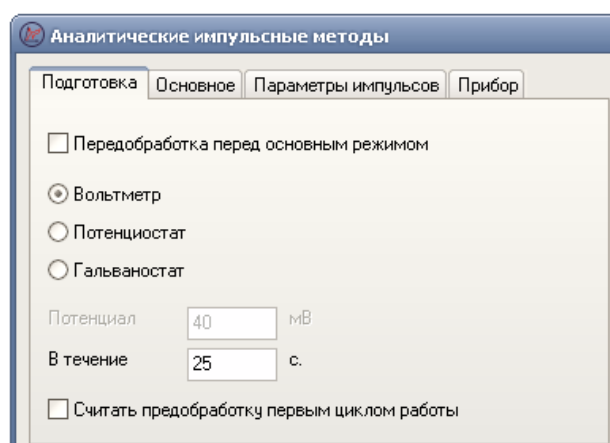
Характеристика	Значение или диапазон значений
Длительности импульса L1, L2	От 1 до 4918 мс (результатирующая частота от 500Гц до ~0,1Гц при скважности 50%)
Скорость развертки основного сигнала	Стандартные приборы (15В): от 0 до 700мВ/с с шагом ~20мкВ/с для младшего диапазона потенциала Высоковольтные приборы (35В): от 0 до 2000мВ/с с шагом ~60 мкВ/с для младшего диапазона потенциала
Количество задаваемых импульсов	Ограничено только объемом и качеством зарегистрированных данных. Программно ограничено в 1000 шт

Для аналитических методов доступна также общая программная обработка зарегистрированного массива данных тока и потенциала.

Также имеются достаточно стандартные настройки прибора:



Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать передобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:

☐ Передобработка перед основным режимом

В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять передобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

☐ Вольтметр
☒ Потенциостат
☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения передобработки:

Потенциал мВ
В течение с.

Сразу после завершения передобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения передобработки:

☒ Отключить автодиап. на время передобработки

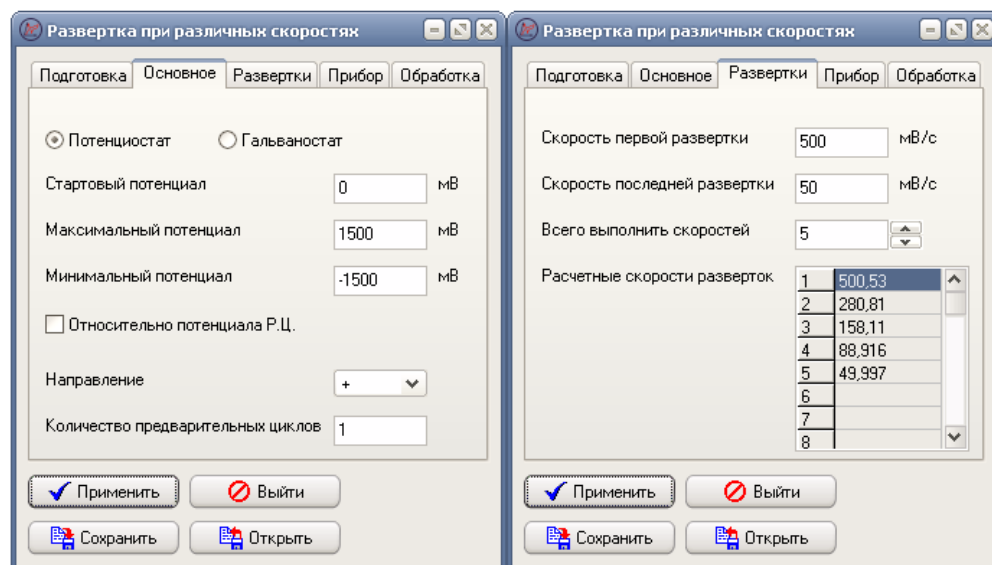
Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения передобработки, Вы можете выбрать опцию Считать передобработку первым циклом работы:

☒ Считать передобработку первым циклом работы

В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать – данные передобработки сохранены не будут.

Циклическая развертка при нескольких скоростях

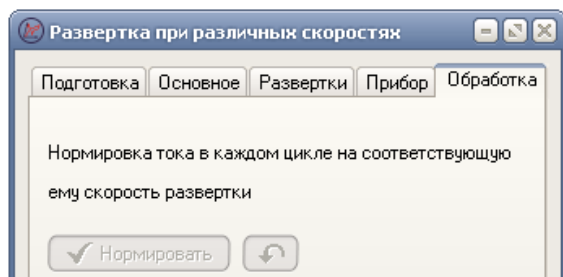
В этом режиме можно зарегистрировать несколько циклических разверток, каждая при своей скорости.



На первой вкладке настроек режима пользователь задает пределы развертки, ее направление, и режим – потенциостат-гальваностат в принципе так же, как и для обычной развертки. Однако есть разница. Пользователь задает не общее количество циклов, а количество предварительных циклов. Эти циклы будут произведены, но НЕ будут сохранены или запомнены программой. К сохранению будет доступен только последний, зарегистрированный при данной скорости цикл.

На второй вкладке пользователь задает скорости разверток. Может быть задана скорость первой и последней разверток и их общее количество. По нажатию кнопки Применить программа сама рассчитает промежуточные скорости (среднегеометрически) и выведет их в таблицу для информирования пользователя. Редактировать таблицу нельзя.

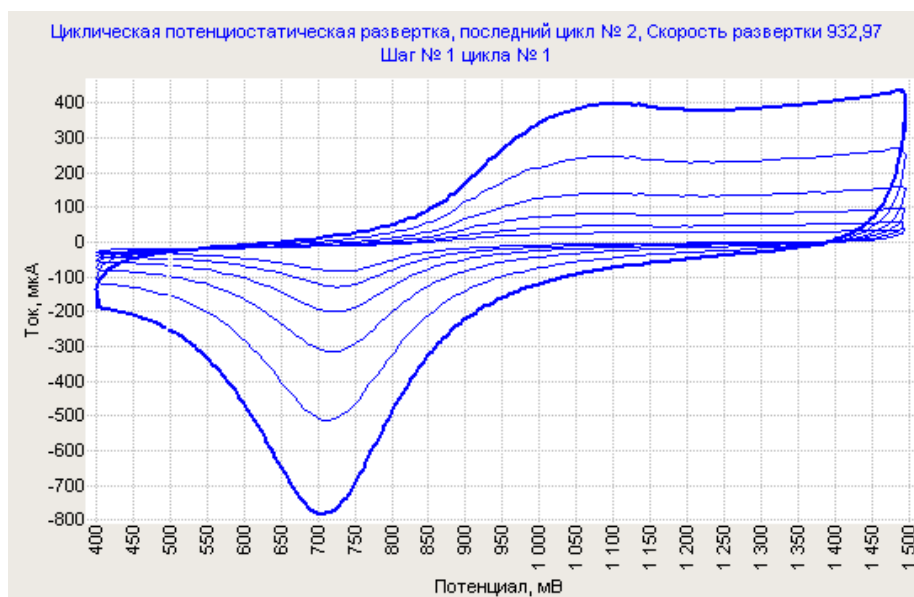
Отличие этого режима от программатора заключается в том, что он специально разработан для изучения поведения исследуемой системы именно при варьировании скорости развертки. По завершению работы режима на диаграмме могут быть отображены последние циклы для каждой скорости развертки. Пользователь может произвести нормировку токов для каждой циклограммы на ее скорость развертки нажав кнопку во вкладке обработки:



После этого можно обрабатывать данные (интегрирование, расчет наклонов и тп) используя все доступные средства программы PS_Pack_2. Либо можно сохранить данные в

таким же виде. По завершению обработки можно вернуть данные к исходному ненормированному виду, нажав кнопку возврата.

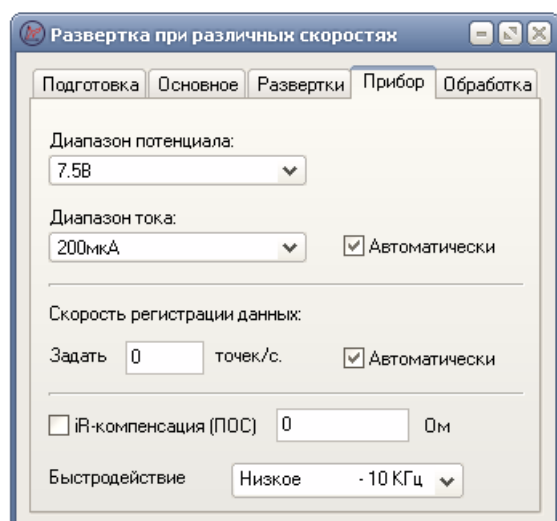
Результатом работы режима обычно является вот такой набор диаграмм (для отображения диаграммы в таком виде, выберите в ней опцию отображения всех циклов):



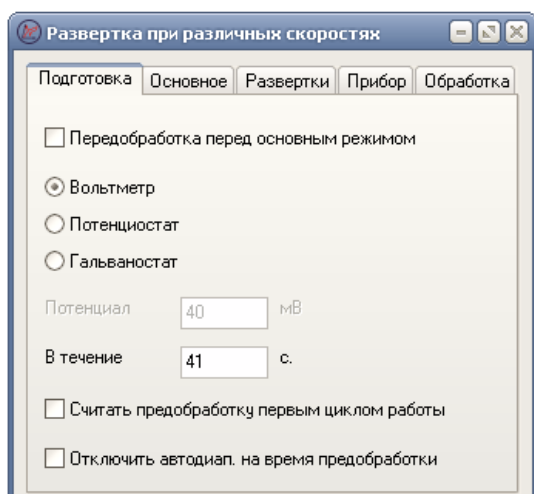
На этой диаграмме терминология **последний цикл № 2** означает, что при данной скорости развертки это второй цикл. Первый цикл при этом НЕ сохранен поэтому в памяти программы этот цикл лежит под номером 1: **Шаг № 1 цикла № 1**. С остальными скоростями (отображаемыми циклами программы) устроено так же.

При регистрации приведенных диаграмм использовался автоматический диапазон тока с запретом понижения диапазона тока. Как видно, даже при скоростях разверток порядка 1 В/с имеется возможность регистрации качественных ЦВА диаграмм.

Как и для других режимов имеется возможность выбрать диапазоны, скорость регистрации, а так же сохранить или открыть настройки всего режима:



Помимо основного рабочего режима программа позволяет выполнить подготовку к эксперименту. Так выглядит вкладка настроек подготовки:



Если Вы хотите использовать передобработку перед основным экспериментом, необходимо ее включить:

☐ Передобработка перед основным режимом

В ней пользователь может выбрать - в каком режиме выполнять передобработку (подготовку): потенциостатическом, гальваностатическом или в режиме вольтметра.

☐ Вольтметр
☒ Потенциостат
☐ Гальваностат

Также можно задать время работы потенциал или ток, который будет использован во время выполнения передобработки:

Потенциал мВ
В течение с.

Сразу после завершения передобработки программа переходит к выполнению основного рабочего режима.

Опционно, если допустим, Вам необходимо начать основной эксперимент на каком то определенном рабочем диапазоне тока, Вы можете отключить автодиапазон тока на время выполнения передобработки:

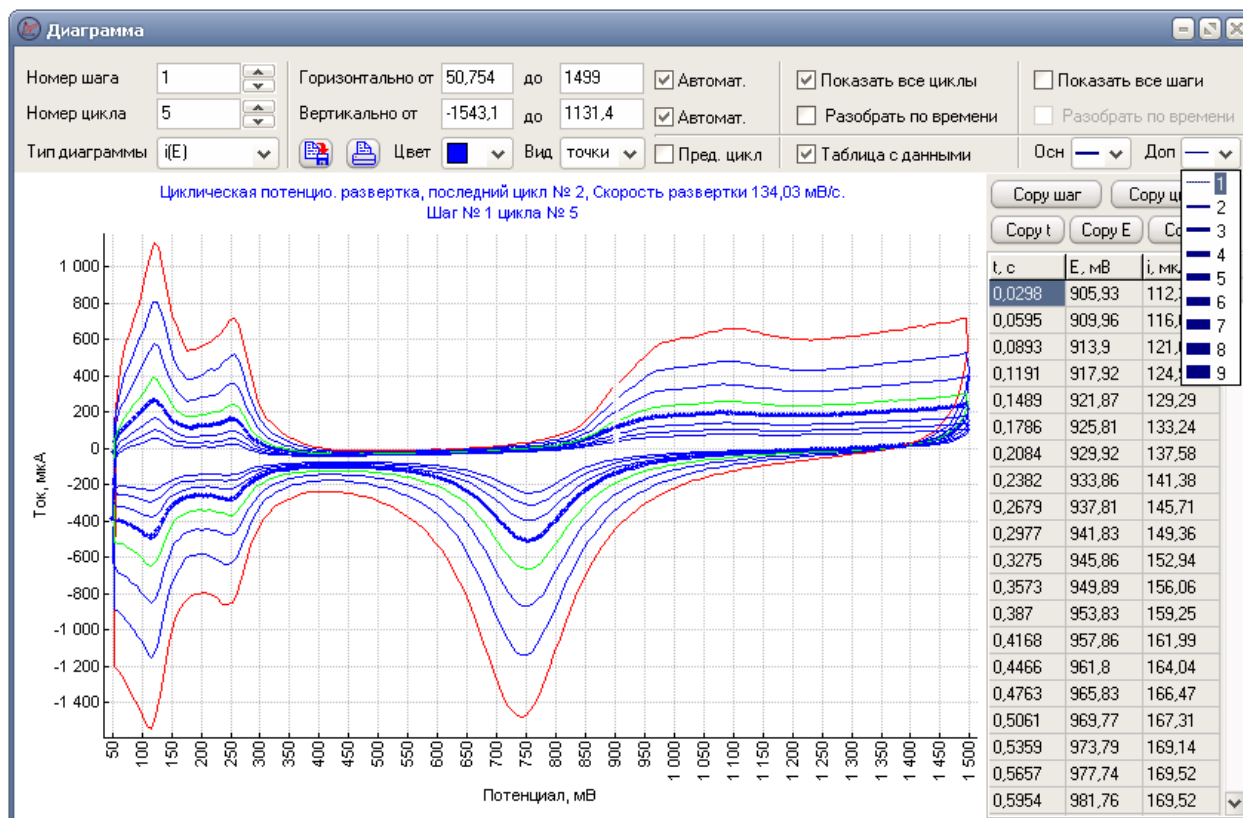
☒ Отключить автодиап. на время передобработки

Если Вам необходимо сохранить данные, регистрируемые во время выполнения передобработки, Вы можете выбрать опцию Считать передобработку первым циклом работы:

☒ Считать передобработку первым циклом работы

В этом случае основной рабочий режим начнется со второго цикла. Если же эту опцию не выбирать – данные передобработки сохранены не будут.

Окно диаграммы



Окно диаграммы можно открыть соответствующей кнопкой в основном окне управляющей программы. Оно является мощным инструментом отображения данных как в графическом, так и в текстовом режиме. Диаграмма также используется для наглядного отображения результатов автоматической и ручной обработки данных и многих других целей.

В верхней части окна диаграммы находится панель ее параметров. К ним относятся:

Номер шага: 1
Номер цикла: 1

номера отображаемых цикла и шага. При помощи имеющихся у них кнопок прокрутки Вы можете выбрать номер отображаемого цикла и шага. В процессе регистрации данных эти значения сами меняются на текущие (регистрируемые, обрабатываемые) номера шага и цикла и пользователь менять их не может.

Тип диаграммы: [i(E)]

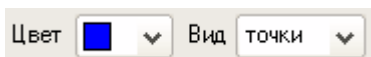
тип отображаемой диаграммы.

Горизонтально от: -999,15 до: 995,61 [Авто]
Вертикально от: -153,22 до: 152,64 [Авто]

пределы осей – можно выбрать автоматические или задать требуемые значения.



кнопки сохранения принтскрина диаграммы в формате bmp и его печати.



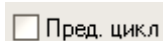
цвет и тип маркеров диаграммы. На время измерения программа всегда принудительно ставит точки, так как они быстрее перерисовываются по сравнению с линиями.

По завершению эксперимента пользователь может выбрать **свой цвет для каждого цикла**. По запуску эксперимента или открытию ранее сохраненных данных, всем циклам присваивается один и тот же цвет, который был на этот момент выбран в диаграмме.

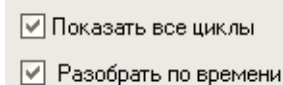
Циклическая потенциостатическая развертка, последний цикл № 2, Скорость развертки 211,77
Шаг № 1 цикла № 3

в названии диаграммы всегда выводится название отображаемого шага (оно присваивается ему в момент запуска шага) и дублируются номера шага и цикла.

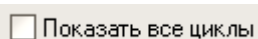
Ниже находится сама диаграмма. После регистрации пользователь может выделить более подробно требуемый участок диаграммы выделив его нажав и удерживая левую кнопку мыши. Вернуть прежний вид можно нажав левую кнопку мыши и проведя ею влево вверх в нажатом состоянии. Нажав и удерживая правую кнопку мыши можно передвигать диаграмму по осям.



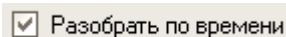
При выборе этой опции диаграмма будет отображать не только текущий цикл работы, но и предыдущий. Опция **не работает** в режиме расчетов (когда открыто окно расчетов), и когда номер отображаемого цикла равен первому.



Две опции, управляющие одновременным отображением большого количества зарегистрированных циклов на одной диаграмме. Основной (выбранный, просматриваемый) цикл отобразится более толстой линией или точками, все остальные - тонкими линиями. Время (когда ему соответствует нижняя ось) отсчитывается относительно выбранного цикла в том случае, когда выбрана опция ☒ Разобрать по времени.

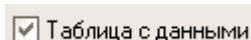


Выбор опции ☐ Показать все циклы позволяет отобразить одновременно на одной диаграмме все зарегистрированные циклы (например, все циклы развертки ЦВА).



Опция ☒ Разобрать по времени связана с отображением типа диаграмм, у которых ось X – время. При ее выборе циклы накладываются не друг на друга, а выстраиваются друг за другом так, будто это один большой цикл.

Опции одновременного отображения более одного цикла **не работают** при открытых окнах статистики и обработки данных. В ходе выполнения прибором работы отображается только текущий регистрируемый цикл, а также можно включить отображение предыдущего цикла. Все циклы при этом отображать нельзя (можно только по окончании работы прибора.)



опция настройки отображения таблицы с просматриваемым шагом и циклом работы. Выбрав определенную ячейку в таблице можно просмотреть положение одной

точки данных на диаграмме. Эта точка отобразится жирной черного цвета



☐ Показать все шаги

☐ Разобрать по времени

Две опции, управляющие одновременным отображением нескольких шагов. В принципе аналогична однотипной опции для циклов.

Одновременно опции отображения всех циклов и всех шагов не работают, только по отдельности.

Осн 1 Доп 1

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Дополнительные опции, управляющие толщиной линий (или точек) на диаграмме. Элемент "Осн" задает толщину основного выбранного для отображения шага и цикла. Элемент "Доп" задает толщину линий отображения всех шагов или циклов (когда включены соответствующие опции см. выше) кроме основного шага и цикла.

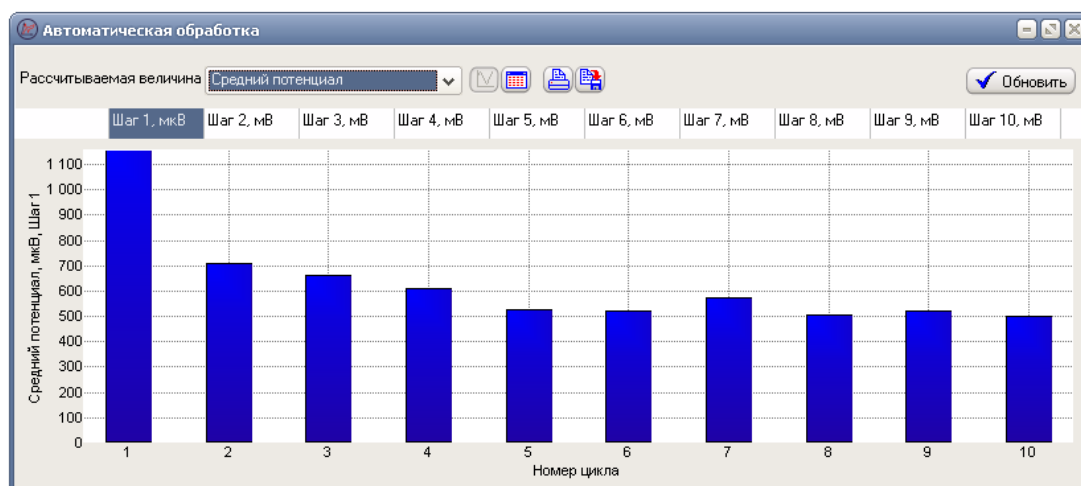
Сору шаг Сору цикл

Сору t Сору E Сору i

t, c	E, мВ	i, мкА
0,0298	905,93	112,33

Пять кнопок, с помощью которых пользователь может скопировать данные времени, тока или потенциала в буфер обмена. При этом скопированы будут данные из таблицы в окне диаграммы, то есть только для выбранного шага и цикла. Далее копируются отдельно – только время, только ток, или только потенциал в виде колонки. Программа копирует данные в текстовом виде без шапки с подписями и единицами измерений. Пользователь может далее легко вставить эти данные из буфера обмена в другую программу для просмотра или обработки. Также можно скопировать весь отображаемый на диаграмме шаг или цикл.

Окно автоматической обработки данных



Окно статистики может быть открыто соответствующей кнопкой в основном окне программы как до, так и во время или после эксперимента.

В верхней его части находится селектор типа рассчитываемой величины. Рассчитываемой величиной может быть:

Конечный потенциал

Конечный ток

Конечная мощность

Прошедший заряд

Прошедшее время

Макс. потенциал

Макс. ток

Макс. мощность

Мин. потенциал

Мин. ток

Мин. мощность

(Макс.-Мин.) потенциал

(Макс.-Мин.) ток

(Макс.-Мин.) мощность

Средний потенциал

Средний ток

Средняя мощность

Логарифм конечного тока

Наклон потенциала (средний)

Наклон тока (средний)

Наклон потенциала (конечный)

Наклон тока (конечный)

Площадь под кривой тока От-До

Площадь пика тока От-До

Высота пика

R поляризационное От-До

Для тех величин, которые являются конечными, в правой части окна статистики имеется поле, в которое можно ввести за какое время (отсчитывая от конца шага) нужно рассчитывать эту конечную величину как среднее.

Для двух последних типов рассчитываемых величин (площадей) в окне статистики появляются пределы – в которых необходимо эту площадь рассчитывать:

От с. До с. ☐ Диаграм

Пределы задаются по времени, в секундах. Справа от них имеется опция ☐ Диаграм. при выборе которой, рассчитываемая площадь будет отображаться на основной диаграмме в координатах - ток от времени. Для того, чтобы применить и произвести перерасчет данных после изменения пределов, необходимо нажать кнопку .

Удобство автоматических расчетов площадей в окне статистики по сравнению с расчетами в окне расчетов заключается в том, что при этом производится расчет для всех шагов и циклов.

В центральной части окна статистики находятся следующие кнопки:

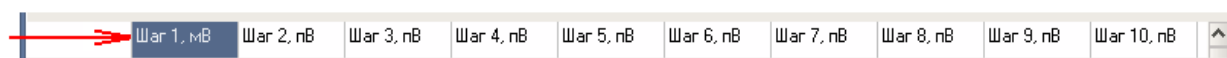


перехода окна статистики в режим отображения диаграммы или таблицы.



кнопки печати и сохранения диаграммы или таблицы статистики, в зависимости от того какая из форм активна.

Диаграмма отображает изменение выбранной рассчитываемой величины в зависимости от номера цикла. Номер отображаемого шага выбирается кликом мыши на его номер сразу над диаграммой:



В таблицу выводятся данные для всех шагов и циклов для выбранной рассчитываемой величины:

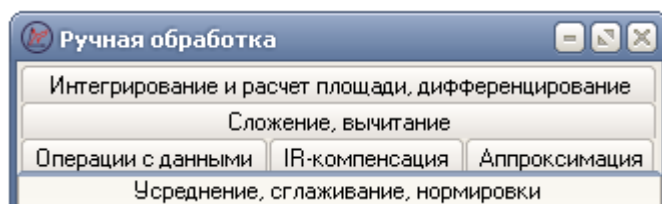
Автоматическая обработка										
Рассчитываемая величина		Средний потенциал								
	Шаг 1, мВ	Шаг 2, мВ	Шаг 3, мВ	Шаг 4, мВ	Шаг 5, мВ	Шаг 6, мВ	Шаг 7, мВ	Шаг 8, мВ	Шаг 9, мВ	Шаг 10, мВ
Цикл 1	1158	1000,5	1999,7	2999,5	3999,1	4999,1	5998,9	6999,1	5999,1	4999,4
Цикл 2	709,94	1000,4	1999,8	2999,9	3999,6	4999,6	5999,6	6999,8	5999,8	4999,9
Цикл 3	664,41	1000,5	1999,9	3000,2	3999,9	4999,9	6000,1	7000,3	6000,1	5000,1
Цикл 4	611,54	1000,5	2000	3000,2	4000	5000,1	6000,2	7000,5	6000,3	5000,1
Цикл 5	529,16	1000,5	2000,1	3000,3	4000,1	5000,3	6000,3	7000,8	6000,4	5000,3
Цикл 6	523,8	1000,5	2000,2	3000,4	4000,1	5000,3	6000,6	7000,8	6000,6	5000,3
Цикл 7	574,25	1000,5	2000,2	3000,4	4000,1	5000,3	6000,6	7000,9	6000,6	5000,4
Цикл 8	507,65	1000,5	2000,2	3000,4	4000,3	5000,6	6000,6	7001	6000,6	5000,6
Цикл 9	519,78	1000,5	2000,2	3000,4	4000,3	5000,6	6000,7	7001	6000,7	5000,6
Цикл 10	498,33	1000,5	2000,2	3000,4	4000,2	5000,6	6000,7	7001	6000,8	5000,6

Программа сама производит пересчет всех данных статистики по мере завершения каждого нового шага, открытия ранее сохраненного файла или изменениях данных. Но на всякий случай в окне статистики имеется кнопка Обновить, результатом действия которой является пересчет всех значений статистики. Например, необходимо ее нажать в том случае, если Вы изменили время, за которое необходимо рассчитывать выбранную Вами конечную величину в поле

Считать последние с.

Окно ручной обработки данных

Окно расчетов позволяет производить различные операции с данными и состоит из нескольких закладок, каждая из которых объединяет в себе ту или иную группу действий:



Усреднение, сглаживание, нормировки:

Усреднение,

Сглаживание (методом Вейвлет преобразований либо усреднением)

Нормировка сигнала (домножение тока или потенциала на заданную величину)

Сдвиг сигнала тока или потенциала на заданную величину

Сложение или вычитание другой кривой

Интегрирование и расчет площади, дифференцирование:

Интегрирование и расчет площадей пиков,

Дифференцирование

Операции с данными:

Удаление точек данных

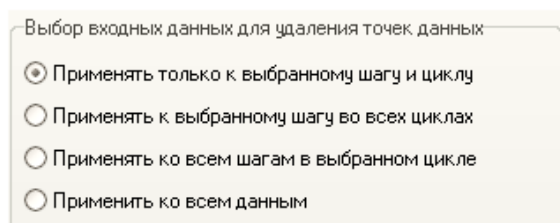
Объединение шагов

IR – компенсация

Сложение и вычитание экспериментальных кривых друг из друга

Аппроксимация экспериментальных данных

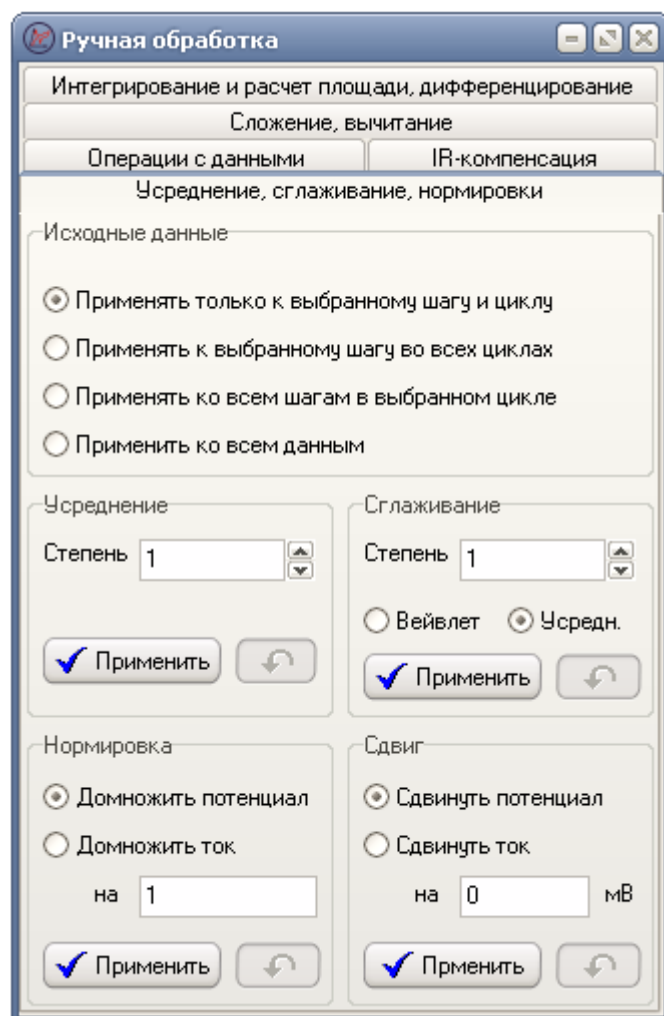
Ко многим из операций имеется опция выбора групповой обработки данных:



Окно ручной обработки данных

В ней Вы можете выбрать группу обрабатываемых данных – это либо один шаг в одном цикле, либо все шаги выбранного цикла, либо все циклы для выбранного шага, либо все данные (все шаги во всех циклах). Эта опция может быть удобна, например, при проведении однотипной обработки большого количества (нескольких десятков или сотен) циклов развертки, импульсов и др.

Операции усреднения, сглаживания, нормировок



Эти операции сами по себе достаточно просты и интуитивно понятны. У каждой из них есть возможность возврата на один шаг назад.

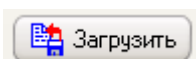
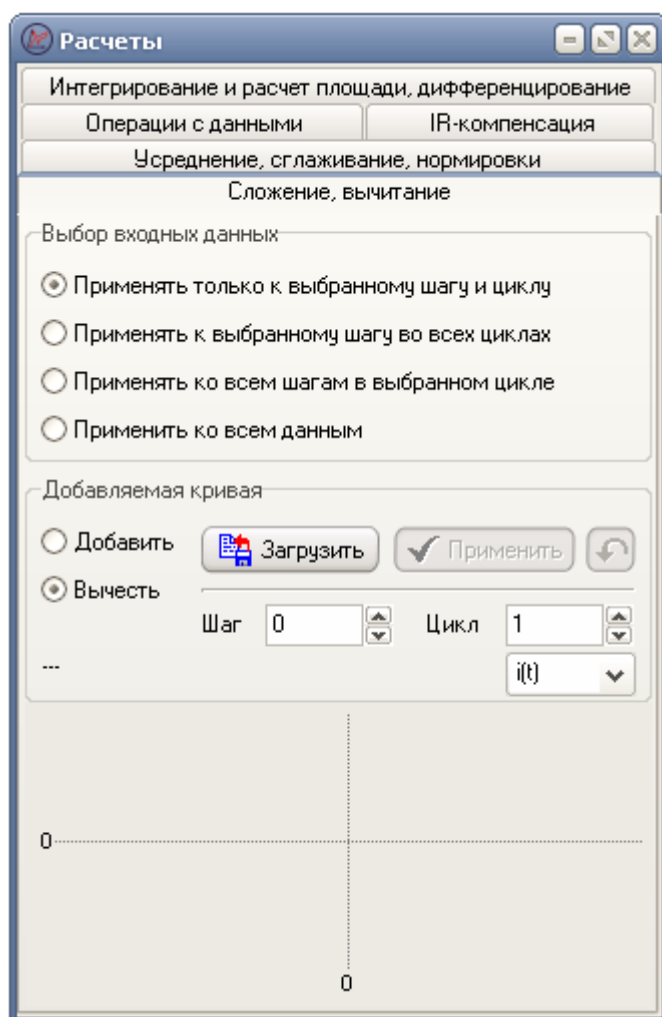
Для усреднения и сглаживания максимальная степень составляет 10.

При применении операции усреднения объем данных уменьшается в число раз, равное степени усреднения.

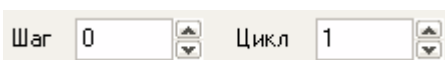
Для каждой из этих операций может быть выбран тип групповой обработки в этой же закладке. При этом номера циклов и шагов выбираются в окне диаграммы.

Каждую из операций можно применять по несколько раз последовательно в любом порядке. Однако отменить можно только одну последнюю операцию.

Операции сложения и вычитания кривых



В этом методе расчетов пользователь загружает другую кривую (любой ранее сохраненный эксперимент, или можно загрузить зарезервированную копию обрабатываемых данных). Для этого необходимо нажать кнопку загрузить по центру окна расчетов.

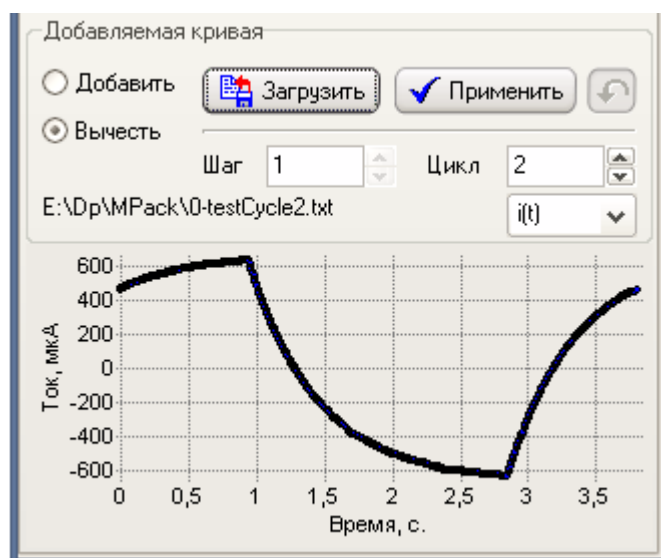


После загрузки вычитаемых (добавляемых) данных необходимо выбрать в них собственно вычитаемую (добавляемую) кривую в том случае если эти данные содержат в себе более одного шага или цикла.



Здесь же пользователь может выбрать наиболее удобный внешний вид вычитаемой диаграммы. Ее внешний вид будет выведен в нижней части окна расчетов на вспомогательной диаграмме.

Операции сложения и вычитания кривых



Следует иметь в виду, что программа синхронизирует вычитаемый и обрабатываемый массивы данных по времени, поэтому и диаграммы в этом методе обработки все имеют ось X – время. Это обстоятельство следует учитывать при выборе обрабатываемых данных (желательно, чтобы они максимально совпадали по времени).

В том случае, если массив вычитаемых (добавляемых) данных окажется короче массива обрабатываемых данных, программа будет считать значения для недостающего времени такими же, как и у последней точки вычитаемых данных (программа проэкстраполирует вычитаемую кривую).

Для операции вычитания (добавления) может быть выбран тип групповой обработки в этой же закладке. При этом номера циклов и шагов выбираются в окне диаграммы.

Операции с данными (удаления и объединения)

Удаление точек данных

Удалить точки с 1 по 1  

Всего точек 179

В панели удаления точек данных необходимо выбрать с какой точки начать удаление и на какой его закончить. При этом на диаграмме выбранные к удалению точки будут отмечены крестиками. Все количество имеющихся в выбранном шаге точек выводится в панели удаления точек данных.



Нажав эту кнопку произойдет удаление данных.

Для операции удаления может быть выбран тип групповой обработки в этой же закладке. При этом номера циклов и шагов выбираются в окне диаграммы.

Объединение шагов

☒ Только в выбранном цикле ☐ Во всех циклах

К шагу 1 добавить шаг 1  

При объединении добавляемый шаг будет удален,
а данные из него будут перенесены в дополняемый шаг

Для объединения двух шагов данных в один необходимо выбрать номер дополняемого шага и номер того шага, который будет к нему добавлен. При этом можно произвести объединение только для выбранного цикла или для всех имеющихся циклов.

Интегрирование и расчет площади пиков, дифференцирование

Для этих операций необходимо выбрать – к каким именно данным они будут применяться, к току или к потенциалу:

Тип исходных данных для интегрирования и дифференцирования

☐ Потенциал ☒ Ток

В интегрировании необходимо выбрать пределы интегрирования – нижнюю и верхнюю границы, с помощью кнопок:

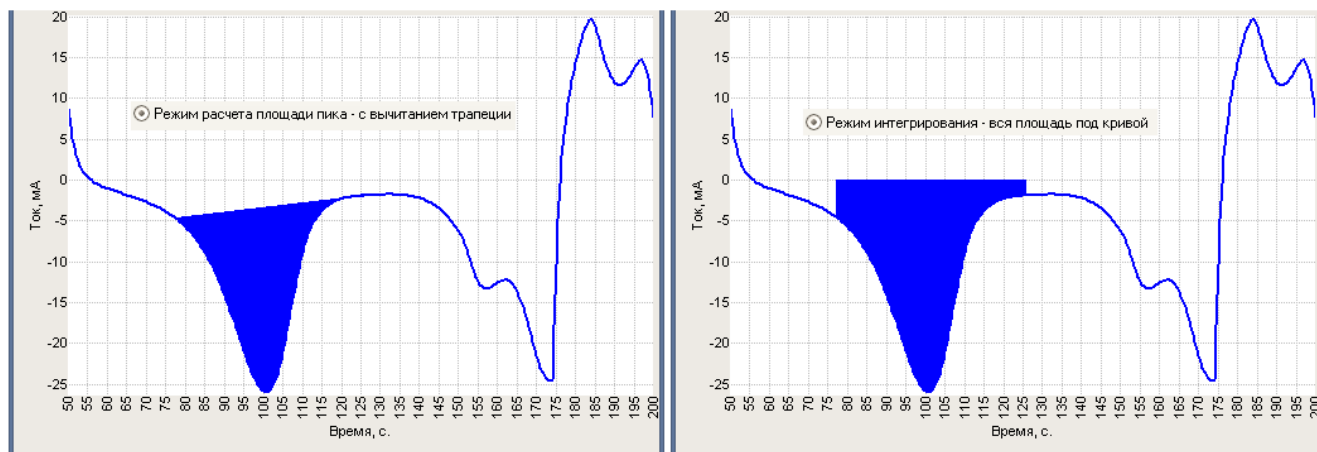
Выбрать точки с по

0 с. 0 с.

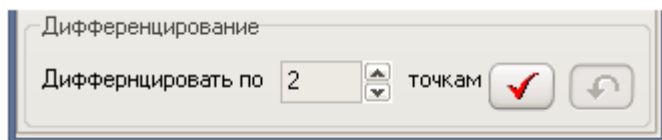
После выбора второго предела можно нажать кнопку Рассчитать и будет выведен результат.

Операция интегрирования применяется только к одному шагу в одном цикле, однако пределы интегрирования легко могут быть перенесены на любой другой шаг для повторного расчета.

Интегрирование может быть проведено двумя методами: режим интегрирования или режим расчета площади пика. Приведенные ниже принтскрины наглядно поясняют различия между ними (слева режим расчета площади пика, справа интегрирования):



Если Вам необходимо **рассчитать площадь под кривой или площадь определенного пика** для **большого количества шагов или циклов в автоматическом режиме**, то Вы можете воспользоваться **окном статистики**. Для этого необходимо будет выбрать в качестве рассчитываемой величины площадь под кривой тока или площадь пика тока.



В дифференцировании необходимо выбрать количество точек, по которым будет производиться расчет наклона для дифференцирования. После проведения операции дифференцирования в названии продифференцированных данных появится обозначение, что теперь это производная:

Линейная потенциостатическая развертка , производная тока (./с.)
Шаг № 1 цикла № 1

Для операции дифференцирования может быть выбран тип групповой обработки в этой же закладке. При этом номера циклов и шагов выбираются в окне диаграммы.

Для расширения возможностей ПО, в закладке интегрирования выводится также результат расчета высоты обрабатываемого пика:

 Расчитать	Площадь	0	мКл
	Высота пика	0	мА

В окне диаграммы при этом для наглядности отображается высота рассчитываемого пика.

IR – компенсация

В программе имеется возможность обработки данных и применение к ним IR компенсации. Эта возможность имеется у всех приборов.

Также у приборов серии PRO имеется возможность непосредственной IR компенсации во время выполнения эксперимента при помощи активной IR компенсации методом положительной обратной связи по току.

В первом случае используется окно ручной обработки данных:

В верхней части закладки IR – компенсации (компенсации омических потерь) имеется поле, в которое необходимо ввести значение омического сопротивления в Омах:

После этого можно нажать кнопку Выполнить и будет произведен пересчет данных потенциала для всех данных по следующей формуле:

$$E_{\text{комп}} = E_i - I_i \cdot R$$

Где i – номер точки в массиве данных. Пересчет будет произведен для каждой точки данных для всех имеющихся шагов и циклов.

В этой же закладке ниже находится панель **измерения омического сопротивления**. Измерение доступно только для приборов имеющих импульсный режим (с индексами S или I).

Измерение величины омического сопротивления может быть проведено в потенциостатическом или в гальваностатическом режиме:

☐ Потенциостатически
☒ Гальваностатически

Разработчики программного обеспечения ООО "Элинс" достаточно подробно описывали методику измерения омических потерь импульсными методами в документе AN7-GDS cell Z++, который либо есть у Вас на диске, либо Вы можете скачать его с нашего сайта в интернете www.elins.su. Так же подобное описание и сопоставление с методом импеданса приведено в публикации:

Астафьев Е. А., Добровольский Ю. А., Герасимова Е. В., Арсатов А. В., Методические особенности исследования электродов топливного элемента в жидкостной полуячейке с газодиффузионным слоем // Альтернативная энергетика и экология. – 2007. - № 12. - С.84-91.

Далее в настоящем документе будет приведено более подробное описание метода измерения омических потерь импульсными методами в сравнении их с другими методами с точки зрения как прибора, так и электрохимии.

Для каждого из методов вводятся свои параметры, начальный и конечный потенциал или ток:

Измерение R Ом импульсным методом	Измерение R Ом импульсным методом
☐ Потенциостатически ☒ Гальваностатически	☒ Потенциостатически ☐ Гальваностатически
По перепаду потенциала при переходе	По перепаду тока при переходе
от тока 0 мА к току 10 мА	от потенциала 0 мВ к потенциалу 100 мВ

Также перед измерением омического сопротивления необходимо выбрать диапазоны тока и потенциала:

Рабочие диапазоны при измерении R Ом

Потенциал	Ток
8В	1000мА

От того, на сколько адекватно они будут выбраны, будет зависеть точность измеренного омического сопротивления.

Ниже находится панель управления измерением и расчета омического сопротивления:

Результаты измерения R Ом

Перепад потенциала мВ

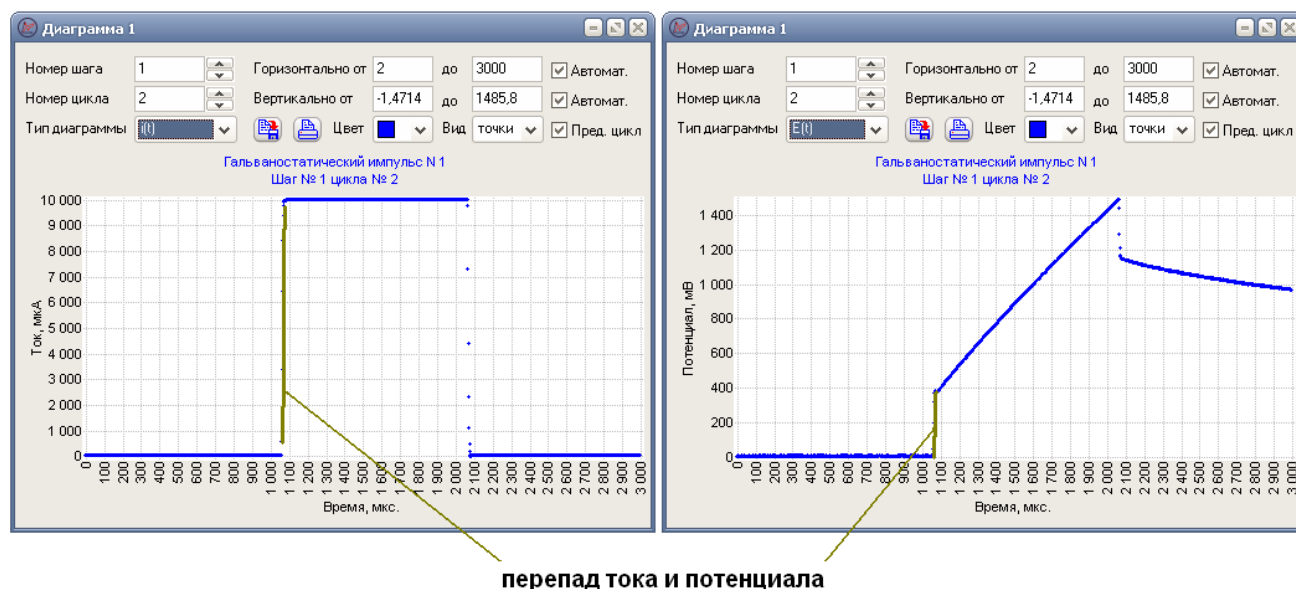
Перепад тока мА

Значение R Ом Ом

Если Вы собираетесь произвести Измерение омического сопротивления, то Вам достаточно выбрать диапазоны потенциала и тока, ввести исходные параметры, и нажав кнопку Измерить, дождаться (около 2-х секунд) пока программа автоматически произведет измерение омического сопротивления и выведет результат:

Значение R Ом Ом

После измерения программа отобразит на диаграмме результат измерения, и выделит на зависимостях потенциала и тока от времени те участки, по которым был произведен расчет перепадов тока и потенциала (по которым будет произведен расчет величины омического сопротивления):



Если Вас не устраивает то, как программа выбрала перепады тока или потенциала, Вы можете скорректировать их значения в соответствующих полях:

Перепад потенциала мВ

Перепад тока мА

а после этого нажать кнопку и программа произведет перерасчет величины омического сопротивления исходя из введенных пользователем перепадов тока и потенциала.

При желании Вы можете произвести процедуру измерения омического сопротивления сколько угодно раз подбирая наиболее подходящие диапазоны тока или потенциала и исходные параметры режима (начальные и конечные значения тока или потенциала и тип измерения – потенциостатический или гальваностатический). Критерием точности и качества измерения является наиболее четкий и вертикальный перепад тока и потенциала, выделенный на диаграмме.

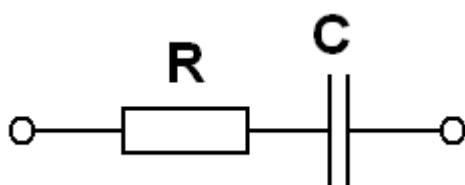
При проведении измерения омического сопротивления, регистрируемые в нем данные записываются дополнительным циклом работы программы к уже имеющимся циклам. При повторном запуске измерения оно будет записано вместо предыдущего измерения омического сопротивления (если оно проводится не в первый раз).

Данные, зарегистрированные в ходе измерения омического сопротивления, автоматически на диск **не** резервируются.

Приложение к описанию IR – компенсации – описание методики импульсного измерения омического сопротивления.

Все методы измерения величины омического сопротивления – по разрыву цепи, импедансный метод или импульсный основаны на одном важном свойстве большинства электрохимических систем. Это свойство заключается в том, что практически любая электрохимическая система в упрощенном виде состоит из хотя бы пары электродов и электролита.

При этом электрод, как правило, имеет в своем импедансе преимущественный вклад емкостной составляющей (упрощенно – емкости двойного слоя), а электролит омической составляющей (упрощенно – сопротивления электролита).



Далее эта схема будет использоваться для описания поведения электрохимической системы в ходе измерения омического сопротивления.

Ремарка:

Конечно, бывают более сложные случаи, особенно в твердотельных системах, где электролит может иметь весьма заметную реактивную составляющую своего импеданса в виде, например, межзеренных емкостей или явлений, связанных с поверхностной проводимостью и другими подобными или еще более сложными явлениями. Но практически, почти всегда электролит можно отличить от электрода (а если нет, то как правило, это разделение и является целью исследования и метод измерения омических потерь столь простым методом, как описываемый, был бы как минимум кощунством по отношению к исследуемому объекту и требует более тонкого подхода).

Основываясь на этой особенности, устроены все автоматические методы измерения величины омического сопротивления.

Так, например, в методе импеданса величиной омического сопротивления для достаточно **низкоомных и простых** систем является высокочастотная отсечка на действительной оси годографа импеданса (или просто самое низкое значение импеданса на максимально высокой частоте, так как с понижением частоты растет импеданс емкости, а значит и падение переменного напряжения на ней).

Метод же разрыва цепи по сути является одним из частных случаев импульсных измерений, разработанный специально для одного конкретного случая – измерения омического

сопротивления. Однако, как правило, он реализован некоторым скрытым от пользователя способом, в котором экспериментатор не видит промежуточных результатов измерения и не может сказать – на сколько точно и самое главное правильно было произведено измерение.

Достоинством такого метода является то, что он работает без участия пользователя, однако неприятным следствием может быть погрешность из-за неправильно проведенного измерения (иногда достаточно высокая, особенно в нетривиальных системах).

Во всех импульсных методах измерение омического сопротивления основано на том, что к электрохимической системе прикладывается некоторое возмущение относительно ее уже установившегося состояния.

Так, например, в **потенциостатическом режиме** при переходе от одного потенциала к другому скачек тока в самый первый момент после переключения потенциала будет определяться значением сопротивления R , так как емкость будет через него заряжаться (и в самый первый момент будет представлять собой короткое замыкание). Если зарегистрировать этот самый скачек тока максимально быстро, то зная (или также измерив) изменение потенциала можно рассчитать по закону Ома величину омического сопротивления как:

$$R = dE / di$$

Практически так же все происходит и в **гальваностатическом методе**. Но в нем мы задаем перепад тока, который в самый первый момент (пока емкость еще не успела зарядиться и падение потенциала на ней равно нулю) создаст падение потенциала преимущественно на сопротивлении. Измерив это падение потенциала и разделив его на заданное изменение тока можно опять же по закону Ома рассчитать величину омического сопротивления.

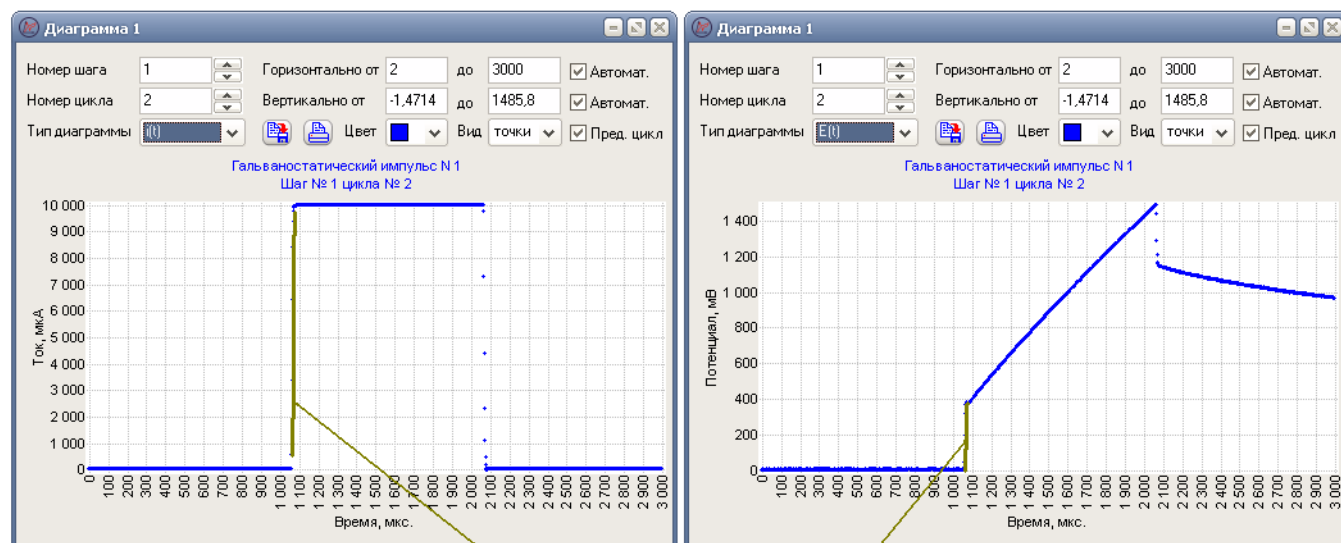
В обоих случаях очень Важным является выбор того момента, в который необходимо произвести измерение. Как правило, он длится от сотен наносекунд (для твердотельных систем) до микросекунд и десятков микросекунд для жидкостных систем от момента приложенного возмущения. Именно поэтому измерение необходимо производить на достаточно высокой скорости, то есть лучше всего в импульсном режиме.

Метод разрыва цепи является частным случаем любого из описанных методов учитывая что – разрыв цепи в режиме потенциостата эквивалентен переходу от некоторого текущего потенциала к потенциалу открытой цепи (для **мгновенного текущего** состояния электрохимической системы). Разрыв цепи в режиме гальваностата эквивалентен переходу от некоторого заданного значения тока к нулевому току.

Эти особенности по сути являются отправными точками в выборе условий проведения измерения омического сопротивления. В **режиме потенциостата** рекомендуется задавать просто переход от одного потенциала к другому так, чтобы эти потенциалы были минимально вредны для Вашей электрохимической системы. В **режиме гальваностата** проще всего осуществить переход от нулевого тока к некоторому заданному, который Вы могли наблюдать ранее на вольтамперограммах при исследовании именно этого электрохимического объекта. При этом важно понимать, что чем больше будут перепады, тем точнее будет произведено измерение, но слишком большой перепад может быть вреден для исследуемого объекта.

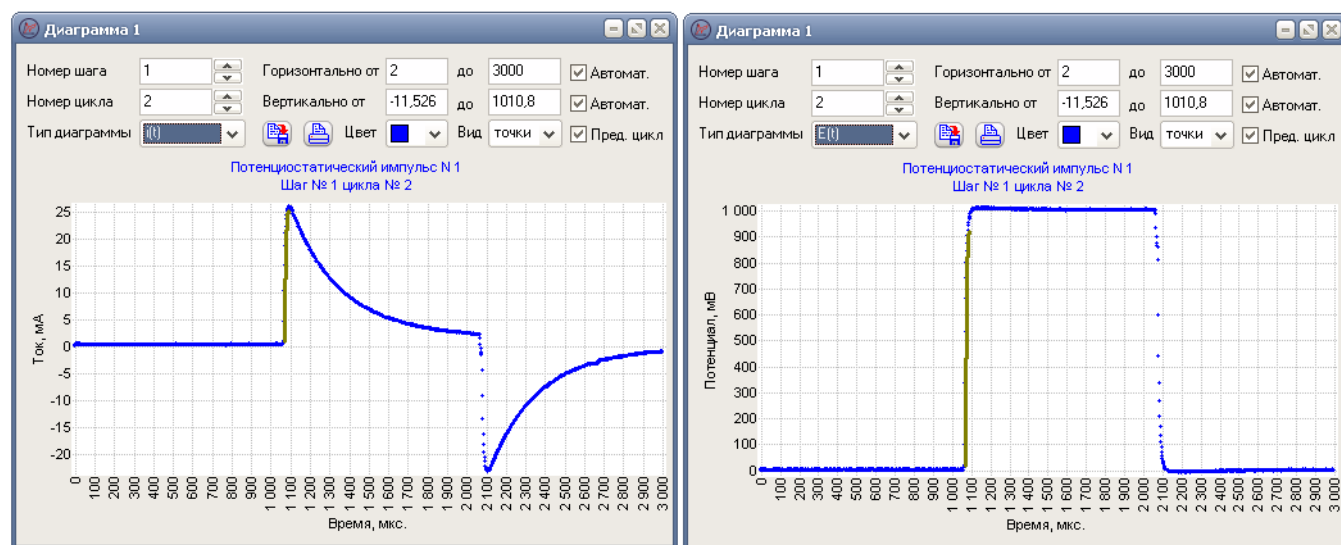
Приведенные далее зависимости тока и потенциала от времени соответствуют гальваностатическому режиму измерения, а приведенные после них потенциостатическому.

Приложенный гальваностатический импульс (слева) и зарегистрированный скачек (перепад) потенциала на сопротивлении (справа) с последующим зарядом емкости (линейным ростом потенциала):



перепад тока и потенциала

Приложенный потенциостатический импульс (справа) и возникший из-за него скачек тока (слева) на сопротивлении с последующим зарядом емкости (экспоненциальным падением тока):



Активная IR компенсация методом положительной обратной связи имеется у всех приборов серии PRO. Для ее активации настроек у каждого рабочего режима во вкладке Прибор имеется несколько параметров:

☐ iR-компенсация (ПОС) 0 Ом

Во первых ее можно включить или выключить. Также при ее включении необходимо ввести компенсируемое значение омического сопротивления. Эта величина ограничена сверху

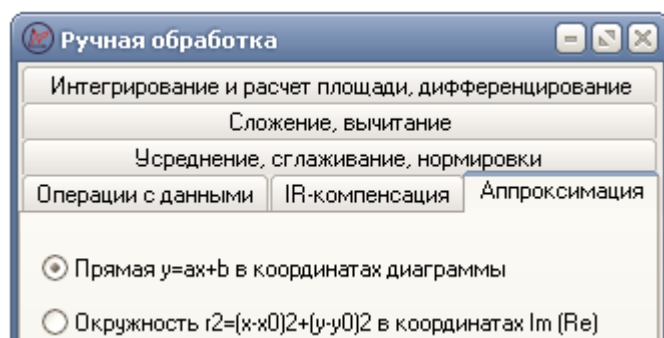
используемым диапазоном тока. Также, в зависимости от выбранного диапазона тока будет зависеть и дискретность, с которой можно задать сопротивление. Чем грубее диапазон, тем с меньшей дискретностью его можно задать.

Способность прибора компенсировать омическое сопротивление зависит от многих факторов. Как правило, для низковольтных приборов удастся скомпенсировать до 80% величины реального сопротивления. Полная компенсация невозможна и приводит к возбуждению прибора (полная неспособность удерживать заданный ток или потенциал). Поэтому к выбору величины компенсируемого сопротивления необходимо подходить аккуратно.

Определить величину омического сопротивления можно импульсным методом при помощи процедур описанного выше для окна ручной обработки данных.

Аппроксимация

Аппроксимация может быть произведена уравнением прямой или окружности (последняя станет активна только для данных импеданса при работе на приборе с FRA модулем):

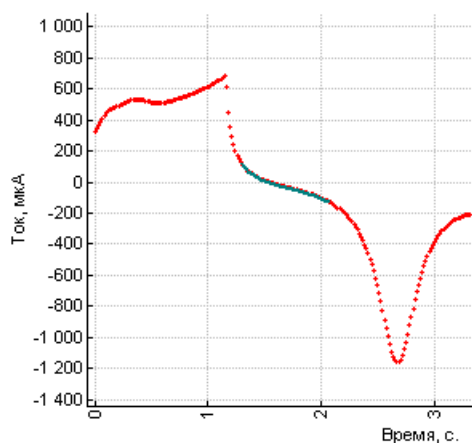


Перед тем как выбрать диапазон данных, который необходимо аппроксимировать – необходимо врать нужный тип диаграммы, так как аппроксимация будет производится в ее осях. Например, параметры уравнения Тафеля могут быть получены путем аппроксимации в логарифмических координатах.

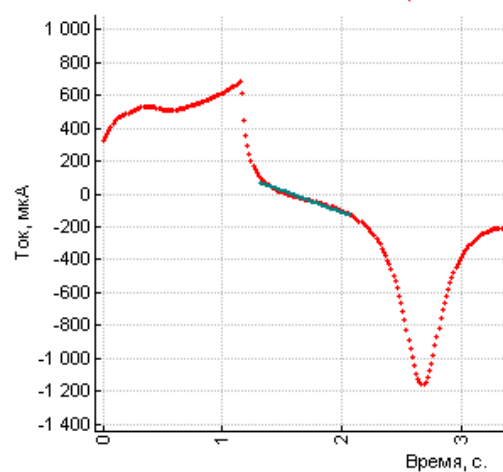
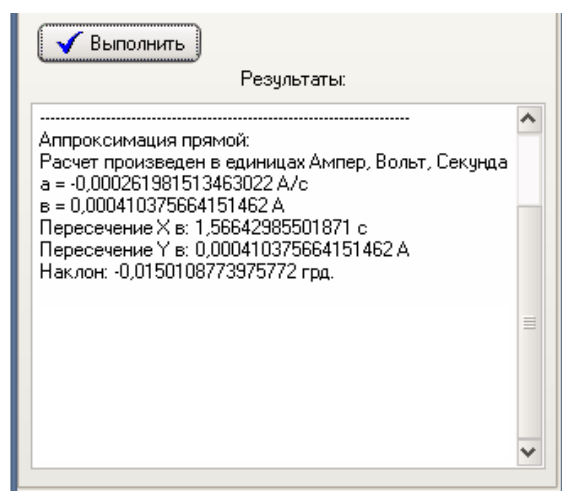
После этого можно выбрать тип аппроксимации (прямая / окружность) и задать диапазон используемых данных:



На диаграмме будет видно выделение:

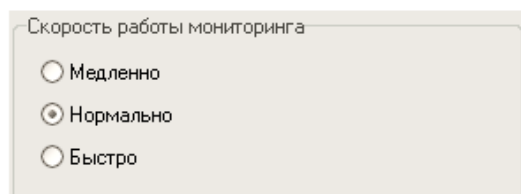


Если после этого нажать кнопку Применить, то программа выдаст как цифровой, так и графический результат:



Окно настроек прибора

В окне настроек прибора пользователь может настроить скорость работы мониторинга:



Скорость работы мониторинга

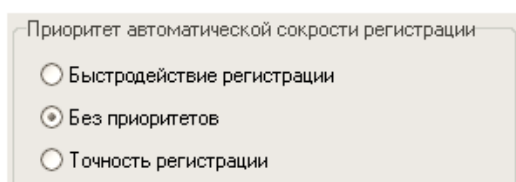
☐ Медленно

☒ Нормально

☐ Быстро

По скорости имеется три уровня отличающихся друг от друга примерно в 10 раз.

Следующим настраиваемым параметром является приоритет автоматической скорости регистрации данных:



Приоритет автоматической скорости регистрации

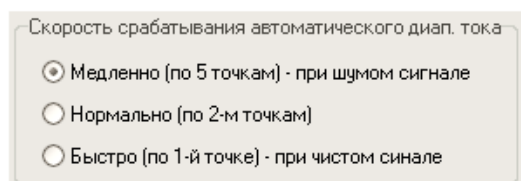
☐ Быстродействие регистрации

☒ Без приоритетов

☐ Точность регистрации

Три имеющихся уровня настроек отличаются друг от друга примерно в 3-3.5 раза.

Последней настройкой является выбор скорости срабатывания автоматического диапазона тока на понижение диапазона (на переход к более тонкому диапазону):



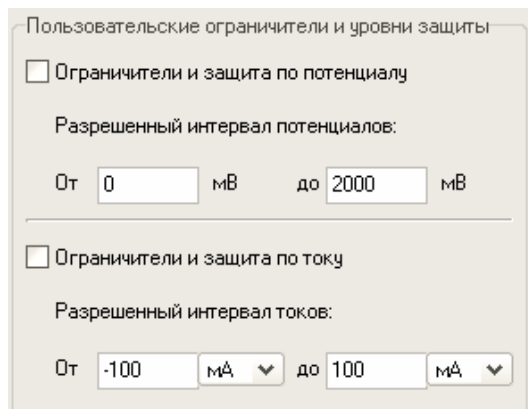
Скорость срабатывания автоматического диап. тока

☒ Медленно (по 5 точкам) - при шумом сигнале

☐ Нормально (по 2-м точкам)

☐ Быстро (по 1-й точке) - при чистом сигнале

Программа PS_Pack_2 имеет возможность ограничения потенциала и тока до безопасного уровня, заданного пользователем. Для включения и настроек этой опции имеется следующая панель:



Пользовательские ограничители и уровни защиты

☐ Ограничители и защита по потенциалу

Разрешенный интервал потенциалов:

От 0 мВ до 2000 мВ

☐ Ограничители и защита по току

Разрешенный интервал токов:

От -100 мА до 100 мА

В ней пользователь может включить ограничители и защиту отдельно как по току, так и по потенциалу. Также имеется возможность задать пределы безопасного рабочего интервала. При

выходе из него программой будет осуществляться ограничение задаваемого сигнала потенциала или тока или активация защиты с последующей остановкой эксперимента (или переходом к следующему шагу или циклу, если таковые имеются).

Логика работы ограничителей и защит следующая:

В режиме **потенциостата** программа будет применять **ограничение задаваемого потенциала** и осуществлять **защиту при выходе тока** из указанного интервала.

В режиме **гальваностата** программа будет применять **ограничение задаваемого тока** и осуществлять **защиту при выходе тока** из указанного интервала.

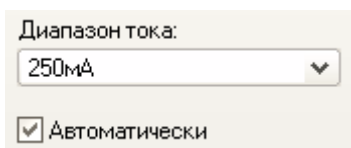
В этом окне также есть кнопка ввода заводских (стандартных) установок на тот случай, если вы не уверены - какие лучше выбрать.

Работа с автоматическими диапазонами тока

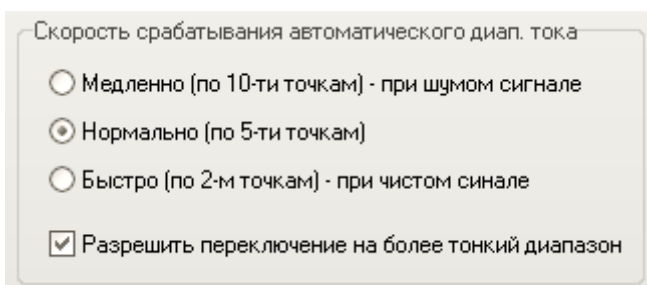
Все приборы с прошивкой EX3 и старше имеют полностью автоматические диапазоны тока для работы во всех стационарных режимах и режимах, построенных на них: ступенчатый режим, циклический заряд-разряд. Также полностью автоматические диапазоны имеются и у режимов линейной развертки, циклической развертки, универсальный хроно режим. Автоматические диапазоны тока отсутствуют только у импульсных режимов из-за физической невозможности на столько быстрого переключения диапазонов тока, как требуют эти режимы.

Важно понимать, что любая автоматика не всесильна, и для ее полностью адекватной работы есть определенные ограничения и условия. Для того, чтобы потенциостаты нашего производства всегда могли адекватно произвести подстройку тока, и не испортить Ваш эксперимент, а зарегистрировать в нем ток с максимально возможной точностью – имеются некоторые настройки срабатывания авто диапазонов тока.

Во первых, опцию авто диапазона можно включить или выключить для каждого режима отдельно:



Также автодиапазон настраивается в окне настроек прибора:



Пользователь может настроить скорость перехода диапазона к более тонкому. Какую скорость лучше выбрать – проще всего определить экспериментально. Обычно наилучшие результаты получаются при средней скорости (по 5-ти точкам).

Также прибору можно разрешить или запретить переход на более тонкий диапазон. Если, например, Вы включили авто диапазон, но сняли галочку

☐ Разрешить переключение на более тонкий диапазон

, то автодиапазон будет переключаться только на более грубый. Переключений на более тонкий происходить не будет. Такой режим работы может быть удобен при работе на высоких скоростях регистрации (когда автодиапазону наиболее трудно правильно работать). В этом случае рекомендуется до эксперимента выбрать диапазон тока более тонкий, чем ожидается. В этом случае прибор обнаружит перегруженность диапазона, переключится на более грубый (возможно не один раз) и вся кривая, например быстрая развертка ЦВА будет записана без переключений к более тонким диапазонам.

Это позволит работать с минимумом переключений, что создаст минимальные возможности для проникновения потенциальных помех переключений. Например, Вы регистрируете несколько циклов развертки при разных скоростях. При этом при каждой скорости Вам нужен только второй цикл, а первый Вы используете для установления внешнего вида ЦВА, а также для всех возможных переключений диапазонов на заглубление. В результате, вторая выходная кривая будет зарегистрирована без переключений диапазонов вовсе, но при этом запись будет произведена на максимально подходящем диапазоне.

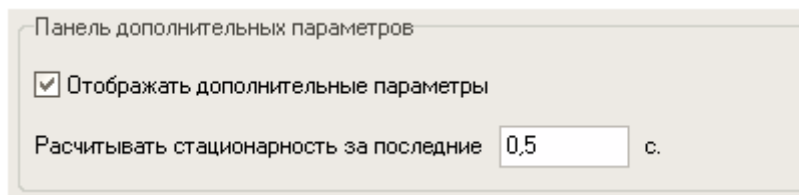
Если же, включить опцию переключения на более тонкий диапазон, то лучше всего автодиапазон будет работать при низких скоростях разверток и скоростей регистрации данных. Так, например, прибор может записать развертку ЦВА используя даже шесть диапазонов. При этом, качество регистрации тока будет максимальным. Рекомендуется использование этой опции при развертках ниже 200 мВ/с при автоматической скорости регистрации данных. При более высоких скоростях рекомендуется отключение этой опции или снижение скорости срабатывания автодиапазона.

Срабатывание авто диапазона на загробление всегда происходит по одной точке при достижении загруженности диапазона 60%. Переход на более тонкий диапазон происходит при загрузке диапазона ниже 5%.

Не рекомендуется использование автодиапазона при потенциальном использовании самого грубого диапазона прибора. Именно по этой причине автодиапазон отсутствует у мощных двухдиапазонных приборов. Это связано с тем, что самый грубый диапазон реализован на более мощном реле, которое переключается медленно (не чаще 100 Гц), тогда, как реле более тонких диапазонов более легкие и переключаются быстрее (до 300-500 Гц).

Окно настроек программы

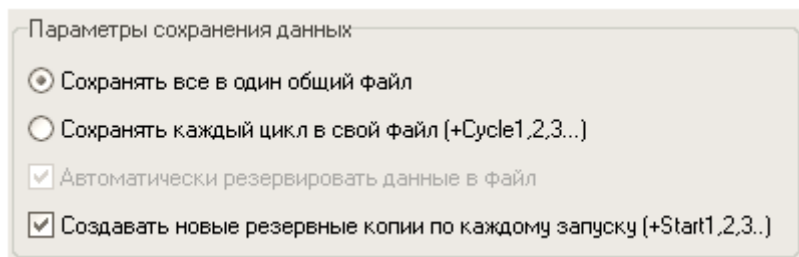
В окне настроек программы можно прежде всего выбрать – необходимо или нет показывать в основном окне программы панель дополнительных параметров:



Отсутствие этой панели заметно уменьшает размер основного окна программы, что экономит место на рабочем столе, но и не дает возможности вывода некоторой, иногда необходимой, информации.

Также в этой панели задается период времени, за которое программа будет рассчитывать стационарный ток или потенциал и значение стационарности (наклона тока или потенциала), которые будут выведены в панели дополнительных параметров.

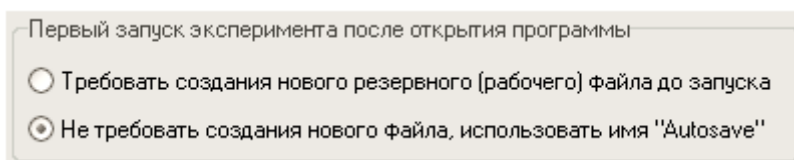
Следующим параметром является способ сохранения данных:



Программа может сохранять все зарегистрированные циклы а один общий файл, или же сохранить каждый цикл работы в свой отдельный файл, добавив при этом в название файла "Cycle и номер цикла".

Также программа может создавать новый резервный файл по каждому нажатию кнопки запуска эксперимента. Эта опция удобна в том случае, когда пользователь случайно, забыв сохранить предыдущий результат измерений, запускает новое измерение. Если эта опция включена, то программа автоматически будет добавлять к имени файла "Start и номер запуска".

Программа также имеет возможность настройки ее действий относительно рабочего файла после запуска программы.

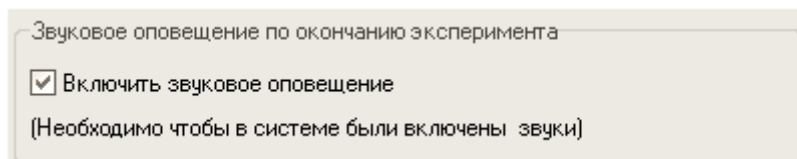


Можно выбрать опцию, при которой программа не даст запустить измерение до тех пор, пока пользователь не создаст новый рабочий файл. Только после его создания программа разрешит запускать эксперимент.

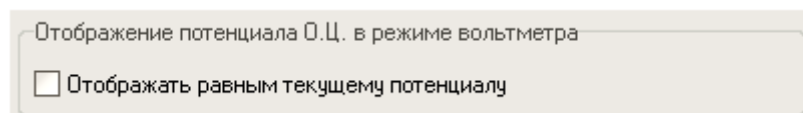
Или же программа может не требовать от пользователя создания нового рабочего файла и сохранять все в файл с именем "Autosave", который будет находиться в рабочем каталоге программы.

Первый вариант предпочтительнее, но второй удобнее в работе.

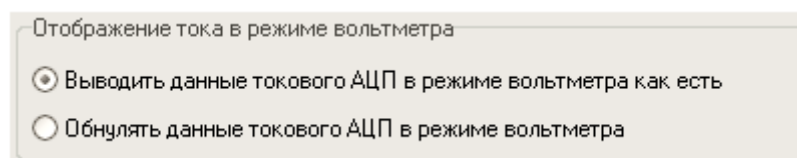
Также программа имеет возможность включать звуковое оповещение по завершению работы:



Звуковое оповещение будет воспроизведено с помощью стандартной звуковой схемы Вашей операционной системы и только в том случае, если эта звуковая схема включена. Будет воспроизведен звук типа "восклицание".

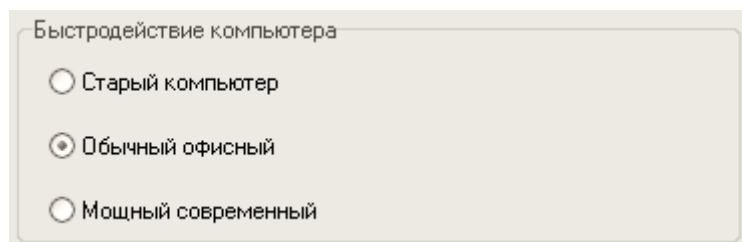


В режиме вольтметра может быть включено отображение потенциала открытой цепи равным текущему измеряемому потенциалу. При включении этой опции потенциал открытой цепи будет отображаться в основном окне программы.



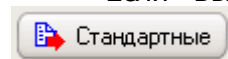
В режиме вольтметра программа может выводить данные токового АЦП. При этом они могут быть равными нулю или колебаться около него из-за конечной точности АЦП. Пользователь может выбрать наиболее удобный для него тип отображения тока в режиме вольтметра – либо как есть (с колебаниями), либо программа будет обнулять данные тока и выводить его в режиме вольтметра равным нулю.

В программе имеется возможность выбрать быстродействие Вашего Пк. Это необходимо для того, чтобы программа успевала адекватно обрабатывать все действия связанные с прибором и перерисовкой графической и цифровой информации без возникновения сбоев и ошибок.



Также в этом окне находится панель ввода пароля для получения доступа к калибровкам в случае необходимости.

Если Вы не уверены в том, какие параметры лучше выбрать – нажмите кнопку



для выбора заводских настроек.