



АНАЛИЗАТОРЫ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА АСК500

МОДИФИКАЦИИ
АСК500.30.40.1
АСК500.15.80.1



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ 038ЯРСТ.0000-0 РЭ

Москва, 2024г.

<https://battery-analyzers.ru/>

Уважаемый Покупатель, благодарим Вас за выбор нашего оборудования. Настоящее Руководство содержит сведения о принципе работы, устройстве и характеристиках Анализаторов Химических Источников Тока серии АСК500, а также указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации, соблюдение которых обеспечит бесперебойную, долгосрочную и исправную работу приборов.

ВНИМАНИЕ! Любые аккумуляторы и любые действия с ними несут потенциальную опасность для Пользователя. Неправильный выбор параметров заряда или разряда аккумулятора, переполюсовка полярности, несоблюдение техники безопасности при работе с аккумуляторами и другими химическими источниками тока может стать причиной взрыва, возгорания, различных травм и смерти.

Начиная работать с Анализатором серии АСК500 Пользователь подтверждает, что прочел и осознал правила безопасной работы с прибором, изложенные в разделе 3 "Меры безопасности" настоящего Руководства.

Начиная работать с Анализатором серии АСК500 Пользователь соглашается с тем, что ответственность за любые происшествия и за их последствия, связанные с нарушением правил безопасной работы с прибором, несет исключительно сам Пользователь.

Анализаторы ХИТ АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 представляют собой сложные электронные устройства, работающие от сети переменного тока с напряжением 220 В, и способны развивать выходные напряжения, опасные для жизни человека. К работе с Анализаторами допускаются лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже II и внимательно изучившие настоящее Руководство.

Рисунки в данном Руководстве приведены для удобства описания. Они могут незначительно отличаться от модернизированных версий прибора.

По всем вопросам, связанным с эксплуатацией и обслуживанием прибора, просьба обращаться по электронной почте: Battery-Analyzers@mail.ru

Также, просим Вас обращаться по указанному электронному адресу с Вашими пожеланиями и замечаниями, касающимися работы приборов и программного обеспечения.

Обновления программ, дополнительную информацию, каталоги продукции ООО "ЯРОСТАНМАШ" и документацию к ней Вы можете найти на нашем сайте в сети Интернет: <https://battery-analyzers.ru/>.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел	стр.
Перечень принятых сокращений и обозначений	4
1 Назначение прибора	5
2 Комплектность поставки	7
3 Меры безопасности	8
4 Условия эксплуатации	10
5 Знакомство с прибором	11
6 Устройство и принцип работы	12
7 Технические и метрологические характеристики	14
8 Подготовка к первому включению	16
9 Установка и настройка программного обеспечения	17
10 Подключение тестируемого ХИТ и управление прибором	18
11 Параллельная работа приборов	21
12 Программа тестирования ХИТ	23
12.1 Общие указания	23
12.2 Знаки параметров тестирования ХИТ	25
12.3 Заряд постоянным током (СНСС)	26
12.4 Заряд постоянной мощностью (СНСР)	27
12.5 Заряд при постоянном напряжении (СНСУ)	29
12.6 Разряд постоянным током (ДСНСС)	30
12.7 Разряд постоянной мощностью (ДСНСР)	31
12.8 Разряд на постоянное сопротивление (ДСНСР)	33
12.9 Разряд при постоянном напряжении (ДСНСУ)	34
12.10 Релаксация	35
12.11 Развёртка напряжения	36
12.12 Развёртка тока	38
12.13 Развёртка мощности	38
12.14 Развёртка сопротивления	40
12.15 Режим импульсов напряжения	41
12.16 Режим импульсов тока	42
12.17 Режим импульсов мощности	43
12.18 Режим импульсов сопротивления	45
12.19 Работа по таблицам	47
12.19.1 Общие указания	47
12.19.2 Работа по таблице напряжения	50
12.19.3 Работа по таблице тока	51
12.19.4 Работа по таблице мощности	52
12.19.5 Работа по таблице сопротивления	54
12.20 Самописец напряжения	56
12.21 Пауза	57
12.22 Режим МРРТ	57

СОДЕРЖАНИЕ. ПРОДОЛЖЕНИЕ

Раздел	стр.
13 Определение параметров ХИТ	61
14 Измерение ESR ХИТ	65
14.1 Общие указания	65
14.2 Измерение ESR ХИТ методом периодического прерывания тока	66
14.3 Измерение ESR ХИТ в режимах импульсов	68
14.4 Измерение ESR ХИТ при смене шагов программы	70
15 Определение электрической ёмкости ХИТ	72
16 Файлы результатов измерений	73
16.1 Общие указания	73
16.2 Файлы первичных данных	75
16.3 Файлы сводных результатов измерений	77
17 Прореживание файлов результатов измерений	80
18 Формат времени в файлах результатов измерений	82
19 Работа с файлами результатов в среде MS Excel	84
20 Компьютерный Интерфейс	87
20.1 Общие указания	87
20.2 Страница "Задачи"	91
20.3 Страница "Таблицы"	116
20.4 Страница "Графики"	120
20.5 Страница "Результаты"	132
20.6 Страница "Анализ"	133
20.7 Страница "Настройки"	138
20.8 Страница "Состояние"	140
20.9 Страница "Постобработка"	142
21 Просмотр ранее зарегистрированных результатов измерений	142
22 Работа прибора в автономном режиме	149
23 Защиты прибора и аварийные режимы	151
24 Обновление микропрограммы	159
25 Поверка прибора	162
26 Сведения о содержании драгметаллов	162
27 Техническое обслуживание и ремонт	162
28 Транспортирование	162
29 Хранение	162
30 Утилизация	162
31 Сведения о сертификации	163

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

- CHCC – CHarge Constant Current – заряд ХИТ заданным постоянным током;
- CHCP – CHarge Constant Power – заряд ХИТ заданной постоянной мощностью;
- CHCV – CHarge Constant Voltage – заряд ХИТ при заданном постоянном напряжении;
- DCHCC – DisCHarge Constant Current – разряд ХИТ заданным постоянным током;
- DCHCP – DisCHarge Constant Power – разряд ХИТ заданной постоянной мощностью;
- DCHCR – DisCHarge Constant Resistance – разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление;
- DCHCV – DisCHarge Constant Voltage – разряд ХИТ при заданном постоянном напряжении;
- ESR – Equivalent Series Resistance – эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ;
- MPPT – Maximum Power Point Tracking – режим поиска точки максимальной мощности;
- L – Low – низкий, младший (поддиапазон воспроизведения и измерения напряжения, тока, либо уровень напряжения, тока);
- H – High – высокий, старший (поддиапазон воспроизведения и измерения напряжения, тока, либо уровень напряжения, тока);
- U – напряжение, В;
- I – ток, А;
- P – мощность, Вт;
- R – сопротивление, Ом;
- C – электрическая ёмкость ХИТ, Ф;
- Q – заряд, полученный (отданный) ХИТ, либо полная ёмкость ХИТ, А·ч;
- E – энергия, полученная (отданная) ХИТ, либо полная энергоёмкость ХИТ, Вт·ч;
- t – время, с, мин, ч или сут;
- T – температура, °С;
- N – номер текущего цикла программы тестирования ХИТ, либо общее заданное число циклов программы тестирования ХИТ;
- d – сутки (day);
- dU – скачек (перепад, изменение, приращение) напряжения;
- АЦП – Аналогово-Цифровой Преобразователь;
- ХИТ – Химический Источник Тока (аккумулятор, суперконденсатор, либо другой);
- ИТ – Источник Тока (солнечная батарея, микроветрогенератор, либо другой);
- КПД – Коэффициент Полезного Действия;
- ПО – Программное Обеспечение (программа управления прибором);
- СБ – Солнечная Батарея;
- см. – смотрите;
- Wi-Fi – общее обозначение аппаратных средств и программных способов беспроводной передачи данных, используемых, в частности, в персональных компьютерах для соединения с различными устройствами и с сетью Интернет;
- MS Excel – программа, используемая на персональных компьютерах для работы с электронными таблицами;
- NEDC, EPA, JC08, WLTC, NRTC – различные международные стандарты и способы испытания автомобилей и самоходной техники;
- Компьютерный Интерфейс – специализированное прикладное программное обеспечение, устанавливаемое на компьютере Пользователя, с помощью которого Пользователь производит управление Анализатором и получает результаты измерений;
- точка – набор значений параметров тестирования ХИТ (номер цикла заряда-разряда, маркер шага, напряжение на ХИТ, ток через ХИТ, температура ХИТ и ESR ХИТ) в конкретный момент времени.

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Анализаторы ХИТ АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 предназначены для испытаний:

- Аккумуляторов любых электрохимических систем (Li-ION, Li-Po, LiFePO₄, Ni-Cd, Ni-MH, Pb-Acid и других);
- Суперконденсаторов (Ионисторов);
- Гальванических элементов;
- Солнечных батарей;
- Топливных элементов;
- Редокс-батарей;
- Электрохимических ячеек;
- Любых других источников и накопителей электрической энергии.

Анализаторы серии АСК500 сконструированы для работы под управлением от компьютера Пользователя. Связь прибора с компьютером осуществляется через интерфейс Ethernet. На компьютере Пользователя должно быть установлено прикладное программное обеспечение – Компьютерный Интерфейс Ym128, необходимое для задания параметров тестирования ХИТ, запуска и останова теста, наблюдения за ходом тестирования, получения и отображения результатов измерений.

Одно приложение Ym128 может одновременно управлять работой от 1 до 12 Анализаторов АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1, при этом работа каждого прибора может быть абсолютно независима от других приборов.

Приборы, подключенные к одному приложению Ym128, могут быть объединены для параллельной работы, что позволяет увеличить максимальный ток заряда и разряда, а также максимальную мощность группы приборов до 12 раз по сравнению с возможностями одиночного прибора (для Анализаторов АСК500.30.40.1 – до 360 А и до 6 кВт соответственно).

Выходы Анализаторов серии АСК500 электрически изолированы от сети питания 220 В и от интерфейса Ethernet. Это позволяет одновременно тестировать несколько ХИТ, соединенных последовательно в общую батарею без необходимости разборки батареи на отдельные элементы. При этом все результаты испытаний будут переданы в единое приложение Ym128, а на экране компьютера в едином координатном поле в реальном времени будут выведены графики заряда-разряда одновременно для всех тестируемых элементов батареи ХИТ.

Также Анализаторы АСК500 могут быть использованы как программируемые источники питания, выходные параметры которых (напряжение, ток, мощность) могут настраиваться в широких пределах и автоматически изменяться во времени по заданной Пользователем программе, что актуально для тестирования не только ХИТ, но любых потребителей энергии, включая стороннее электронное оборудование, средства связи и другие. При этом Анализатор запишет графики изменения потребляемого этим оборудованием тока, посчитает количество переданного в тестируемое оборудование заряда и энергии.

Кроме того, Анализаторы серии АСК500 могут быть использованы как программируемые электронные нагрузки, входные параметры которых (напряжение, ток, мощность, сопротивление) могут настраиваться в широких пределах и автоматически изменяться во времени по заданной Пользователем программе, что актуально для тестирования не только ХИТ, но любых других источников энергии, включая различные блоки питания и преобразователи энергии. При этом Анализаторы посчитают количество полученного от таких источников заряда и энергии.

Испытания ХИТ проводятся по заранее составленной Пользователем программе, содержащей:

- до 3 шагов подготовки тестирования, выполняемых однократно в начале теста;
- до 42 шагов основной циклической части программы, выполняемой заданное количество раз (циклов);
- до 3 шагов завершения тестирования, выполняемых однократно в конце теста.

Общее количество настраиваемых шагов программы тестирования – 48.

На каждом шаге приборы могут выполнить:

- Заряд ХИТ заданным постоянным током (CHCC);
- Заряд ХИТ заданной постоянной мощностью (CHCP);
- Заряд ХИТ при заданном постоянном напряжении (CHCV);
- Разряд ХИТ заданным постоянным током (DCHCC);
- Разряд ХИТ заданной постоянной мощностью (DCHCP);
- Разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление (DCHCR);
- Разряд ХИТ при заданном постоянном напряжении (DCHCV);
- Релаксацию;
- Развёртку напряжения (U) на ХИТ во времени;
- Развёртку тока (I) через ХИТ во времени;
- Развёртку мощности (P) на ХИТ во времени;
- Развёртку сопротивления разряда ХИТ (R) во времени;
- Режим импульсов напряжения;
- Режим импульсов тока;
- Режим импульсов мощности;
- Режим импульсов сопротивления;
- Работу по заданной таблице напряжения (заданному профилю напряжения);
- Работу по заданной таблице тока (заданному профилю тока);
- Работу по заданной таблице мощности (заданному профилю мощности);
- Работу по заданной таблице сопротивления (заданному профилю сопротивления);
- Запись напряжения на клеммах ХИТ (самописец U);
- Паузу;
- Режим поиска точки максимальной мощности (MPPT).

Режимы тестирования для каждого шага программы могут быть заданы Пользователем в любом желаемом (произвольном) порядке, параметры тестирования для каждого шага могут быть выбраны Пользователем любых желаемых значений из допустимого рабочего диапазона приборов.

Анализаторы АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 определяют:

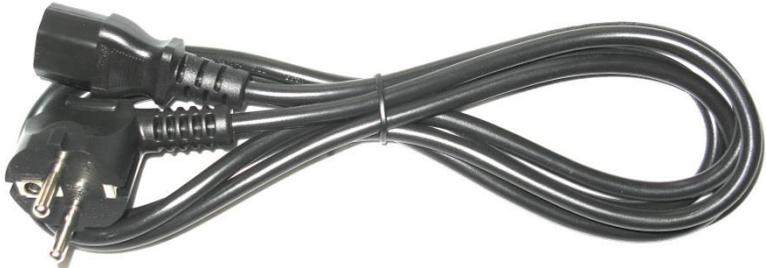
- Напряжение на ХИТ, В, ток через ХИТ, А, температуру ХИТ, °С, мгновенное значение эквивалентного последовательного сопротивления ХИТ (ESR), Ом, текущую отданную (полученную) ёмкость, А·ч, текущую отданную (полученную) энергию, Вт·ч – как функцию от времени разряда (заряда);
- Ёмкость ХИТ по заряду, А·ч;
- Ёмкость ХИТ по энергии (энергоёмкость), Вт·ч;
- Электрическую ёмкость (суперконденсаторов), Ф;
- КПД хранения заряда (по А·ч), %;
- КПД хранения энергии (по Вт·ч), %;
- Эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ (ESR), мОм;
- Средний ток утечки через ХИТ за каждый цикл заряда-разряда, А.

Для расширения рабочего диапазона тока заряда и разряда приборы имеют четыре поддиапазона воспроизведения и измерения тока через ХИТ.

После запуска теста, компьютер может быть выключен. При этом Анализатор продолжит работу в автономном режиме, а текущие результаты измерений будут записываться во внутреннюю память прибора. При следующем включении компьютера и установлении связи с прибором, наработанные данные будут автоматически переданы на компьютер, обработаны и сохранены в файлы результатов измерений.

2 КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Таблица 1 - Комплектность поставки Анализаторов АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1

№	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Анализатор ХИТ АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1 	1 шт.	
2	Провода соединительные с зажимами "крокодил" 	1 компл.	Длина 0,5 м.
3	Датчик температуры ХИТ 	1 шт.	Длина 1 м
4	Сетевой шнур питания 220В с заземлением 	1 шт.	Длина 1,8 м
5	Кабель интерфейсный Ethernet 	1 шт.	Длина 1,8 м
6	Плата поверки ПП-1	1 шт.	
7	Плата поверки ПП-2	1 шт.	
8	Программное обеспечение Ym128 на носителе	1 экз.	
9	Формуляр	1 экз.	
10	Руководство по эксплуатации	1 экз.	
11	Тара упаковочная	1 шт.	

Комплектность поставки, внешний вид и конструкция Анализатора и комплектующих к прибору могут быть изменены производителем и не отражены в настоящем документе.

3 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Анализаторы ХИТ АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 представляют собой сложные электронные устройства, работающие от сети переменного тока с напряжением 220 В, и способны развивать выходные напряжения, опасные для жизни человека. К работе с Анализаторами допускаются лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже II и внимательно ознакомившиеся с настоящим документом.

Кроме того, аккумуляторы любых типов сами по себе несут потенциальную опасность.

Несоблюдение техники безопасности при работе с аккумуляторами и другими ХИТ, неправильная эксплуатация Анализатора, несоблюдение техники безопасности при работе с прибором, может стать причиной выхода прибора из строя, поражения электрическим током, взрыва и возгорания тестируемого ХИТ, ожогов, пожара, серьезных травм или смерти.

В данном разделе указания по безопасности подразделяются на "Опасность" и "Предупреждение", поэтому следует уделять особое внимание символам



(Опасность) и



(Предупреждение) и соответствующему содержанию текста.



Символ  означает, что неправильная эксплуатация прибора может стать причиной поражения электрическим током, серьезных травм или смерти.



Символ  означает, что неправильная эксплуатация может привести к неисправностям прибора, повреждению его электронных схем или к другим негативным последствиям.



1.  Подключайте прибор к электросети с надежным электрическим заземлением. Работа прибора без заземления может стать причиной выхода прибора из строя, поражения электрическим током, серьезных травм или смерти.



2.  Никогда не превышайте предельные значения параметров на ХИТ, заявленные заводом-производителем конкретного ХИТ. Не заряжайте и не разряжайте ХИТ током, который превышает максимальный ток, заявленный производителем для данной модели ХИТ. Не перезаряжайте и не переразряжайте аккумуляторы и другие ХИТ сверх указанных производителем максимальных и минимальных значений напряжения. Не допускайте нагрева ХИТ сверх допустимой температуры, заявленной производителем для конкретной модели ХИТ. Не заряжайте одноразовые ХИТ (батарейки). Любые из этих действий могут привести к взрыву и возгоранию тестируемого ХИТ, отравлению токсичными химическими веществами, входящими в состав ХИТ, поражению электрическим током, пожару, взрыву, серьезным травмам или смерти.



3.  Подсоединяйте тестируемый ХИТ к прибору только правильной полярностью: плюс к плюсу, минус к минусу. Подсоединение ХИТ к прибору обратной полярностью может привести к взрыву и возгоранию ХИТ, пожару и к выходу прибора из строя.



4.  Всегда присоединяйте соединительные провода сначала к прибору, и лишь затем к тестируемому ХИТ. Отсоединяйте в обратной последовательности – сначала от ХИТ, затем от прибора. Свободные концы соединительных проводов, присоединенных к ХИТ, могут стать причиной короткого замыкания ХИТ, пожара, поражения электрическим током и смерти.



5.  Не производите какие-либо действия с ХИТ, а также с проводами подключения ХИТ к прибору, в режиме работы Анализатора, отличного от "**ПРОСТОЙ**" (см. подраздел 20.1). Это может привести к поражению электрическим током, пожару или к выходу прибора из строя.

 6. При подключении тестируемого ХИТ к прибору используйте соединительные провода, входящие в комплект поставки, либо, при замене штатных, медные провода сечением не менее 2,5 мм² для Анализатора АСК500.30.40.1 и сечением не менее 1,5 мм² для АСК500.15.80.1. Провода меньшего сечения могут сильно нагреваться и стать причиной пожара.

 7. Перед включением и запуском прибора всегда сначала проверьте надежность соединений. Плохой контакт может стать причиной чрезмерного нагрева и возгорания.

 8. Никогда не замыкайте накоротко клеммы прибора при подключенном к нему ХИТ и (или) включенной программе тестирования. Это может привести к поражению электрическим током, пожару или к выходу прибора из строя.

 9. Не разбирайте прибор, если он подключен к сети, и в течение 10 минут после отключения. Это может привести к поражению электрическим током и смерти.

 10. При разряде тестируемого ХИТ, энергия, взятая от него, рассеивается в виде тепла и сбрасывается в окружающую среду через заднюю панель прибора. В режимах максимальной мощности, струя воздуха, выходящая через заднюю панель прибора, может иметь температуру более 100 °С. Во избежание получения ожогов, не прикасайтесь к задней панели прибора во время работы. Не устанавливайте на пути воздушной струи, выходящей из задней панели прибора, на расстоянии ближе 1 м от корпуса прибора легковоспламеняющиеся предметы и жидкости - это может привести к возгоранию и пожару.

 11. Не эксплуатируйте прибор с проводами и кабелями с поврежденной изоляцией. Это может привести к поражению электрическим током, пожару или к выходу прибора из строя.

 12. Не эксплуатируйте прибор в захламленной обстановке, где рядом с прибором и с тестируемым ХИТ могут оказаться различные электропроводящие предметы, такие как скрепки, булавки, ключи, письменные принадлежности, столовые приборы, металлическая посуда, различные метизы, инструменты, металлическая стружка, еда, напитки и другие предметы или вещества, которые могут случайно замкнуть клеммы прибора или выводы тестируемого ХИТ, а также попасть внутрь самого прибора и вызвать нарушение работы его электронных схем. Это может привести к поражению электрическим током, взрыву или возгоранию тестируемого ХИТ, к пожару или к выходу прибора из строя.

 13. Не эксплуатируйте прибор в условиях, затрудняющих доступ воздуха к вентиляционным отверстиям на передней и правой боковой панелях прибора, и отвод струи воздуха из вентиляционных отверстий на задней панели. Это может привести к перегреву и к выходу прибора из строя.

 14. Не устанавливайте в цепях между тестируемым ХИТ и Анализатором какой-либо коммутационной аппаратуры. Исключение составляют плавкие вставки. Управление подобной коммутационной аппаратурой в режиме работы прибора, отличного от "ПРОСТОЙ" (см. подраздел 20.1), может привести к выходу прибора из строя.



15. Прибор предназначен для эксплуатации внутри помещений в условиях нормальной, не химически агрессивной атмосферы. Не эксплуатируйте прибор на открытом воздухе и в условиях, где на корпус прибора и в его вентиляционные отверстия могут попадать снег, брызги влаги, проводящая пыль (в том числе углеродная пыль), проводящие волокна (в том числе углеродные волокна), жидкости любых типов, насекомые, посторонние предметы, коррозионно-активные газы, пары и так далее. Это приведет к выходу прибора из строя.



16. При вносе прибора в теплое помещение в холодное время года, необходимо выждать не менее трех часов перед включением прибора. Данное время необходимо для испарения конденсата влаги, появление которого возможно на внешних и внутренних элементах Анализатора. Это предотвратит выход прибора из строя.



17. Не подавайте на клеммы прибора напряжение, превышающее максимальное рабочее напряжение, на которое рассчитан прибор. Это приведет к выходу прибора из строя.



18. Не подавайте на клеммы прибора напряжение относительно цепи заземления (корпуса) с абсолютным значением **более 100 В**. Это может привести к выходу прибора из строя.



19. Не эксплуатируйте прибор вблизи объектов и установок, являющихся источниками сильных электромагнитных излучений и помех, в том числе импульсных, влиянию которых может быть подвержен прибор. Это может привести к искажению результатов измерений и к выходу прибора из строя.



20. Не подключайте к тестируемому ХИТ и к клеммам прибора иные электрические цепи, не относящиеся к работе Анализатора. Это может привести к искажению результатов измерений и к выходу прибора из строя.



21. Не погружайте датчик температуры ХИТ в жидкость. Датчик температуры негерметичен. Проникновение жидкости в датчик вызовет искажения в показаниях температуры и приведет к выходу датчика из строя.



22. Не эксплуатируйте датчик температуры ХИТ с поврежденной изоляцией. Случайный контакт цепей датчика температуры с цепями ХИТ может привести к искажению результатов измерений и к выходу электронных схем прибора из строя.

4 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Анализаторы ХИТ АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 предназначены для эксплуатации внутри закрытых вентилируемых помещений с нормальной, химически инертной атмосферой, вдали от тепловыделяющих приборов и установок, в местах, где на прибор не будет попадать прямой солнечный свет, вдали от устройств, являющихся источниками сильных электромагнитных излучений и помех, в следующих условиях:

- Температура окружающего воздуха: от 18 до 28 °С;
- Относительная влажность воздуха: от 20 до 80 % (без конденсации влаги);
- Атмосферное давление: от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- Напряжение сети питания: 220 В ± 10 %, 50/60 Гц.

5 ЗНАКОМСТВО С ПРИБОРОМ

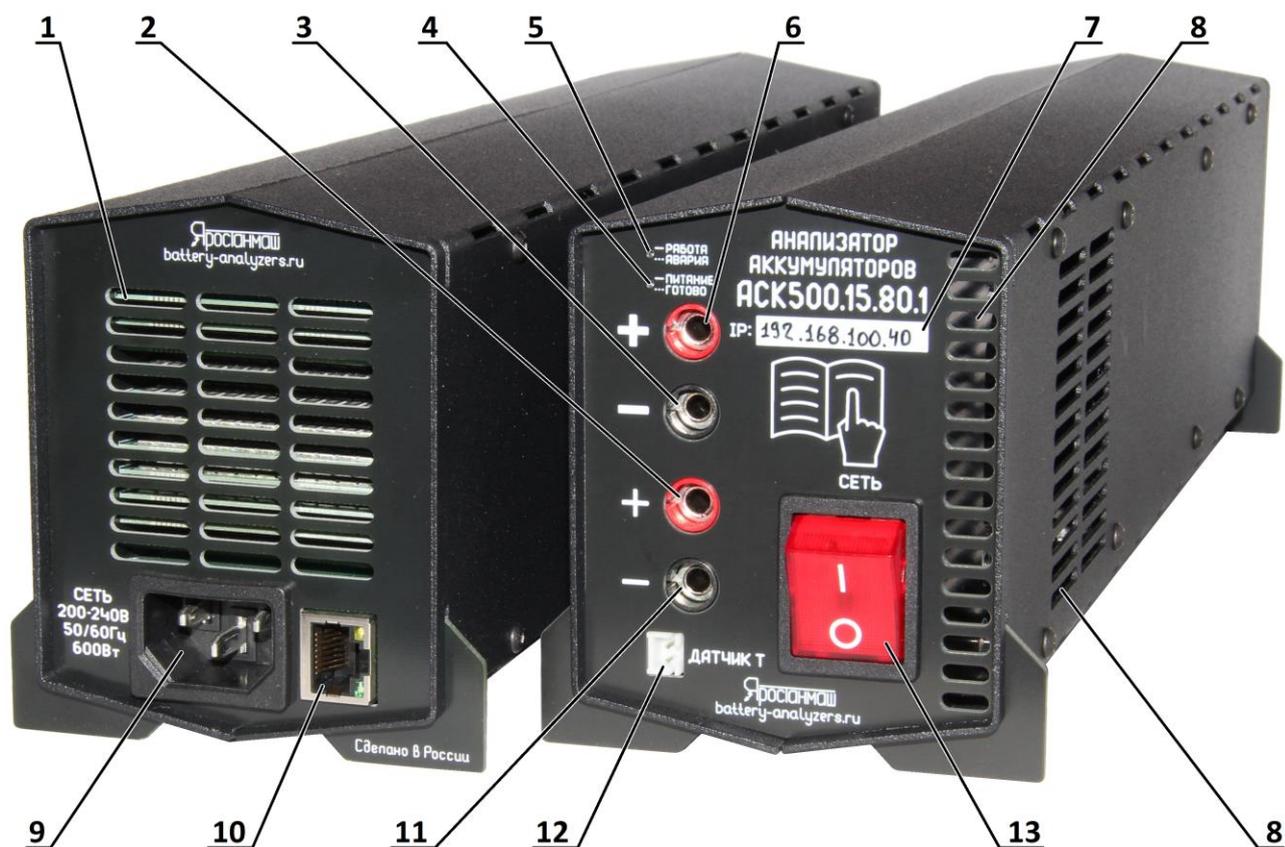


Рисунок 1 - Анализаторы ХИТ серии АСK500

Таблица 2 - Обозначения к рисунку 1

Поз.	Описание	Примечание
1	Выходные вентиляционные отверстия	см. раздел 3
2	Измерительная клемма "+"	см. разделы 6, 10, 11, 23
3	Силовая клемма "-"	см. разделы 6, 10, 11, 23
4	Светодиодный индикатор "ПИТАНИЕ / ГОТОВО"	см. разделы 6, 8
5	Светодиодный индикатор "РАБОТА / АВАРИЯ"	см. разделы 6, 8
6	Силовая клемма "+"	см. разделы 6, 10, 11, 23
7	IP-адрес прибора	см. разделы 9, 20.7
8	Входные вентиляционные отверстия	см. раздел 3
9	Разъем питания 220 В	см. раздел 10
10	Разъем коммуникационный Ethernet	см. раздел 10
11	Измерительная клемма "-"	см. разделы 6, 10, 11, 23
12	Разъем датчика температуры ХИТ	см. разделы 6, 10, 11, 23
13	Выключатель питания	см. раздел 10

6 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Анализаторы АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 технически представляют собой сложные электронные устройства, сочетающие в себе программируемый источник питания, программируемую электронную нагрузку и ряд вспомогательных компонентов.

Программируемый источник питания (регулятор заряда) необходим для заряда тестируемого ХИТ в различных режимах, в частности в режиме заряда ХИТ постоянным током, в режиме заряда постоянной мощностью, в режиме заряда при постоянном напряжении, а также во множестве других режимов тестирования ХИТ. В режимах заряда Анализатор является источником энергии, а тестируемый ХИТ – приемником или потребителем энергии. Энергия, используемая для заряда тестируемого ХИТ, поступает из сети 220 В через выключатель питания "СЕТЬ" и блок питания ИП, преобразуется регулятором заряда и передается на тестируемый ХИТ.

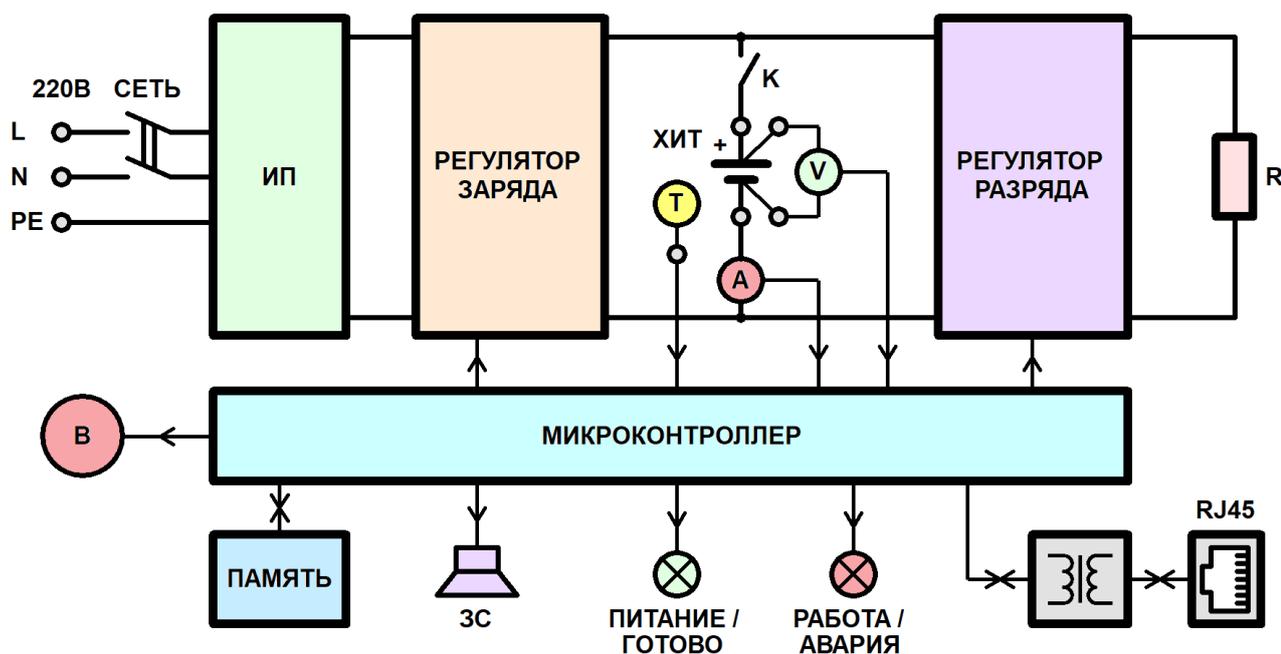


Рисунок 2 - Структурная схема Анализаторов серии АСК500

Программируемая электронная нагрузка (регулятор разряда) необходима для разряда тестируемого ХИТ в различных режимах, в частности в режиме разряда постоянным током, в режиме разряда постоянной мощностью, в режиме разряда на постоянное сопротивление, в режиме разряда при постоянном напряжении, а также во множестве других режимов тестирования ХИТ. В режимах разряда Анализатор является потребителем энергии, а тестируемый ХИТ – источником. Энергия от ХИТ преобразовывается регулятором разряда и передается на силовой резистор R, где рассеивается в виде тепла и сбрасывается в окружающую среду.

Для подключения тестируемого ХИТ к внутренним цепям прибора используется твердотельный ключ К. Ключ К необходим для подключения тестируемого ХИТ к внутренним цепям прибора только во время выполнения теста. В режиме ожидания ключ К остается разомкнут, и предотвращает повреждение внутренних схем Анализатора в случае подключения ХИТ обратной полярностью, либо в случае подключения ХИТ с напряжением, выходящим за границы рабочего диапазона прибора.

Измерение тока через ХИТ производится датчиком тока А, напряжение на клеммах ХИТ измеряется по четырехпроводной схеме датчиком напряжения V, температура ХИТ измеряется датчиком температуры Т. Для повышения точности воспроизведения

и измерения тока в широком диапазоне значений, датчик тока **А** имеет четыре аппаратных поддиапазона измерения тока.

Все внутренние блоки прибора работают под управлением от 32 разрядного микроконтроллера STM32. Микроконтроллер работает в соответствии с микропрограммой, заложенной в его внутреннюю память на этапе производства Анализатора. Микропрограмма микроконтроллера может быть заменена (обновлена) в процессе эксплуатации прибора самим Пользователем. Таким образом, функционал прибора может быть расширен или доработан в соответствии с запросом Пользователя даже тогда, когда прибор уже находится в эксплуатации у Пользователя. Кроме того, возможность обновления микропрограммы самим Пользователем позволяет иметь прибор с максимально современным функционалом на текущую дату (подробнее см. раздел 24).

Анализатор предназначен для работы под управлением компьютера Пользователя. На компьютере Пользователя должно быть установлено специализированное прикладное программное обеспечение – Компьютерный Интерфейс Ym128, предназначенное для управления прибором, составления и запуска необходимой программы тестирования ХИТ, наблюдения за ходом выполнения тестирования, а также получения, обработки и отображения результатов измерений (см. раздел 20).

Связь Анализатора и компьютера Пользователя производится через сеть Ethernet, подключение к которой осуществляется через разъем **RJ45** на задней панели прибора. Подключение прибора к компьютеру Пользователя может осуществляться напрямую, либо через локальную компьютерную сеть (см. раздел 8).

После составления и запуска требуемой программы тестирования ХИТ (см. раздел 12) Компьютерный Интерфейс Ym128 может быть закрыт, а компьютер Пользователя может быть выключен. В этом случае Анализатор перейдет в автономный режим работы (см. раздел 22). Во время автономной работы, Анализатор продолжает выполнение заданной Пользователем программы тестирования ХИТ, а текущие результаты измерений сохраняются в микросхему памяти **ПАМЯТЬ**. При следующем включении управляющего компьютера, запуске Компьютерного Интерфейса и установлении связи с прибором, накопленные результаты измерений будут считаны из микросхемы памяти, переданы на компьютер и сохранены в файлы результатов измерений.

Светодиодные индикаторы **ПИТАНИЕ / ГОТОВО** (зеленого цвета) и **РАБОТА / АВАРИЯ** (красного цвета) предназначены для индикации текущего режима работы Анализатора.

Светодиодный индикатор **ПИТАНИЕ / ГОТОВО** (зеленого цвета) имеет следующие режимы индикации:

- светится непрерывно – прибор готов к работе, тест ХИТ еще не запущен;
- мигает – тест ХИТ уже завершен.

Светодиодный индикатор **РАБОТА / АВАРИЯ** (красного цвета) имеет следующие режимы индикации:

- светится непрерывно – выполняется тестирование ХИТ;
- мигает – произошла авария, тест ХИТ был аварийно прерван.

В режиме установленной связи между Анализатором и компьютером Пользователя (Компьютерным Интерфейсом Ym128) свечение индикаторов становится мерцающим. Без установленного соединения с компьютером индикаторы светятся ровным светом.

Охлаждение Анализатора осуществляется встроенным вентилятором **В**. Скорость вращения вентилятора изменяется автоматически, в зависимости от текущей температуры внутренних компонентов прибора.

Звуковой сигнализатор **ЗС** предназначен для подачи звуковых сигналов в различных режимах работы Анализатора, а также сигнала аварии в случае ее возникновения.

7 ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 3 - Технические характеристики Анализаторов АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1

Характеристика	Значение для Анализатора	
	АСК500.30.40.1	АСК500.15.80.1
Возможные работы прибора на каждом шаге программы тестирования ХИТ ¹	CHCC; CHCP; CHCV; DCHCC; DCHCP; DCHCR; DCHCV; Релаксация; Развёртка U; Развёртка I; Развёртка P; Развёртка R; Импульсы U, Импульсы I, Импульсы P, Импульсы R, Таблица U, Таблица I, Таблица P, Таблица R, Самописец U, пауза, MPPT	
Рабочий диапазон напряжения на ХИТ, В	от 1 ^{2,3} до 42	от 2 ^{2,3} до 84
Диапазон воспроизведения напряжения на ХИТ, В	от 1 ^{2,3} до 42	от 2 ^{2,3} до 84
Разрядность АЦП измерения напряжения на ХИТ	24 бита	
Входное сопротивление измерителя напряжения на клеммах ХИТ, Ом ⁴	не менее 1 000 000	
Диапазон воспроизведения тока заряда через ХИТ, А	от 0,01 до 30,00	от 0,01 до 15,00
Диапазон воспроизведения тока разряда через ХИТ, А	от -30,00 до -0,01	от -15,00 до -0,01
Число поддиапазонов измерения тока через ХИТ	4	
Поддиапазоны измерения тока через ХИТ, А	от -30,0 до +30,0; от -6,0 до +6,0; от -1,0 до +1,0; от -0,2 до +0,2;	от -15,0 до +15,0; от -3,0 до +3,0; от -0,5 до +0,5; от -0,1 до +0,1;
Разрядность АЦП измерения тока через ХИТ	24 бита	
Выбор поддиапазона измерения тока через ХИТ	Автоматически, в соответствии с заданными параметрами программы тестирования ХИТ, или вручную	
Диапазон воспроизведения мощности заряда ХИТ, Вт	от 0,01 до 500,00	
Диапазон воспроизведения мощности разряда ХИТ, Вт	от минус 500,00 до минус 0,01	
Максимальная мощность заряда ХИТ, Вт	500	
Максимальная мощность разряда ХИТ, Вт	500	
Диапазон воспроизведения сопротивления разряда ХИТ, Ом	от 0,01 до 10000,00	от 0,02 до 20000,00
Рабочий диапазон напряжения на ХИТ для режима MPPT, В	от 4 до 40	от 8 до 80
Скорость изменения проводимости в режиме MPPT	от 0,0001 См/с до 1,0000 См/с	
Диапазон воспроизведения времени шага	от 0,1 с до 497 сут	
Диапазон измерения времени шага	от 0 до 497 сут	
Диапазон измерения температуры ХИТ, °С	от минус 40 до плюс 100	
Режим окончания шага заряда ХИТ по условию "-dU"	есть	
Абсолютное значение отрицательного приращения напряжения на ХИТ, приводящего к прекращению заряда ХИТ по условию "-dU", В	от 0,001 до 10,000	от 0,001 до 20,000
Максимальная частота регистрации параметров	100 точек ¹ / с	
Минимальная частота регистрации параметров	1 точка ¹ / ч	
Объем памяти результатов измерений для автономной работы прибора без подключения к компьютеру	524 288 точек ¹	

Примечания:

1. подробнее см. перечень принятых сокращений и обозначений, а также раздел 12;
2. прибор позволяет работать и при меньших напряжениях на ХИТ, однако в этом случае стабилизация заданных параметров может быть неточной
3. максимальный разрядный ток при малых напряжениях на ХИТ ограничен минимальным входным сопротивлением прибора. Максимальный разрядный ток обеспечивается при напряжении на ХИТ от 2 В и более;
4. в надлежащих условиях эксплуатации (см. раздел 4).

Таблица 3 - Технические характеристики Анализаторов серии АСК500. Продолжение

Характеристика	Значение
Максимальное число последовательно выполняемых циклов заряда-разряда ХИТ за один запуск программы тестирования ХИТ	9 999 998
Интерфейс для соединения с компьютером	Ethernet, 10 Мбит/с
Минимальные требования к компьютеру и монитору	P600, 128RAM, Win 7, 8, 8.1, 10, 11, USB
	Монитор с разрешением не менее 1280 x 1024 пикселей
Напряжение питания	220 В ± 10 %, 50/60 Гц
Потребляемая от сети мощность, Вт (В·А), не более	600 (650)
Габаритные размеры, мм	
- высота	100
- ширина	90
- длина (глубина)	355
Масса без упаковки, кг	2,2

Таблица 4 - Метрологические характеристики Анализаторов АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1

Характеристика	Значение	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока на клеммах ХИТ (для АСК500.30.40.1) ¹ , В	± 0,1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока на клеммах ХИТ (для АСК500.15.80.1) ¹ , В	± 0,2	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока на клеммах ХИТ (для АСК500.30.40.1) ¹ , В	± 0,1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока на клеммах ХИТ (для АСК500.15.80.1) ¹ , В	± 0,2	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока через ХИТ (для АСК500.30.40.1) ¹ , А	- в диапазоне от минус 0,2 до плюс 0,2	± 0,001
	- в диапазоне от минус 1,0 до плюс 1,0	± 0,005
	- в диапазоне от минус 6,0 до плюс 6,0	± 0,03
	- в диапазоне от минус 30,0 до плюс 30,0	± 0,15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока через ХИТ (для АСК500.15.80.1) ¹ , А	- в диапазоне от минус 0,1 до плюс 0,1	± 0,0005
	- в диапазоне от минус 0,5 до плюс 0,5	± 0,0025
	- в диапазоне от минус 3,0 до плюс 3,0	± 0,015
	- в диапазоне от минус 15,0 до плюс 15,0	± 0,075
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока через ХИТ (для АСК500.30.40.1) ¹ , А	- в диапазоне от минус 0,2 до плюс 0,2	± 0,001
	- в диапазоне от минус 1,0 до плюс 1,0	± 0,005
	- в диапазоне от минус 6,0 до плюс 6,0	± 0,03
	- в диапазоне от минус 30,0 до плюс 30,0	± 0,15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока через ХИТ (для АСК500.15.80.1) ¹ , А	- в диапазоне от минус 0,1 до плюс 0,1	± 0,0005
	- в диапазоне от минус 0,5 до плюс 0,5	± 0,0025
	- в диапазоне от минус 3,0 до плюс 3,0	± 0,015
	- в диапазоне от минус 15,0 до плюс 15,0	± 0,075
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения времени ² , с	± 0,001 · t _{зад} ± 0,2	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения времени ³ , с	± 0,001 · t _{изм} ± 0,2	

Примечания:

1. в надлежащих условиях эксплуатации (см. раздел 4);
2. t_{зад} – заданная длительность шага программы тестирования, с;
3. t_{изм} – измеренная длительность интервала времени, с.

8 ПОДГОТОВКА К ПЕРВОМУ ВКЛЮЧЕНИЮ

Перед первым включением Анализатора необходимо убедиться в том, что:

- Прибор после транспортировки не имеет внешних механических повреждений, внутри прибора нет незакрепленных частей;
- Используемые провода имеют изоляцию без повреждений;
- Розетка для подключения прибора соответствует "евро" стандарту и имеет рабочий (не фиктивный) проводник заземления, соединенный с контуром заземления здания или с контуром заземления сети электроснабжения;
- Напряжение в розетке для подключения прибора находится в диапазоне от 198 до 242 В ($220 \text{ В} \pm 10 \%$), и имеет частоту от 47 до 63 Гц;
- Компьютер Пользователя, к которому будет подключаться прибор, имеет свободный порт Ethernet, либо этот компьютер входит в состав локальной компьютерной сети, в которой есть коммутатор со свободным портом, к которому будет подключаться Анализатор;
- Монитор компьютера имеет разрешение не менее 1280 пикселей по горизонтали и не менее 1024 пикселей по вертикали.

Порядок подготовки прибора к работе:

1. Установите прибор на открытую, ровную устойчивую поверхность;
2. Убедитесь в том, что вокруг прибора нет посторонних предметов, которые способны препятствовать нормальному охлаждению Анализатора, а также предметов, которые могут вызвать замыкание тестируемого ХИТ. Убедитесь в том, что позади прибора и на расстоянии не менее 1 м от задней панели прибора не находятся легковоспламеняющиеся материалы и жидкости (см. раздел 3);
3. Подключите шнур питания 220 В к сети питания 220 В с заземлением;
4. Убедитесь в том, что прибор включился, светится индикатор "ПИТАНИЕ / ГОТОВО" (позиция 4, рисунок 1), а индикатор "РАБОТА / АВАРИЯ" (позиция 5, рисунок 1) через две секунды после включения погас и не мигает;
5. Если прибор подключается к компьютеру Пользователя напрямую, подключите интерфейсный кабель Ethernet из комплекта поставки (см. пункт 5 таблицы 1) между разъемом на задней панели прибора (позиция 10, рисунок 1) и соответствующим разъемом компьютера Пользователя;
6. Если подключение прибора осуществляется в компьютерную сеть через коммутатор, подключите интерфейсный кабель Ethernet из комплекта поставки (см. пункт 5 таблицы 1) между разъемом на задней панели прибора (позиция 10, рисунок 1) и свободным портом коммутатора, входящим в локальную компьютерную сеть, к которой подключен компьютер Пользователя;
7. Установите и настройте программное обеспечение Ym128 (Компьютерный Интерфейс) на компьютере Пользователя (см. раздел 9), запустите Компьютерный Интерфейс;
8. На странице "Настройки" Компьютерного Интерфейса в области "Тип Прибора(ов)" выберете тип используемого Анализатора – АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1;
9. В области "Подключение к Приборам" для первого канала приложения введите IP-адрес указанный на передней панели прибора (позиция 7, рисунок 1), затем установите галку "Авто";

10. Убедитесь в установлении связи между Компьютерным Интерфейсом и прибором, о чем будет свидетельствовать непрерывно меняющееся значение "Часы Приб." (Ход часов прибора) в области "Подключение к Приборам" (см. подраздел 20.7);
11. При необходимости повторите шаги 1-10 для второго и последующих Анализаторов, которые должны работать под управлением одного Компьютерного Интерфейса (до 12 приборов включительно). Их подключение произведите соответственно к программным каналам 2 – 12 Компьютерного Интерфейса Ym128.

Порядок подготовки, выполнения и завершения тестирования ХИТ

1. Убедитесь в том, что прибор находится в режиме "**ПРОСТОЙ**" (готов к работе) (см. подраздел 20.1);
2. Подключите к прибору тестируемый ХИТ (см. раздел 10);
3. Задайте программу тестирования ХИТ (см. подразделы 20.2, 20.3);
4. Запустите процесс тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2);
5. Дождитесь получения результатов измерений (см. подразделы 20.4, 20.5, 20.6);
6. После окончания тестирования ХИТ и перехода прибора в режим "**ТЕСТ ЗАВЕРШЕН**" (ТЕСТ ЗАВЕРШЕН), нажмите кнопку "Стоп" для соответствующего прибора для возврата прибора к режиму "**ПРОСТОЙ**" (см. подраздел 20.1);
7. В случае необходимости, можно прервать процесс тестирования ХИТ вручную, нажав кнопку "Стоп" для соответствующего прибора (см. подраздел 20.1).

9 УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для управления прибором, составления и запуска программы тестирования ХИТ (см. раздел 12), для наблюдения за ходом выполнения тестирования, а также для получения, обработки и отображения результатов измерений, используется прикладное программное обеспечение, устанавливаемое на компьютере Пользователя – Компьютерный Интерфейс Ym128.

Компьютерный Интерфейс Ym128 поставляется в комплекте с Анализатором, либо может быть взят с сайта <https://battery-analyzers.ru/> в сети Интернет.

Компьютерный Интерфейс не требует специальной установки, но должен быть скопирован на компьютер Пользователя в любое место на жестком диске.

Папка с Компьютерным Интерфейсом содержит три файла:

- *Ym128.exe* – файл исполняемой программы (сам Компьютерный Интерфейс);
- *Settings.bi1* – файл настроек, хранящий выбранные режимы работы, значения, введенные в поля ввода Компьютерного Интерфейса и другое. Этот файл должен быть доступен для перезаписи в ходе работы Компьютерного Интерфейса;
- *Settings.bi2* – резервная копия файл настроек, необходимая на случай повреждения файла настроек Settings.bi1.

ВНИМАНИЕ! На одном компьютере Пользователя могут быть одновременно запущены несколько Компьютерных Интерфейсов Ym128. Это позволяет управлять большим количеством приборов от одного компьютера. Однако, во избежание сбоев в работе, каждый экземпляр Компьютерного Интерфейса Ym128, включая соответствующие ему файлы настроек *Settings.bi1* и *Settings.bi2*, должен находиться в отдельной папке на жестком диске компьютера!

В целях совместимости с международными стандартами, Компьютерный Интерфейс Ym128 при своей работе в качестве разделителя целой и дробной части значений параметров использует символ десятичной точки ".", а не запятой ",". Символ десятичной точки используется как при задании программы тестирования и при вводе различных настроек Компьютерного Интерфейса (см. раздел 20), так и в файлах результатов измерений (см. раздел 16), а также в файлах настроек Settings.bi1 и Settings.bi2.

ВНИМАНИЕ! Во избежание сбоев в работе Компьютерного Интерфейса Ym128, необходимо настроить в операционной системе Windows в разделе региональных стандартов разделитель целой и дробной части чисел – точку "." (а не запятую ",")!

Сделать это можно пройдя по следующему пути: нажать кнопку "Пуск", в списке установленных приложений пролистать вниз и выбрать "Служебные – Windows", выбрать пункт "Панель управления". В открывшемся окне выбрать ссылку "Изменение форматов даты, времени и чисел". В открывшемся окне "Регион" нажать кнопку "Дополнительные параметры...". Во открывшемся окне "Настройки формата" из выпадающего списка "Разделитель целой и дробной части:" выбрать точку ("."). Далее нажать кнопку "Применить", затем кнопку "ОК".

При первом запуске Компьютерного Интерфейса на странице "Настройки" (см. подраздел 20.7) в области "Тип прибора(ов)" необходимо выбрать тип используемого Анализатора – АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1, затем в области "Подключение прибора(ов)" для нужного канала приложения необходимо ввести IP-адрес, указанный на передней панели прибора (позиция 7, рисунок 1) и установить соответствующую галку "Авто".

Более подробную информацию о настройке подключения прибора к компьютеру Вы можете найти в сети Интернет на сайте <https://battery-analyzers.ru/>.

10 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТЕСТИРУЕМОГО ХИТ И УПРАВЛЕНИЕ ПРИБОРОМ

Тестируемые ХИТ подключаются к Анализаторам серии АСК500 по четырехпроводной схеме подключения, с использованием двух силовых проводов, и двух измерительных проводов (см. рисунок 3). Ток заряда и разряда подается на ХИТ через силовые провода, а напряжение на ХИТ измеряется с помощью измерительных проводов. Это позволяет исключить из расчетов падение напряжения на соединительных проводах и контактах, и выполнять замеры параметров непосредственно самого исследуемого ХИТ.

Силовые провода должны быть подключены к силовым клеммам прибора (позиция 3 и позиция 6, рисунок 1), соответствующей полярностью. Измерительные провода подключаются к измерительным клеммам прибора (позиция 2 и позиция 11, рисунок 1), также соответствующей полярностью. Силовой и измерительный провод положительной полярности (+) должны быть подсоединены к положительной (+) клемме тестируемого ХИТ. При этом и силовой, и измерительный провода (оба провода) должны быть подключены непосредственно к положительной клемме ХИТ, независимо друг от друга (см. рисунок 4). Силовой и измерительный провода отрицательной полярности (-) должны быть подсоединены к отрицательной (-) клемме тестируемого ХИТ. При этом и силовой, и измерительный провода (оба провода) должны быть подключены непосредственно к отрицательной клемме ХИТ, независимо друг от друга.

Для контроля температуры исследуемого ХИТ прибор имеет в комплекте датчик температуры ХИТ (см. пункт 3 таблицы 1). Датчик температуры должен быть подключен

в соответствующий разъем на передней панели Анализатора (позиция 12, рисунок 1). Для наиболее точного контроля температуры ХИТ, с одной стороны следует обеспечить хороший тепловой контакт между датчиком и исследуемым ХИТ, а с другой стороны хорошую тепловую изоляцию датчика от окружающей среды. Рекомендуется прижать датчик температуры непосредственно к поверхности тестируемого ХИТ, при этом сверху датчика проложить кусок ваты, поролона, вспененного полиэтилена, или подобного теплоизоляционного материала достаточного размера и достаточной толщины. Это особенно актуально при размещении тестируемого ХИТ в камере тепла-холода, в которой используется мощная принудительная конвекция воздуха. Без тепловой изоляции датчика от окружающего воздуха, результаты измерения температуры могут (и будут) не соответствовать действительной температуре исследуемого ХИТ (см. рисунок 5).

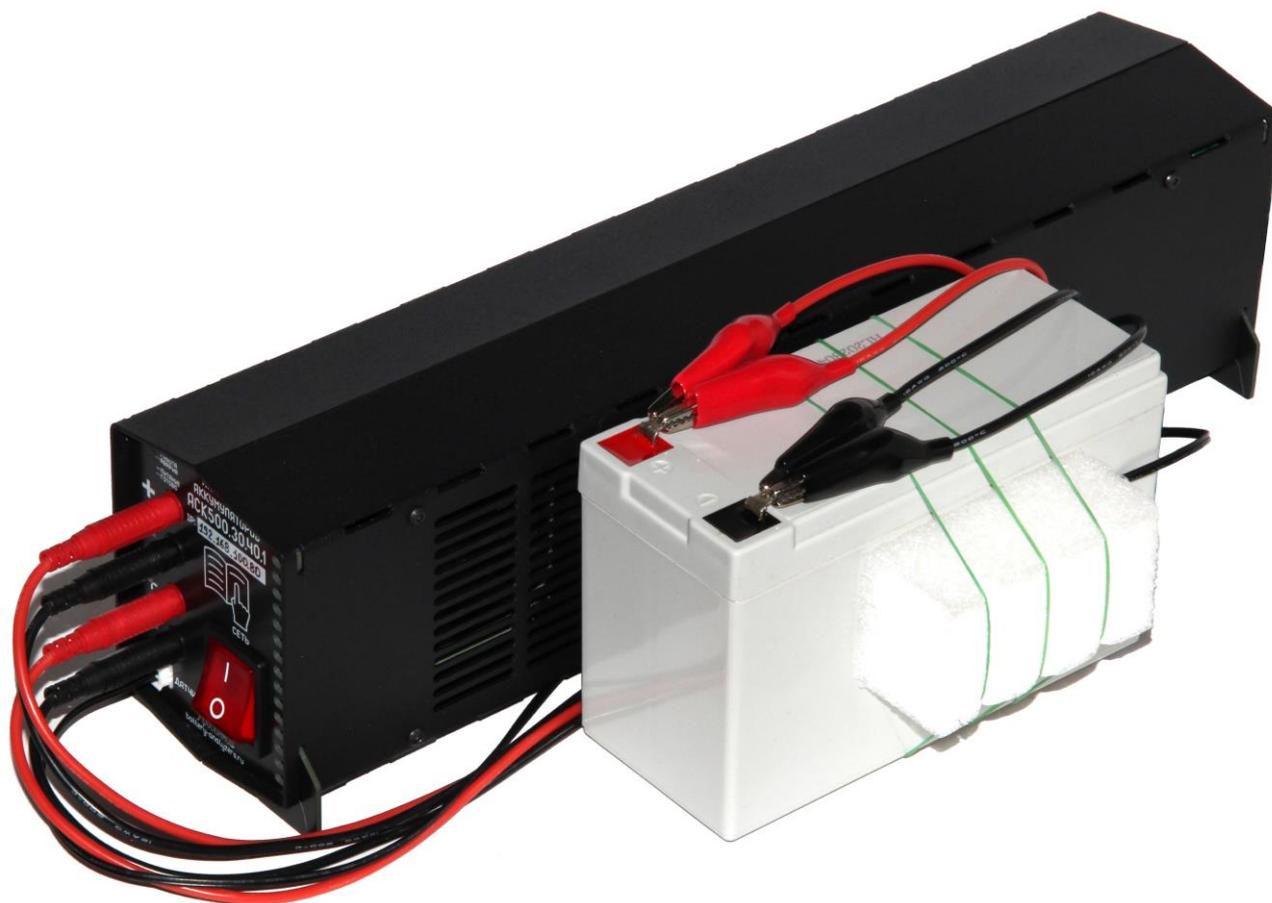


Рисунок 3 - Подключение тестируемого ХИТ к прибору

Если датчик температуры не подключен к Анализатору, результат измерения температуры ХИТ будет всегда равен 0°C , а защитные функции прибора по выходу температуры ХИТ за заданные пределы (см. подраздел 20.2 и раздел 23) работать не будут.

Перед запуском теста ХИТ необходимо убедиться в надежности всех электрических соединений. Плохой контакт может стать причиной чрезмерного нагрева, взрыва ХИТ, пожара или выхода прибора из строя (см. раздел 3).

При замене штатных проводов, поставляемых вместе с прибором, необходимо убедиться в том, что жила новых силовых проводов выполнена из меди и имеет сечение не менее $2,5\text{ мм}^2$ для Анализатора АСК500.30.40.1 и сечение не менее $1,5\text{ мм}^2$ для Анализатора АСК500.15.80.1. Провода меньшего сечения могут сильно нагреваться и стать причиной пожара (см. раздел 3).

Кроме того, при замене или удлинении штатных проводов (например, для размещения тестируемого ХИТ во взрывозащищенном боксе, либо в камере тепла-холода), следует уделить внимание суммарному сопротивлению силовых проводов. Общее падение напряжения

на обоих силовых проводах при заданном токе тестирования не должно превышать 1 В. В противном случае сработает защита по нарушению целостности цепей подключения ХИТ, и тестирование будет аварийно прервано (см. раздел 23).

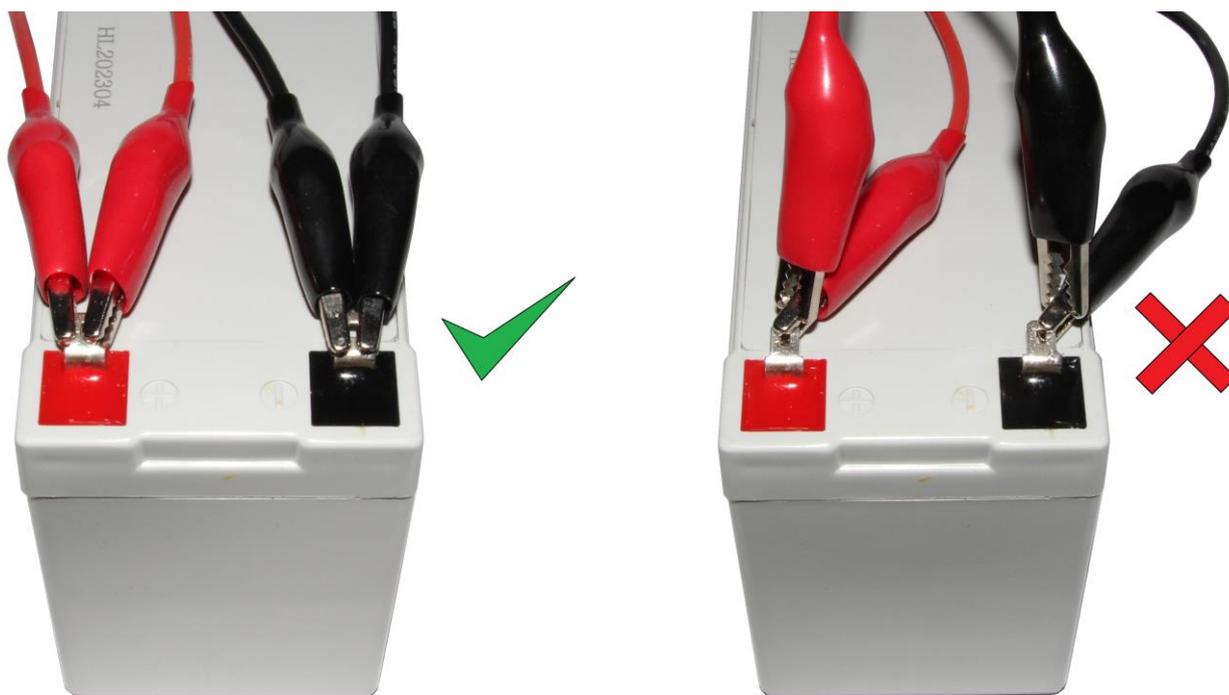


Рисунок 4 - Правильное (слева) и неправильное (справа) подключение проводов к ХИТ. Силовые и измерительные провода должны быть подключены каждый непосредственно к клемме ХИТ, а не друг за друга.

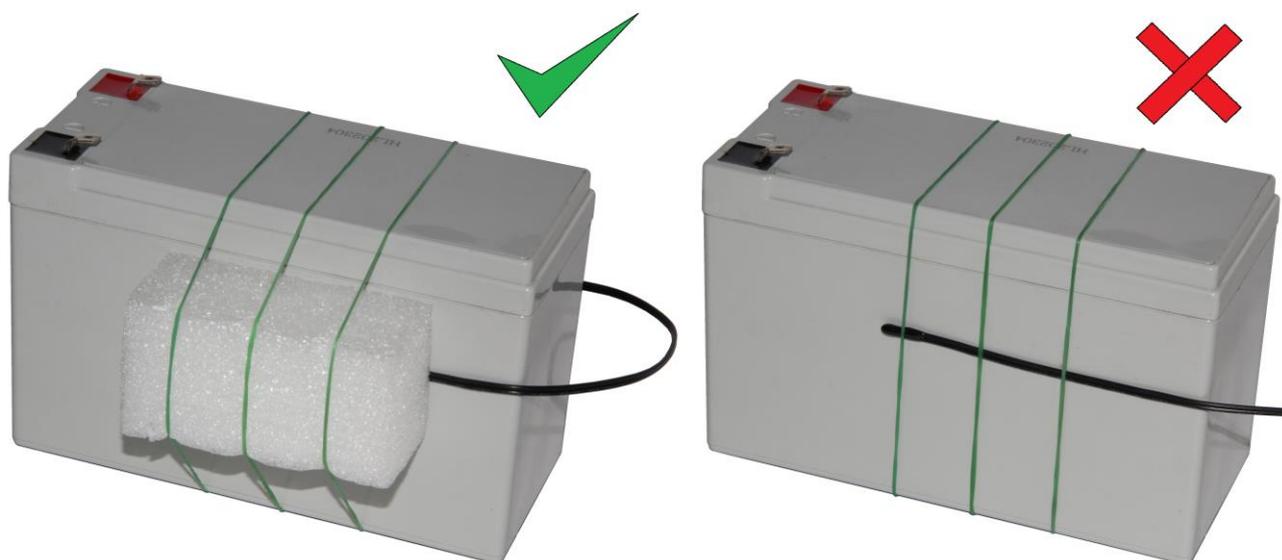


Рисунок 5 - Правильная (слева) и неправильная (справа) установка датчика температуры ХИТ. Датчик температуры должен быть не только прижат к поверхности ХИТ, но еще и теплоизолирован от окружающей среды.

11 ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА АНАЛИЗАТОРОВ

В случае если для тестирования ХИТ необходимы значения тока и мощности, превышающие рабочий диапазон одного Анализатора, приборы можно объединять в группы для параллельной работы. При параллельной работе рабочий диапазон тока и мощности увеличивается пропорционально количеству приборов в группе (см. подразделы 12.3 – 12.22), а рабочий диапазон сопротивления разряда, напротив уменьшается (см. подразделы 12.8, 12.14, 12.18, 12.19.5).

Так, при объединении в параллельную группу двенадцати Анализаторов АСК500.30.40.1, рабочий диапазон тока для такой группы составит от минус 360 до плюс 360 А, а рабочий диапазон мощности – от минус 6 до плюс 6 кВт.

ВНИМАНИЕ! Параллельная работа приборов возможна только под управлением компьютера! Любые задержки и пропуски в ходе обмена данными между Анализаторами и компьютером будут оказывать непосредственное влияние на качество выполнения заданной программы тестирования ХИТ. Прерывание связи между прибором и компьютером на время более 1 с приведет к аварийному останову тестирования ХИТ!

Для параллельной работы Анализаторов рекомендуется использовать ограниченную локальную компьютерную сеть без выхода в Интернет, включающую в себя только Анализаторы и компьютер (см. раздел 8), закрыть на компьютере все программы, кроме Компьютерного Интерфейса Ym128 (см. раздел 20), отключить на компьютере Wi-Fi (если есть), временно запретить обновления Windows.

Подключать к одному Компьютерному Интерфейсу Ym128 и объединять в группы для параллельной работы можно только однотипные приборы, например, только Анализаторы АСК500.30.40.1 или только Анализаторы АСК500.15.80.1.

Объединять для параллельной работы можно только те Анализаторы, которые подключены к одному и тому же Компьютерному Интерфейсу Ym128 (см. разделы 9, 20). Максимальное количество приборов, которые можно объединить для параллельной работы – 12 штук.

Соединять для параллельной работы можно приборы, подключенные только к соседним программным каналам Компьютерного Интерфейса Ym128. Компьютерный Интерфейс Ym128 может одновременно управлять работой как одиночных Анализаторов, так и одной, либо несколькими группами приборов, объединенных для параллельной работы. Возможные варианты схем соединения Анализаторов для параллельной работы зависят от общего количества приборов, подключенных к одному Компьютерному Интерфейсу, и могут быть весьма разнообразны.

Например, при использовании двенадцати Анализаторов АСК500.30.40.1, работающих независимо друг от друга, можно одновременно тестировать двенадцать отдельных ХИТ. При этом максимальный ток заряда и разряда составит 30 А, а максимальная мощность заряда и разряда составит 500 Вт (см. таблицу 3). При объединении каждых двух Анализаторов АСК500.30.40.1 для параллельной работы, количество одновременно тестируемых ХИТ снижается до шести ($2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2$), однако максимальный ток заряда и разряда каждого тестируемого ХИТ возрастает до 60 А, а максимальная мощность заряда и разряда возрастает до 1 кВт. При объединении Анализаторов АСК500.30.40.1 в группы по четыре, количество одновременно тестируемых ХИТ снижается до трех ($4 + 4 + 4$), но максимальный ток заряда и разряда каждого ХИТ возрастает до 120 А, а максимальная мощность заряда и разряда – до 2 кВт. Объединение всех двенадцати Анализаторов АСК500.30.40.1 позволяет одновременно тестировать только один ХИТ, однако максимальный ток заряда и разряда в этом случае возрастает до 360 А, а максимальная мощность заряда и разряда возрастает до 6 кВт. Возможны и другие варианты объединения Анализаторов, подключенных к одному Компьютерному Интерфейсу, например, $2 + 4 + 3 + 2 + 1$.

Для подготовки параллельной работы Анализаторов необходимо:

- Подсоединить Анализаторы к тестируемому ХИТ в нужном количестве;
- Настроить параллельную работу приборов в Компьютерном Интерфейсе Ym128.

При настройке параллельной работы группы Анализаторов в Компьютерном Интерфейсе Ум128 один из приборов в группе выбирается как ведущий, остальные – как ведомые. Ведущим всегда будет прибор, подключенный к первому (левому) программному каналу Компьютерного Интерфейса Ум128 в параллельной группе. Для всех ведомых приборов необходимо на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса в области "Режим работы прибора" включить режим "|| с предыдущим" (Параллельно с предыдущим прибором) (см. подраздел 20.2).

Напряжение на ХИТ измеряет и контролирует только ведущий (первый) прибор в группе, поэтому измерительные провода именно от ведущего (первого) Анализатора должны быть подключены максимально близко к клеммам тестируемого ХИТ. Измерительные провода от остальных приборов в группе тоже должны быть подключены к цепям ХИТ, но место их подключения не так важно.

Также именно ведущий (первый) Анализатор в группе измеряет температуру ХИТ. Датчики температуры ХИТ к ведомым приборам подключать не обязательно.

Для объединения нескольких Анализаторов в параллельную группу возможно понадобится использовать алюминиевые либо медные шины, закрепляемые на клеммах тестируемого ХИТ (шины в комплект поставки прибора не входят).

Пример объединения трех Анализаторов АСК500.30.40.1 для параллельной работы с целью увеличения тока заряда и разряда до 90 А и мощности заряда и разряда до 1,5 кВт показан на рисунке 6.

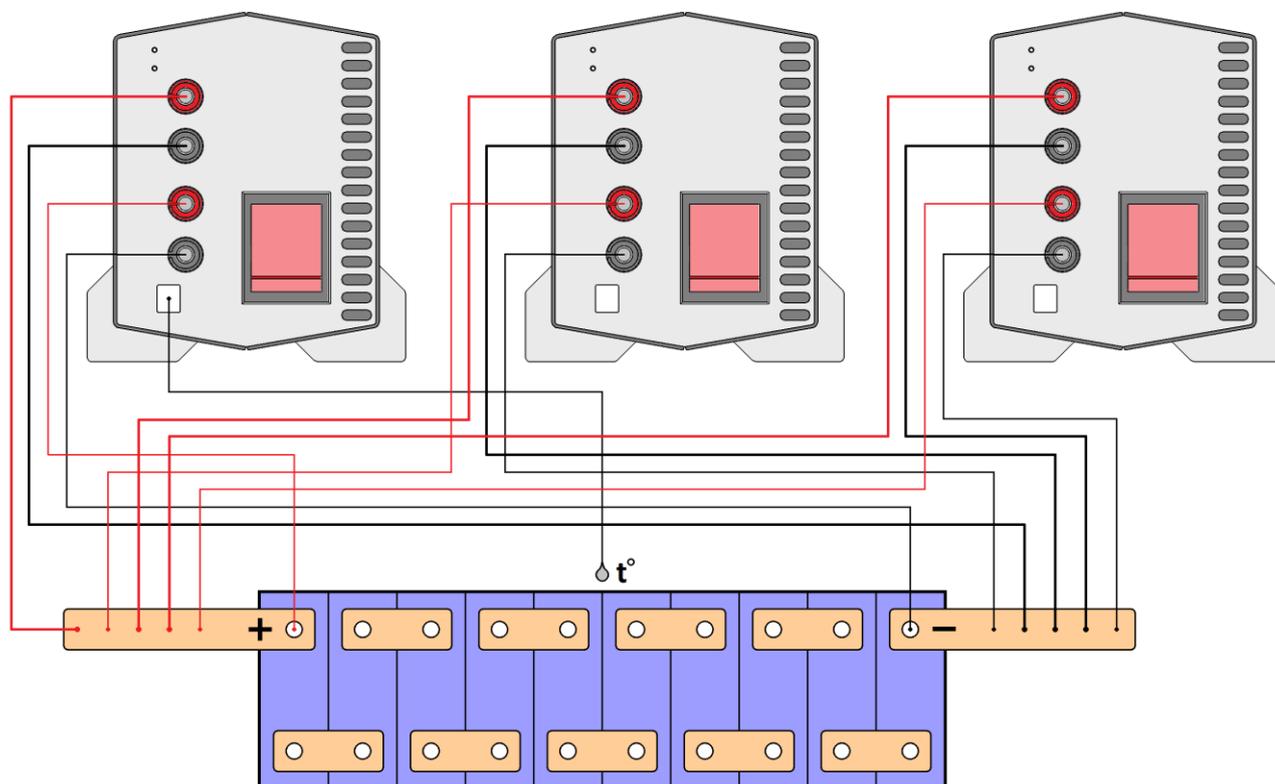


Рисунок 6 - Параллельная работа трех Анализаторов АСК500.30.40.1 для увеличения тока заряда-разряда через тестируемый ХИТ до 90 А и мощности заряда-разряда до 1,5 кВт

При объединении Анализаторов в параллельную группу, программа тестирования ХИТ настраивается только для ведущего (первого) прибора в группе, при этом возможности по току, мощности и сопротивлению разряда для этого первого настраиваемого прибора расширяются пропорционально числу приборов в группе (см. подраздел 20.2).

При параллельной работе Анализаторов для всех приборов в группе всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока, а измерение ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2) и в режимах импульсов (см. подраздел 14.3) становится недоступно.

12 ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ ХИТ

12.1 Общие указания

Программа тестирования ХИТ в общем случае состоит из последовательности одинаковых циклов, выполняемых заданное число раз.

В свою очередь, каждый цикл состоит из набора отдельных режимов – шагов программы, выполняемых последовательно друг за другом. В общем случае в цикле присутствует как минимум один шаг заряда тестируемого ХИТ (например, СНСС*) и как минимум один шаг разряда (например, ДСНСС). Максимальное число шагов в цикле – 42.

Перед выполнением циклической части программы могут быть однократно выполнены один, два или три шага подготовки к тестированию. Данные шаги выполняются вначале тестирования ХИТ и могут быть использованы, например, для предварительного заряда тестируемого аккумулятора перед основной циклической частью программы испытаний, чтобы уже с первого цикла стало возможным определить его полную ёмкость.

После выполнения заданного числа циклов непосредственно перед окончанием теста могут быть однократно выполнены один, два или три шага завершения программы испытаний ХИТ. Данные шаги могут быть использованы, например, для заключительного заряда тестируемого аккумулятора, чтобы сразу после тестирования данный аккумулятор был полностью заряжен и готов к работе по назначению.

Общее количество настраиваемых шагов в программе тестирования ХИТ составляет $3 + 42 + 3 = 48$.

Для каждого шага программы тестирования ХИТ (за некоторым исключением, см. подразделы 12.15, 12.16, 12.17 и 12.18) можно выбрать следующие режимы работы прибора:

- Заряд ХИТ заданным постоянным током (СНСС);
- Заряд ХИТ заданной постоянной мощностью (СНСП);
- Заряд ХИТ при заданном постоянном напряжении (СНСВ);
- Разряд ХИТ заданным постоянным током (ДСНСС);
- Разряд ХИТ заданной постоянной мощностью (ДСНСП);
- Разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление (ДСНСР);
- Разряд ХИТ при заданном постоянном напряжении (ДСНСВ);
- Релаксацию;
- Развёртку напряжения (U) на ХИТ во времени;
- Развёртку тока (I) через ХИТ во времени;
- Развёртку мощности (P) на ХИТ во времени;
- Развёртку сопротивления разряда ХИТ (R) во времени;
- Режим импульсов напряжения (U);
- Режим импульсов тока (I);
- Режим импульсов мощности (P);
- Режим импульсов сопротивления разряда ХИТ (R);
- Работу по таблице напряжения (U);
- Работу по таблице тока (I);
- Работу по таблице мощности (P);
- Работу по таблице сопротивления (R);
- Запись напряжения на клеммах прибора (самописец U);
- Паузу;
- Режим поиска точки максимальной мощности (MPPT).

Блок-схема программы тестирования ХИТ представлена на рисунке 7.

Более подробное описание каждого возможного режима, описание допустимых значений заданных параметров и сопутствующих критериев окончания шага, а также необходимые рекомендации к выбору режимов, их последовательности и значений рабочих параметров, приведены в следующих подразделах, а также в подразделе 20.2.

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

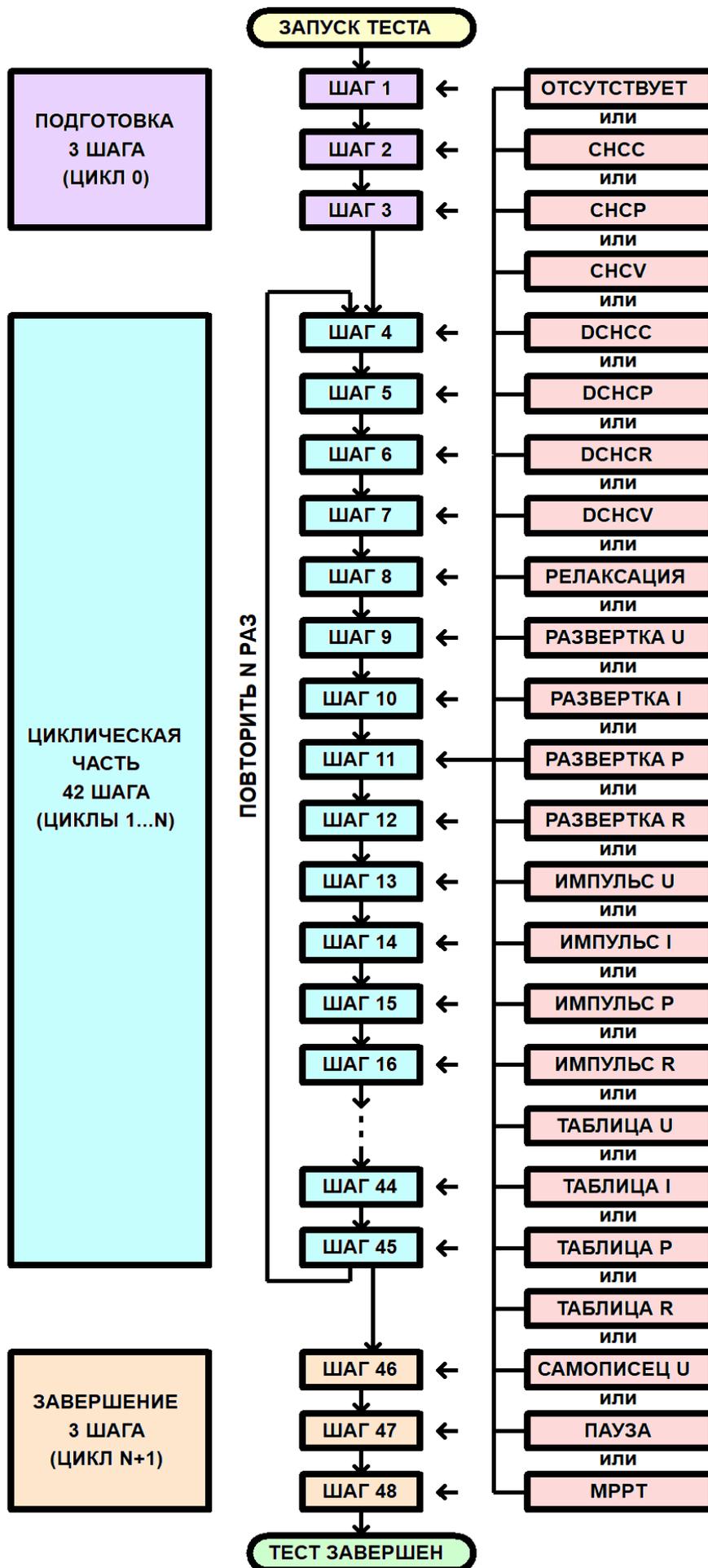


Рисунок 7 - Программа тестирования ХИТ

12.2 Знаки параметров тестирования ХИТ

Настоящий подраздел описывает используемые в работе Анализатора правила определения знаков параметров тестирования ХИТ. Используемые правила введены для упрощения понимания происходящих процессов и снижения вероятности ошибок при задании программы тестирования и при анализе результатов измерений.

Напряжение на тестируемом ХИТ, В, считается положительным, если потенциал клеммы "+" тестируемого ХИТ превышает потенциал клеммы "-".

Напряжение на тестируемом ХИТ считается отрицательным, если потенциал клеммы "+" тестируемого ХИТ меньше потенциала клеммы "-".

Анализаторы серии АСК500 предназначены для работы в области только положительных напряжений на ХИТ.

Ток через тестируемый ХИТ, А, считается положительным, если он вытекает из клеммы "+" Анализатора, проходит через тестируемый ХИТ и возвращается обратно в прибор через клемму "-", в общем случае приводя к возрастанию напряжения на ХИТ или к заряду ХИТ. При положительном токе Анализатор является источником тока, а тестируемый ХИТ – приемником или потребителем.

Ток через тестируемый ХИТ считается отрицательным, если он вытекает из тестируемого ХИТ, втекает в клемму "+" Анализатора, проходит через прибор и возвращается обратно в тестируемый ХИТ через клемму "-" Анализатора, в общем случае приводя к понижению напряжения на ХИТ, или к разряду ХИТ. При отрицательном токе тестируемый ХИТ является источником тока, а Анализатор приемником или потребителем.

Мощность на тестируемом ХИТ, Вт, считается положительной, если через тестируемый ХИТ проходит положительный ток. Положительная мощность в общем случае приводит к возрастанию напряжения на ХИТ, или к заряду ХИТ.

Мощность на тестируемом ХИТ считается отрицательной, если через тестируемый ХИТ проходит отрицательный ток. Отрицательная мощность в общем случае приводит к снижению напряжения на ХИТ, или к разряду ХИТ.

Сопротивление разряда ХИТ, Ом, всегда считается положительным, несмотря на то, что разряд ХИТ осуществляется отрицательным током. Это является удобным при задании программы тестирования и при анализе полученных результатов измерений.

Заряд, А·ч, считается положительным, если передается от Анализатора к тестируемому ХИТ. В этом случае, прибор является источником заряда, а тестируемый ХИТ – приемником или потребителем.

Заряд считается отрицательным, если передается от тестируемого ХИТ к Анализатору. В этом случае, тестируемый ХИТ является источником заряда, а прибор – приемником или потребителем.

Энергия, Вт·ч, считается положительной, если передается от Анализатора к тестируемому ХИТ. В этом случае прибор является источником энергии, а тестируемый ХИТ – приемником или потребителем.

Энергия считается отрицательной, если передается от тестируемого ХИТ к Анализатору. В этом случае, тестируемый ХИТ является источником энергии, а Анализатор – приемником или потребителем.

12.3 Заряд постоянным током (CHCC)

На шаге заряда постоянным током Анализатор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ стабилизированного положительного тока (тока заряда) заданного значения I_{SET} (см. рисунок 8).

Величина тока поддерживается Анализатором на заданном Пользователем уровне и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и мощности Анализатора, см. таблицу 3).

Включение шага заряда постоянным током в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Заряд СС" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Ток заряда для шага CHCC может быть задан Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3), при этом выбор аппаратного поддиапазона тока осуществляется прибором автоматически, в соответствии с заданным значением тока.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) рабочий диапазон тока заряда увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов (например, при параллельной работе двенадцати Анализаторов АСК500.30.40.1 ток заряда ХИТ может составлять 360 А). При этом заданный ток делится поровну между всеми приборами в параллельной группе. При параллельной работе приборов всегда автоматически выбирается старший поддиапазон тока.

Шаг заряда постоянным током имеет три настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 8):

- Достижение напряжением на ХИТ заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} ;
- Регистрация падения напряжения на ХИТ на заданную величину (критерий "-dU").

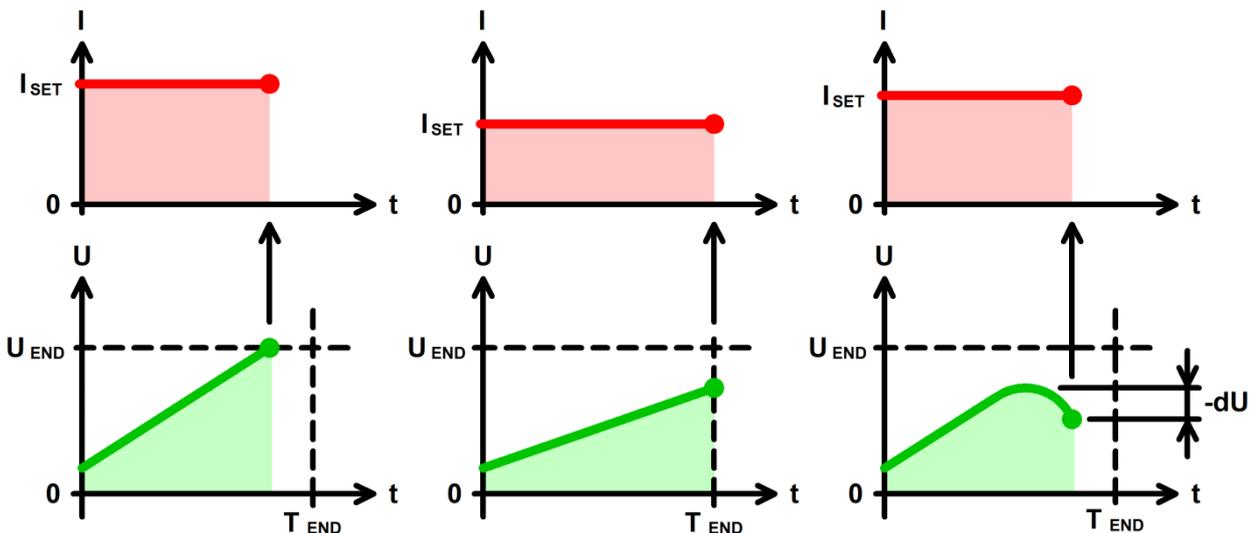


Рисунок 8 - Заряд ХИТ постоянным током (CHCC)

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем при формировании программы тестирования из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Критерий окончания заряда "-dU" характерен для Ni-Cd и Ni-MH аккумуляторов. Для аккумуляторов данных типов, равно как и для аккумуляторов других типов, характерно увеличение напряжения в процессе заряда. Однако, после того, как Ni-Cd или Ni-MH аккумулятор оказывается полностью заряжен, входящая энергия заряда более не может быть накоплена аккумулятором, и начинает выделяться в структуре аккумулятора в виде тепла. Температура аккумулятора начинает повышаться, при этом напряжение на аккумуляторе несколько снижается (вместо ожидаемого возрастания происходит снижение напряжения на аккумуляторе, или "отрицательное приращение", "-dU").

Таким образом, начало снижения напряжения на Ni-Cd или Ni-MH аккумуляторе в процессе его заряда свидетельствует о достижении полного заряда данного аккумулятора, и о необходимости прекращения шага заряда.

Критерий "-dU" может быть включен или отключен при задании программы тестирования. Величина отрицательного приращения напряжения, при которой прибор прекращает шаг заряда, настраивается одновременно для всех шагов заряда и должна быть выбрана из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

Окончание шага СНСС происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

Во время шага СНСС Анализатор может измерять ESR тестируемого ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг заряда постоянным током имеет маркер шага "ССС".

12.4 Заряд постоянной мощностью (СНСР)

На шаге заряда постоянной мощностью Анализатор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ положительного тока (тока заряда) такого значения, чтобы значение электрической мощности на ХИТ соответствовало заданному значению мощности P_{SET} (см. рисунок 9).

Величина мощности заряда поддерживается Анализатором на заданном Пользователем уровне и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и выбранного аппаратного поддиапазона тока, см. таблицу 3).

Включение шага заряда постоянной мощностью в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Заряд СР" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Мощность заряда для шага СНСР может быть задана Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3).

Максимальный ток, который способен обеспечить Анализатор на шаге заряда постоянной мощностью, соответствует максимальному току прибора (см. таблицу 3).

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) рабочий диапазон мощности заряда увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов (например, при параллельной работе двенадцати Анализаторов максимальная мощность заряда ХИТ может составлять 6 кВт). При этом заданная мощность делится поровну между всеми приборами в параллельной группе.

Шаг заряда постоянной мощностью имеет три настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 9):

- Достижение напряжением на ХИТ заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} ;
- Регистрация падения напряжения на ХИТ на заданную величину (критерий "-dU").

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем при формировании программы тестирования из рабочего диапазона Анализатора

(см. таблицу 3). Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Выбор аппаратного поддиапазона тока осуществляется прибором автоматически, в соответствие с заданным значением мощности заряда, а также заданным ограничением минимального напряжения на ХИТ "U_{min}:" (см. рисунок 101). Например, для Анализатора АСК500.30.40.1 при заданной мощности заряда 3 Вт и заданном ограничении минимального напряжения на ХИТ 15 В, будет автоматически выбран поддиапазон тока 0,2 А, поскольку во время выполнения шага ток заряда ХИТ не превысит 3 Вт / 15 В = 0,2 А. Если ограничение минимального напряжения на ХИТ не используется (поле ввода ограничения минимального напряжения оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ, см. подраздел 20.2), для расчета максимального тока во время выполнения шага СНСР и выбора аппаратного поддиапазона тока будет использовано минимальное значение напряжения из рабочего диапазона Анализатора – 0,1 В, что практически всегда приведет к выбору самого старшего поддиапазона тока – 30 А.

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "U_{min}:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе приборов всегда автоматически выбирается старший поддиапазон тока.

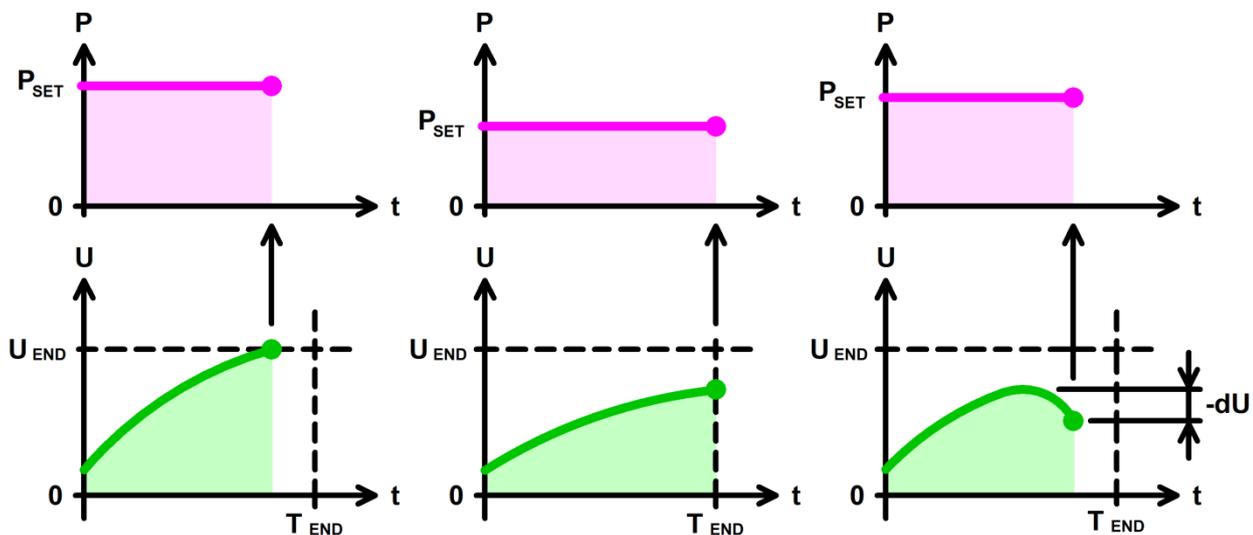


Рисунок 9 - Заряд ХИТ постоянной мощностью (CHCP)

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Критерий окончания заряда "-dU" аналогичен шагу заряда постоянным током (CHCC) (см. подраздел 12.3).

Окончание шага СНСР происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

Во время шага СНСР Анализатор может измерять ESR тестируемого ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг заряда постоянной мощностью имеет маркер шага "ССР".

12.5 Заряд при постоянном напряжении (CHCV)

На шаге заряда при постоянном напряжении Анализатор обеспечивает стабилизацию напряжения на клеммах тестируемого ХИТ на заданном уровне U_{SET} (см. рисунок 10).

Возможности Анализатора по поддержанию заданного напряжения на ХИТ ограничены максимальным током для выбранного аппаратного поддиапазона тока и максимальной мощностью прибора (см. таблицу 3).

Включение шага заряда при постоянном напряжении в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Заряд CV" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Напряжение заряда ХИТ может быть задано Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3), однако обычно это напряжение задается на уровне напряжения окончания предыдущего шага.

Шаг заряда при постоянном напряжении имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 10):

- Уменьшение тока заряда через ХИТ до заданного тока окончания шага I_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

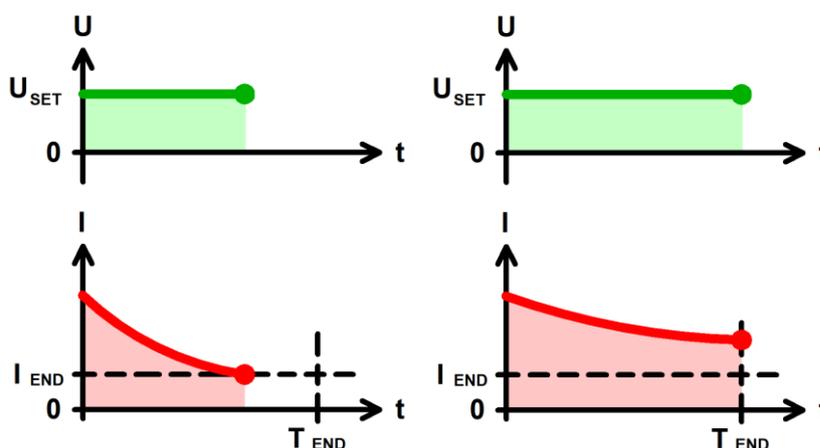


Рисунок 10 - Заряд ХИТ при постоянном напряжении (CHCV)

Заданный ток окончания шага I_{END} должен быть выбран Пользователем при формировании программы тестирования из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по уменьшению тока через ХИТ до заданного уровня тока можно отключить, оставив поле ввода тока окончания шага пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) диапазон задания тока окончания увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов. Ток между параллельно работающими приборами в режиме CHCV распределяется в случайном порядке в пределах возможностей Анализаторов по току и мощности.

Аппаратный поддиапазон тока для шага CHCV сохраняется такими же, какими он был выбран на предыдущем шаге программы тестирования ХИТ. Если шаг CHCV является первым из заданных в части подготовки программы тестирования, или первым из заданных в циклической части программы тестирования ХИТ, поддиапазон тока выбирается на основе большего по абсолютному значению из заданных ограничения максимального тока заряда ХИТ "I_{Сmax}:" и ограничения максимального тока разряда ХИТ "ID_{max}:" (см. рисунок 101). Если хотя бы одно из ограничений максимального тока заряда или максимального тока разряда ХИТ не используется (поле ввода ограничения максимального тока заряда или поле ввода максимального тока разряда оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ), автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "I_{Сmax}:" и "I_{Dmax}:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Окончание шага СНСV происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг заряда при постоянном напряжении имеет маркер шага "CCV".

12.6 Разряд постоянным током (DCHCC)

На шаге разряда постоянным током Анализатор обеспечивает отбор от тестируемого ХИТ стабилизированного тока разряда заданного значения I_{SET} (см. рисунок 11).

Величина тока поддерживается Анализатором на заданном Пользователем уровне и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и мощности прибора, см. таблицу 3).

Включение шага разряда постоянным током в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Разряд СС" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Ток разряда для шага DCHCC может быть задан Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3), при этом выбор аппаратного поддиапазона тока происходит автоматически, в соответствии с заданным значением тока.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) рабочий диапазон тока разряда увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов (например, при параллельной работе двенадцати Анализаторов АСК500.30.40.1 максимальный ток разряда ХИТ может составлять 360 А). При этом заданный ток делится поровну между всеми приборами в параллельной группе. При параллельной работе приборов всегда автоматически выбирается старший поддиапазон тока.

Шаг разряда постоянным током имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 11):

- Достижение напряжением на ХИТ заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания шага пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2). Это позволяет разряжать тестируемый ХИТ вплоть до 0 В (например, при тестировании суперконденсаторов).

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Окончание шага DCHCC происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

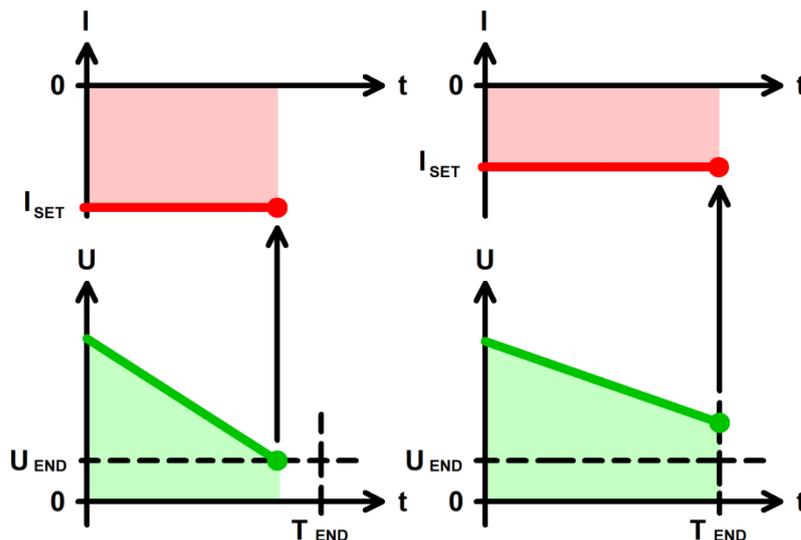


Рисунок 11 - Разряд ХИТ постоянным током (DCHCC)

Во время шага DCHCC Анализатор может измерять ESR тестируемого ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг разряда постоянным током имеет маркер шага "DCC".

12.7 Разряд постоянной мощностью (DCHCP)

На шаге разряда постоянной мощностью Анализатор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ отрицательного тока (тока разряда) такого значения, чтобы значение электрической мощности на ХИТ соответствовало заданному значению мощности P_{SET} (см. рисунок 12).

Величина мощности разряда поддерживается Анализатором на заданном Пользователем уровне и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и выбранного аппаратного поддиапазона тока, см. таблицу 3).

Включение шага разряда постоянной мощностью в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Разряд CP" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Мощность разряда для шага DCHCP может быть задана Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3).

Максимальный ток, который способен обеспечить Анализатор на шаге разряда постоянной мощностью, соответствует максимальному току прибора.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) рабочий диапазон мощности разряда увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов (например, при параллельной работе двенадцати Анализаторов максимальная мощность разряда ХИТ может составлять 6 кВт). При этом заданная мощность делится поровну между всеми приборами в параллельной группе.

Шаг разряда постоянной мощностью имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 12):

- Достижение напряжением на ХИТ заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

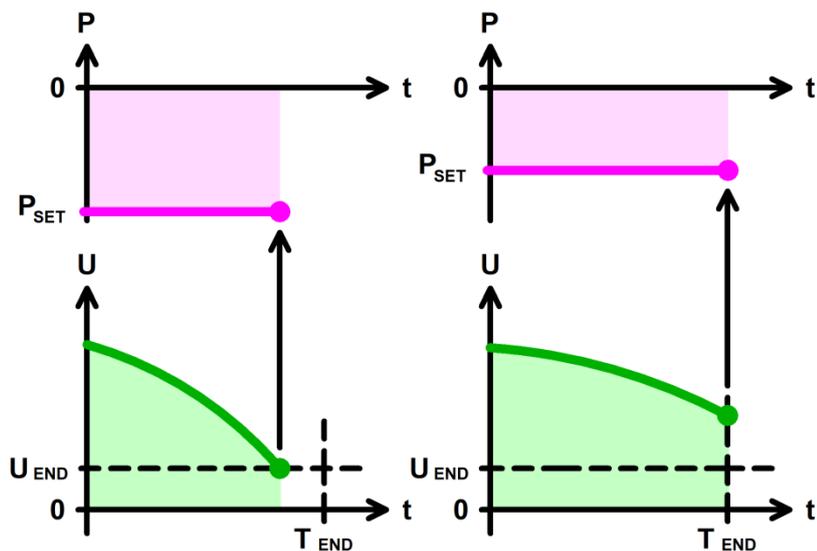


Рисунок 12 - Разряд ХИТ постоянной мощностью (DCHCP)

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания шага пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2). Это позволяет разряжать тестируемый ХИТ вплоть до 0 В (например, при тестировании суперконденсаторов).

Выбор аппаратного поддиапазона тока осуществляется прибором автоматически на основе заданной мощности разряда и бóльшего из значений заданного напряжения окончания шага U_{END} и заданного ограничения минимального напряжения на ХИТ "Umin:" (см. рисунок 101). Например, для Анализатора АСК500.30.40.1 при заданной мощности разряда 8 Вт, заданном напряжении окончания шага 10 В и заданном ограничении минимального напряжения на ХИТ 9 В, будет автоматически выбран поддиапазон тока 1 А, поскольку во время выполнения шага ток разряда ХИТ не превысит $8 \text{ Вт} / 10 \text{ В} = 0,8 \text{ А}$. Если критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ не используется (поле ввода значения напряжения окончания оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ) и ограничение минимального напряжения на ХИТ также не используется (поле ввода ограничения минимального напряжения на ХИТ тоже оставлено пустым), для расчета максимального тока через ХИТ во время выполнения шага DCHCP и выбора аппаратного поддиапазона тока используется минимальное значение напряжения из рабочего диапазона Анализатора – 0,1 В, что практически всегда приведет к выбору самого старшего поддиапазона тока – 30 А.

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "Umax:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе приборов всегда автоматически выбирается старший поддиапазон тока.

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо бóльшее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Окончание шага DCHCP происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

Во время шага DCHCP Анализатор может измерять ESR тестируемого ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг разряда постоянной мощностью имеет маркер шага "DCP".

12.8 Разряд на постоянное сопротивление (DCHCR)

На шаге разряда на заданное постоянное сопротивление Анализатор имитирует резистивную нагрузку с заданным значением электрического сопротивления, обеспечивая протекание через тестируемый ХИТ отрицательного тока (тока разряда) такого значения, чтобы входное сопротивление прибора соответствовало заданному значению сопротивления R_{SET} (см. рисунок 13).

Величина сопротивления разряда поддерживается Анализатором на заданном Пользователем уровне и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения, тока и мощности, см. таблицу 3).

Включение шага разряда на постоянное сопротивление в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Разряд CR" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Сопротивление разряда для шага DCHCR может быть задано Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3).

Максимальный ток, который способен обеспечить Анализатор на шаге разряда на постоянное сопротивление, соответствует максимальному току прибора. Так, для Анализатора АСК500.30.40.1 если заданное значение сопротивления разряда составляет 0,5 Ом, а текущее напряжение на ХИТ более 15 В, прибор будет ограничивать ток разряда ХИТ на уровне 30 А до тех пор, пока напряжение на ХИТ не снизится до уровня 15 В и менее.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) рабочий диапазон сопротивления разряда уменьшается пропорционально числу параллельно работающих приборов (например, при параллельной работе десяти Анализаторов АСК500.30.40.1 минимальное сопротивление разряда ХИТ может составлять 0,001 Ом). При этом заданное сопротивление умножается поровну между всеми приборами в параллельной группе.

Шаг разряда на постоянное сопротивление имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 13):

- Уменьшение напряжения на ХИТ до заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

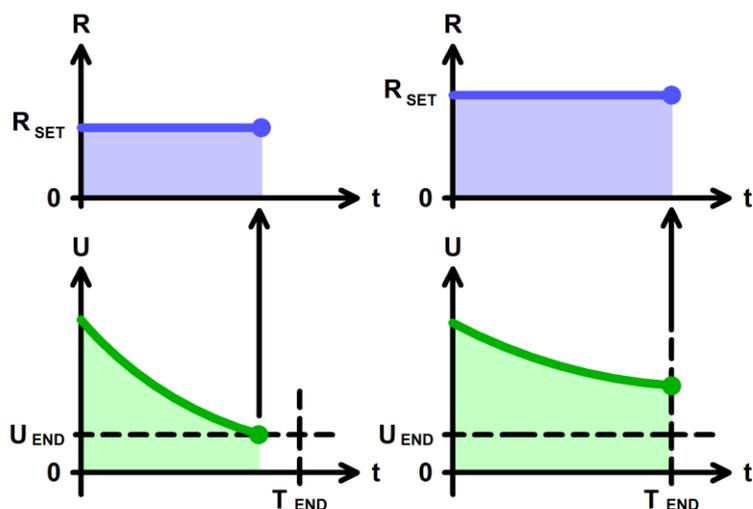


Рисунок 13 - Разряд ХИТ на постоянное сопротивление (DCHCR)

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем при формировании программы тестирования из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания шага пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Выбор аппаратного поддиапазона тока осуществляется прибором автоматически на основе заданного сопротивления разряда и заданного ограничения максимального напряжения на ХИТ " U_{max} :" (см. рисунок 101). Если ограничение максимального напряжения на ХИТ не используется (поле ввода ограничения максимального напряжения оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ), для расчета максимального тока через ХИТ во время выполнения шага DCHCR и выбора аппаратного поддиапазона тока используется максимальное рабочее напряжение прибора (см. таблицу 3).

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности " U_{max} :" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Окончание шага DCHCR происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

Во время шага DCHCR Анализатор может измерять ESR тестируемого ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг разряда на постоянное сопротивление имеет маркер шага "**DCR**".

12.9 Разряд при постоянном напряжении (DCHCV)

На шаге разряда при постоянном напряжении Анализатор обеспечивает стабилизацию напряжения на клеммах тестируемого ХИТ на заданном уровне U_{SET} (см. рисунок 14).

Возможности Анализатора по поддержанию заданного напряжения на ХИТ ограничены максимальным током для выбранного аппаратного поддиапазона тока и максимальной мощностью прибора (см. таблицу 3).

Включение шага разряда при постоянном напряжении в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "**Разряд CV**" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Напряжение разряда ХИТ может быть задано Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3), однако обычно это напряжение задается на уровне напряжения окончания предыдущего шага.

Шаг разряда при постоянном напряжении имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 14):

- Уменьшение абсолютного значения тока разряда через ХИТ до заданного тока окончания шага I_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

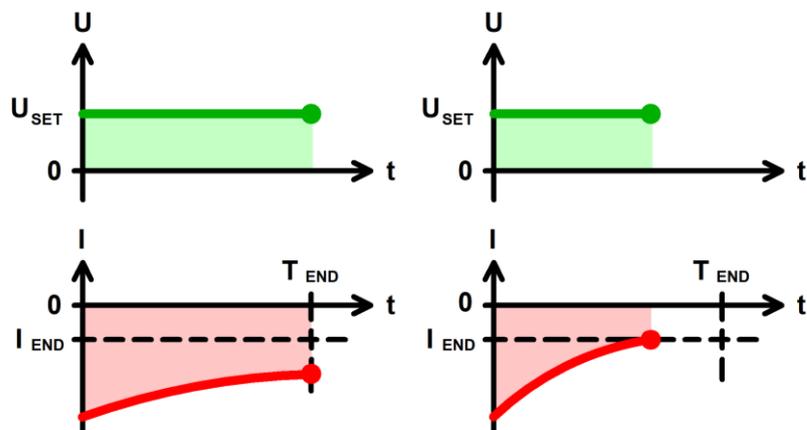


Рисунок 14 - Разряд ХИТ при постоянном напряжении (DCHCV)

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) диапазон задания тока окончания увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов. Ток между параллельно работающими приборами в режиме DCHCV распределяется в случайном порядке в пределах возможностей Анализаторов по току и мощности.

Заданный ток окончания шага I_{END} должен быть задан Пользователем из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по уменьшению тока через ХИТ до заданного уровня можно отключить, оставив поле ввода тока окончания шага пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Аппаратный поддиапазон тока для шага DCHCV сохраняется такими же, каким он был выбран на предыдущем шаге программы тестирования ХИТ. Если шаг DCHCV является первым из заданных в части подготовки программы тестирования, или первым из заданных в циклической части программы тестирования ХИТ, поддиапазон тока выбирается на основе большего по абсолютному значению из заданных ограничения максимального тока заряда ХИТ "Iсmax:" и ограничения максимального тока разряда ХИТ "IDmax:" (см. рисунок 101). Если хотя бы одно из ограничений максимального тока заряда или максимального тока разряда ХИТ не используется (поле ввода ограничения максимального тока заряда или поле ввода максимального тока разряда оставлено пустым при задании программы тестирования), автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "Iсmax:" и "IDmax:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Окончание шага DCHCV происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг разряда при постоянном напряжении имеет маркер шага "DCV".

12.10 Релаксация

На шаге релаксации (отдыха) Анализатор прерывает подачу тока через ХИТ на заданное время, продолжая измерять и фиксировать напряжение на клеммах ХИТ.

Изменение напряжения на ХИТ на шаге релаксации обуславливается внутренними процессами, происходящими в самом ХИТ.

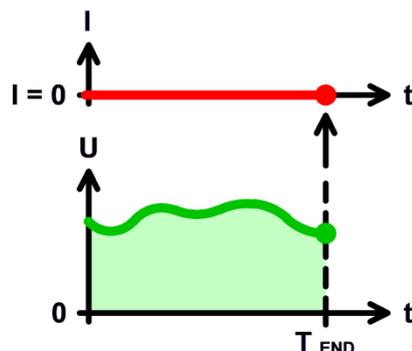


Рисунок 15 - Шаг релаксации

В отличие от режима "Самописец U" (см. подраздел 20.20), во время шага релаксации ключ **К** (см. рисунок 2) остается замкнут, и через ХИТ будет проходить дополнительный ток утечки, связанный с обеспечением работы внутренних силовых электронных схем прибора (не более ± 100 мкА).

Для небольших длительностей релаксации вклад этого дополнительного тока будет пренебрежимо мал, однако, если ёмкость ХИТ очень мала, либо заданное время релаксации достаточно велико, данный ток утечки может внести определенный вклад в дополнительный неконтролируемый заряд или разряд ХИТ во время шага релаксации. Для таких экспериментов вместо режима релаксации рекомендуется использовать режим "Самописец U" (см. подраздел 20.20).

Включение шага релаксации в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "**Релаксация**" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Шаг релаксации имеет единственный критерий окончания шага – истечение заданного времени релаксации. Заданное время релаксации должно быть задано Пользователем из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг релаксации имеет маркер "**RLX**".

12.11 Развёртка напряжения

На шаге развёртки напряжения Анализатор будет линейно изменять (разворачивать) напряжение на ХИТ от начального напряжения развёртки U_1 до конечного напряжения развёртки U_2 , с заданной скоростью изменения (развёртки) напряжения (см. рисунок 16).

При этом прибор работает как источник или как потребитель энергии со стабилизированным напряжением на выходе (входе), равным текущему требуемому мгновенному напряжению развёртки.

Возможности Анализатора по поддержанию необходимого мгновенного напряжения на ХИТ во время выполнения развёртки напряжения ограничены максимальным током для выбранного аппаратного поддиапазона тока и максимальной мощностью прибора (см. таблицу 3).

Включение шага развёртки напряжения в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "**Развертка U**" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Начальное напряжение развёртки U_1 может быть задано Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3), однако обычно это напряжение задается на уровне напряжения окончания предыдущего шага.

Конечное напряжение развёртки U_2 также может быть задано Пользователем на любом уровне из рабочего диапазона прибора.

Заданная скорость развёртки напряжения должна быть такой, чтобы длительность шага развёртки попадала в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3).

Аппаратный поддиапазон тока в режиме развёртки напряжения не может быть заранее определен прибором и должен быть задан Пользователем вручную, при формировании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока. Ток между параллельно работающими приборами в режиме развёртки напряжения распределяется в случайном порядке в пределах возможностей Анализаторов по току и мощности.

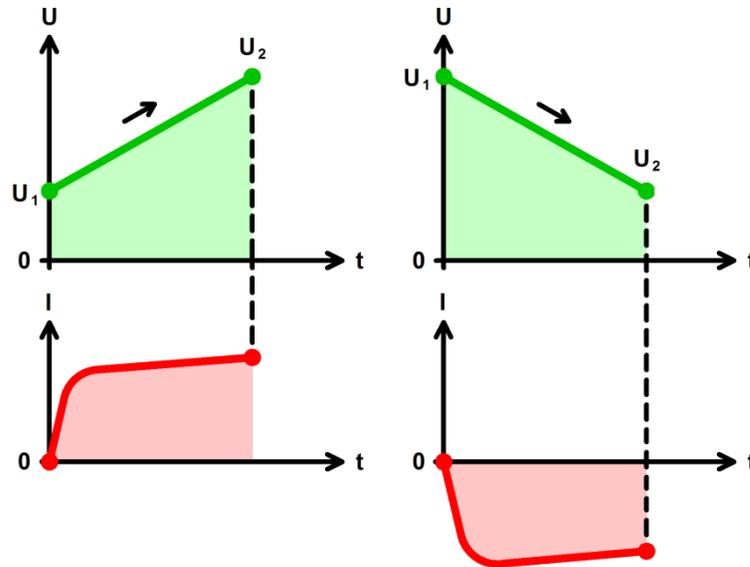


Рисунок 16 - Развёртка напряжения на ХИТ

Последовательная комбинация двух шагов развёртки напряжения с соответствующими начальными и конечными напряжениями развёртки в циклической части программы тестирования (см. пример в подразделе 20.2) позволяет исследовать ХИТ методом Циклической ВольтАмперометрии (ЦВА) (см. рисунок 17).

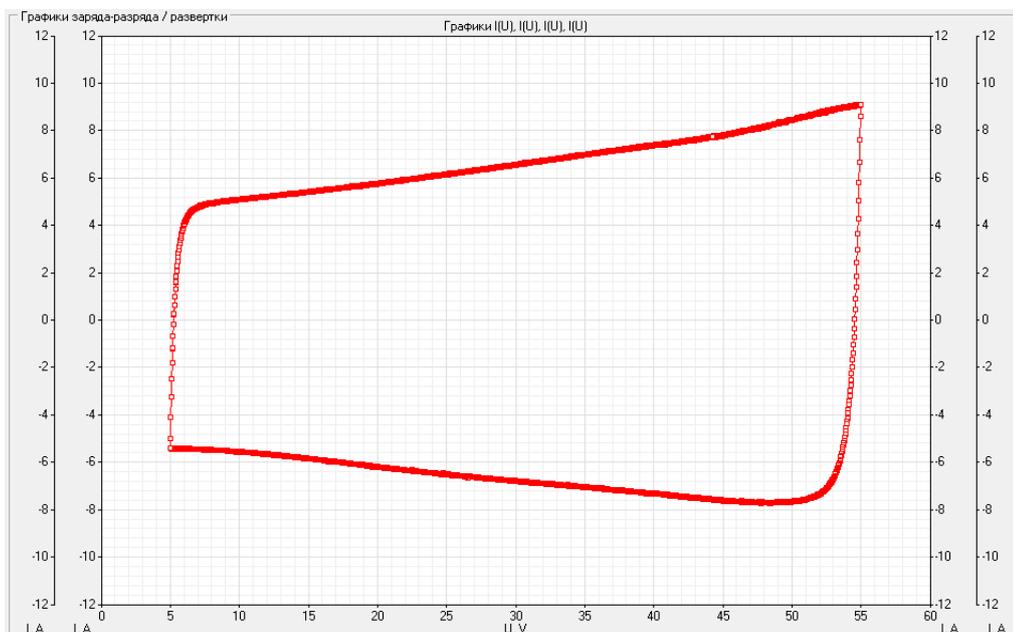


Рисунок 17 - Исследование ХИТ методом ЦВА

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг развёртки напряжения имеет маркер шага "SCU".

12.12 Развёртка тока

На шаге развёртки тока Анализатор будет линейно изменять (разворачивать) ток через ХИТ от начального тока I_1 до конечного тока I_2 , с заданной скоростью изменения (развёртки) тока, вне зависимости от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и мощности Анализатора) (см. рисунок 18).

Включение шага развёртки тока в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Развертка I" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Начальный ток развёртки I_1 , равно как и конечный ток развёртки I_2 , может быть выбран любого значения из рабочего диапазона тока прибора (см. таблицу 3), и может быть как положительным (ток заряда), так и отрицательным (ток разряда), так и равным нулю.

При параллельной работе приборов рабочий диапазон тока увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов в группе (например, при параллельной работе двенадцати Анализаторов АСК500.30.40.1 начальное и конечное значение тока развёртки можно выбирать из диапазона от минус 360 А до плюс 360 А). При этом мгновенный ток развёртки делится поровну между всеми приборами в параллельной группе.

Заданная скорость развёртки тока должна быть такой, чтобы длительность шага развёртки тока попадала в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3).

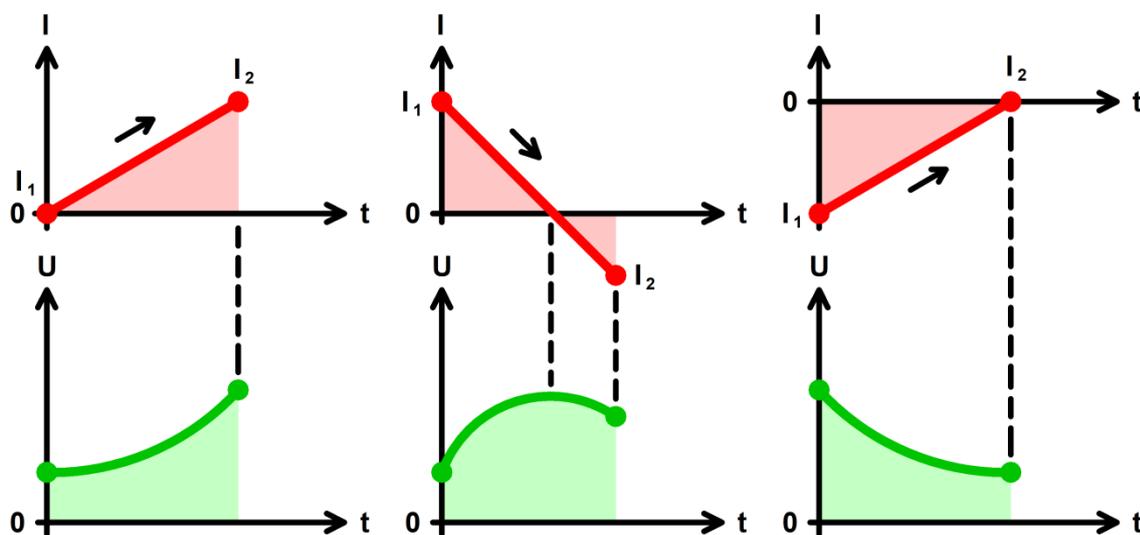


Рисунок 18 - Развёртка тока через ХИТ

Аппаратный поддиапазон тока выбирается автоматически, на основании бóльшего из значений тока I_1 и I_2 (по абсолютной величине). При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Во время шага развёртки тока Анализатор может измерять ESR тестируемого ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг развёртки тока через ХИТ имеет маркер шага "SCI".

12.13 Развёртка мощности

На шаге развёртки мощности Анализатор будет линейно изменять (разворачивать) мощность на ХИТ от начальной мощности P_1 до конечной мощности P_2 , с заданной скоростью изменения (развёртки), вне зависимости от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения прибора и выбранного аппаратного поддиапазона тока, см. таблицу 3) (см. рисунок 19).

Включение шага развёртки мощности в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Развертка P" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Начальная мощность развёртки P_1 , равно как и конечная мощность развёртки P_2 , может быть выбрана любого значения из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3), и может быть как положительной (мощность заряда), так и отрицательной (мощность разряда), так и равной нулю.

При параллельной работе приборов (см. раздел 11) рабочий диапазон мощности увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов в группе (например, при параллельной работе двенадцати Анализаторов начальное и конечное значение мощности развертки можно выбирать из диапазона допустимых значений от минус 6 до плюс 6 кВт). При этом мгновенная мощность развёртки делится поровну между всеми приборами в параллельной группе.

Заданная скорость развёртки мощности должна быть такой, чтобы длительность шага развёртки мощности попадала в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3).

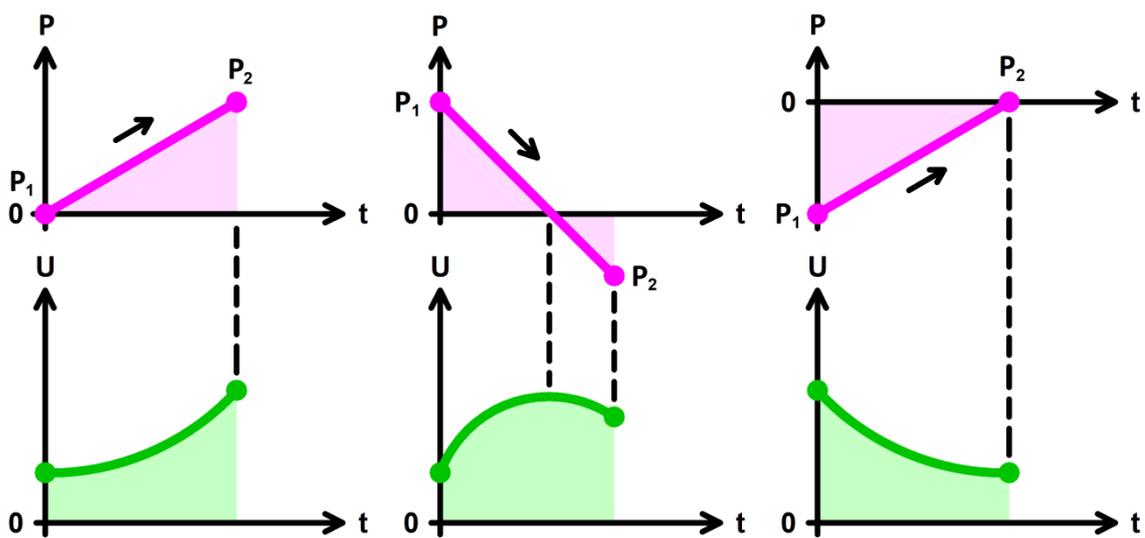


Рисунок 19 - Развёртка мощности на ХИТ

Выбор аппаратного поддиапазона тока осуществляется прибором автоматически на основании бóльшего из значений мощности P_1 и P_2 (по абсолютной величине) и заданного ограничения минимального напряжения на ХИТ "Umin:" (см. рисунок 101). Например, для Анализатора АСК500.30.40.1 при заданной начальной мощности развёртки 9 Вт, заданной конечной мощности развертки минус 5 Вт и заданном ограничении минимального напряжения на ХИТ 10 В, будет автоматически выбран поддиапазон тока – 1 А, поскольку во время выполнения шага ток через ХИТ не превысит $9 \text{ Вт} / 10 \text{ В} = 0,9 \text{ А}$. Если ограничение минимального напряжения на ХИТ не используется (поле ввода ограничения минимального напряжения на ХИТ оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ), для расчета максимального тока через ХИТ во время выполнения шага развёртки мощности и выбора аппаратного поддиапазона тока используется минимальное значение напряжения из рабочего диапазона Анализатора – 0,1 В, что практически всегда приведет к выбору самого старшего поддиапазона тока – 30 А.

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "Umin:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Во время шага развёртки мощности Анализатор может измерять ESR тестируемого ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг развёртки мощности на ХИТ имеет маркер шага "SCP".

12.14 Развёртка сопротивления

На шаге развёртки сопротивления Анализатор будет линейно изменять (разворачивать) сопротивление разряда ХИТ от начального сопротивления R_1 до конечного сопротивления R_2 , с заданной скоростью изменения (развёртки), вне зависимости от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения, тока и мощности прибора) (см. рисунок 20).

Включение шага развёртки сопротивления в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Развертка R" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Начальное сопротивление развёртки R_1 , равно как и конечное сопротивление развёртки R_2 , может быть выбрано любого значения из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

При параллельной работе приборов (см. раздел 11) рабочий диапазон сопротивления развёртки уменьшается пропорционально числу параллельно работающих приборов в группе (например, при параллельной работе десяти Анализаторов АСК500.30.40.1 начальное и конечное значение сопротивления развертки может быть задано начиная от минимального значения 0,001 Ом). При этом мгновенное сопротивление развёртки умножается поровну между всеми приборами в параллельной группе.

Заданная скорость развёртки тока должна быть такой, чтобы длительность шага развёртки сопротивления попадала в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3).

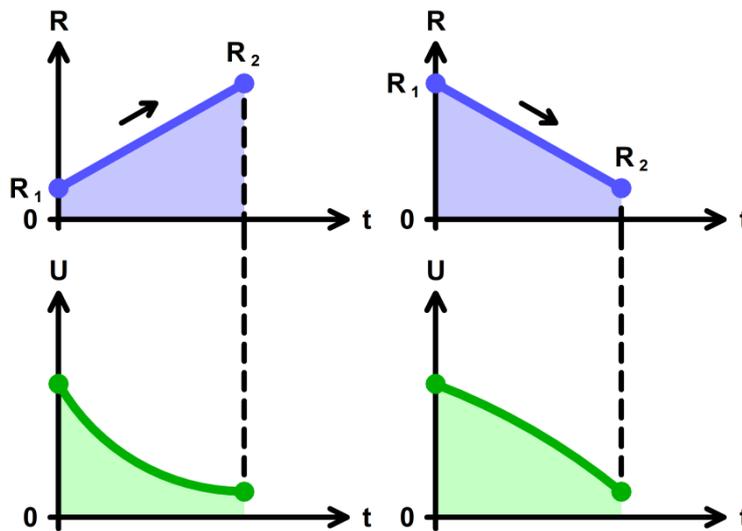


Рисунок 20 - Развёртка сопротивления разряда ХИТ

Аппаратный поддиапазон тока для шага развёртки сопротивления выбирается прибором автоматически на основе меньшего из заданных сопротивлений R_1 и R_2 и заданного ограничения максимального напряжения на ХИТ "Umax:" (см. рисунок 101). Если ограничение максимального напряжения на ХИТ не используется (поле ввода ограничения максимального напряжения на ХИТ оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ), для расчета максимального тока через ХИТ во время выполнения шага развертки сопротивления и выбора аппаратного поддиапазона тока используется максимальное рабочее напряжение прибора (см. таблицу 3).

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "Umax:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Во время шага развёртки сопротивления Анализатор может измерять ESR тестируемого ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг развёртки сопротивления разряда ХИТ имеет маркер шага "SCR".

12.15 Режим импульсов напряжения

На шаге импульсов напряжения Анализатор подает на тестируемый ХИТ чередующиеся импульсы напряжения заданных значений U_1 и U_2 , при этом напряжение U_1 подается на заданное время T_1 , а напряжение U_2 подается на заданное время T_2 (см. рисунок 21).

При этом прибор работает как источник или как потребитель энергии со стабилизированным напряжением на выходе (входе), равным требуемому напряжению для конкретного импульса. Если текущее напряжение на ХИТ отличается от требуемого напряжения конкретного импульса, прибор будет отдавать на ХИТ ток заряда или отбирать от ХИТ ток разряда такого уровня, чтобы напряжение на ХИТ стало равным требуемому.

Возможности Анализатора по поддержанию заданного напряжения на ХИТ для каждого импульса ограничены максимальным током для выбранного аппаратного поддиапазона тока и максимальной мощностью прибора (см. таблицу 3).

Включение шага импульсов напряжения в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Импульсы U" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Напряжение U_1 , равно как и напряжение U_2 , может быть выбрано любым из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

Заданная длительность T_1 и T_2 импульсов напряжения может быть выбрана любой из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

Аппаратный поддиапазон тока в режиме импульсов напряжения не может быть заранее определен прибором и должен быть задан Пользователем вручную, при формировании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2). Заданный аппаратный поддиапазон тока (один и тот же) используется как для импульсов напряжения U_1 , так и для импульсов напряжения U_2 . При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока. Ток между параллельно работающими приборами в режиме импульсов напряжения распределяется в случайном порядке в пределах возможностей Анализаторов по току и мощности.

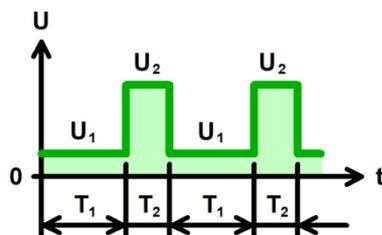


Рисунок 21 - Режим импульсов напряжения

Шаг импульсов напряжения имеет единственный настраиваемый критерия окончания шага – по истечению отведенного времени шага T_{END} . Отведенное время шага T_{END} должно быть задано Пользователем из допустимого диапазона прибора (см. таблицу 3).

Во время выполнения шага импульсов напряжения Анализатор измеряет и фиксирует ESR тестируемого ХИТ при каждой смене напряжения (от U_1 к U_2 и обратно, от U_2 к U_1). Подробнее см. подраздел 14.3.

При задании программы тестирования (см. подраздел 20.2) настройка шага импульсов напряжения занимает два поля (две строки). По этой причине режим импульсов напряжения не может быть выбран для последнего шага подготовки (шага №3), последнего шага циклической части (шага №45) и последнего шага завершения тестирования (шага №48).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг импульсов напряжения имеет маркер шага "IPU".

12.16 Режим импульсов тока

На шаге импульсов тока Анализатор подает через тестируемый ХИТ чередующиеся импульсы тока заданных значений I_1 и I_2 , при этом ток I_1 подается на заданное время T_1 , а ток I_2 подается на заданное время T_2 (см. рисунок 22).

Величина тока через ХИТ в ходе подачи каждого импульса тока поддерживается Анализатором на заданном Пользователем уровне и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и мощности прибора).

Включение шага импульсов тока в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Импульсы I" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Ток I_1 , равно как и ток I_2 , может быть выбран любого значения из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3), и может быть как положительным (ток заряда), так и отрицательным (ток разряда).

При параллельной работе приборов (см. раздел 11) рабочий диапазон тока увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов в группе (например, при параллельной работе двенадцати Анализаторов АСК500.30.40.1 значение тока для импульсов можно выбирать из диапазона от минус 360 А до плюс 360 А). При этом ток каждого импульса делится поровну между всеми приборами в параллельной группе.

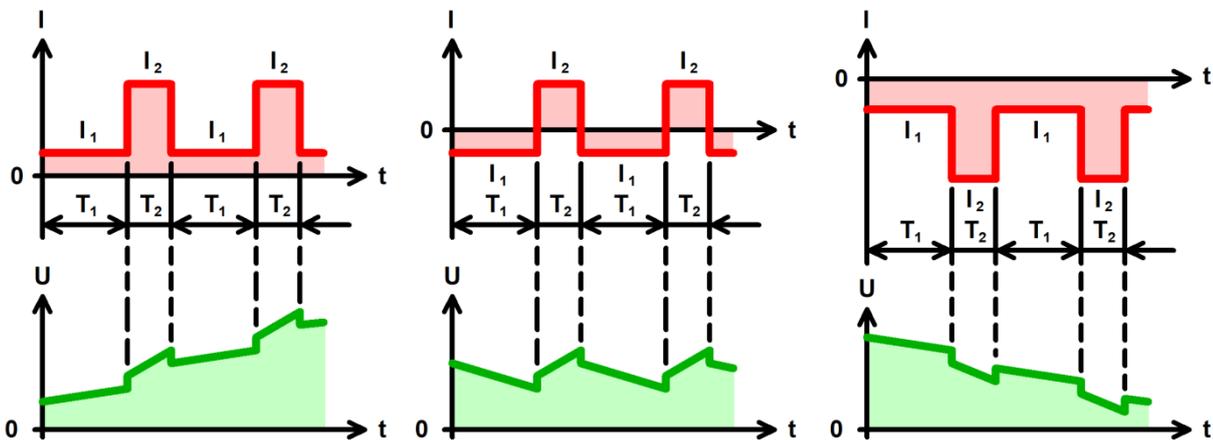


Рисунок 22 - Режим импульсов тока

Заданная длительность T_1 и T_2 импульсов тока может быть выбрана любой из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

Аппаратный поддиапазон тока для каждого импульса тока выбирается автоматически, на основании заданного значения тока (по абсолютной величине). При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Шаг импульсов тока имеет два настраиваемых критерия окончания (см. рисунок 23):

- Достижение напряжением на ХИТ заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

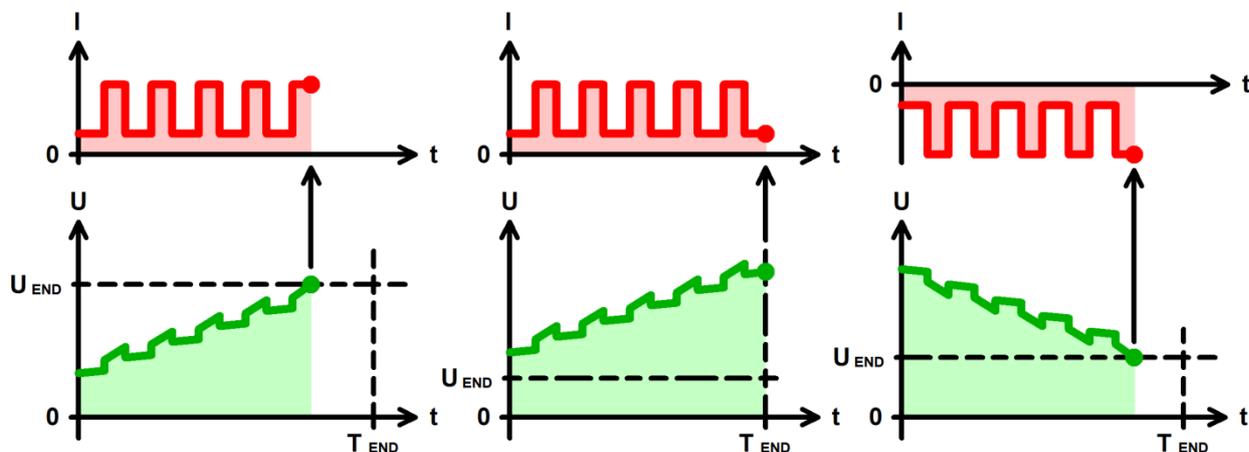


Рисунок 23 - Критерии окончания шага импульсов тока

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Окончание шага импульсов тока происходит, как только текущее напряжение на ХИТ коснется заданного уровня напряжения окончания шага U_{END} . Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания пустым при задании программы тестирования (см. подраздел 20.2).

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из допустимого диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Окончание шага импульсов тока происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

Во время выполнения шага импульсов тока Анализатор измеряет и фиксирует ESR тестируемого ХИТ при каждой смене тока (от I_1 к I_2 и обратно, от I_2 к I_1). Подробнее см. подраздел 14.3.

При задании программы тестирования (см. подраздел 20.2) настройка шага импульсов тока занимает два поля (две строки). По этой причине режим импульсов тока не может быть выбран для последнего шага подготовки (шага №3), последнего шага циклической части (шага №45) и последнего шага завершения тестирования (шага №48).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг импульсов тока имеет маркер "IPI".

12.17 Режим импульсов мощности

На шаге импульсов мощности Анализатор подает на тестируемый ХИТ чередующиеся импульсы мощности заданных значений P_1 и P_2 , при этом мощность P_1 подается на заданное время T_1 , а мощность P_2 подается на заданное время T_2 (см. рисунок 24).

Величина мощности на ХИТ в ходе подачи каждого импульса мощности поддерживается Анализатором на заданном Пользователем уровне и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и выбранного аппаратного поддиапазона тока Анализатора, см. таблицу 3).

Включение шага импульсов мощности в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Импульсы P" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Мощность P_1 , равно как и мощность P_2 , может быть выбрана любого значения из рабочего диапазона прибора, и может быть как положительной (мощность заряда), так и отрицательной (мощность разряда).

При параллельной работе приборов (см. раздел 11) рабочий диапазон мощности увеличивается пропорционально числу параллельно работающих приборов в группе (например, при параллельной работе двенадцати Анализаторов значение мощности для импульсов можно выбирать из диапазона от минус 6 до плюс 6 кВт). При этом мощность каждого импульса делится поровну между всеми приборами в параллельной группе.

Заданная длительность T_1 и T_2 импульсов мощности может быть выбрана любой из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

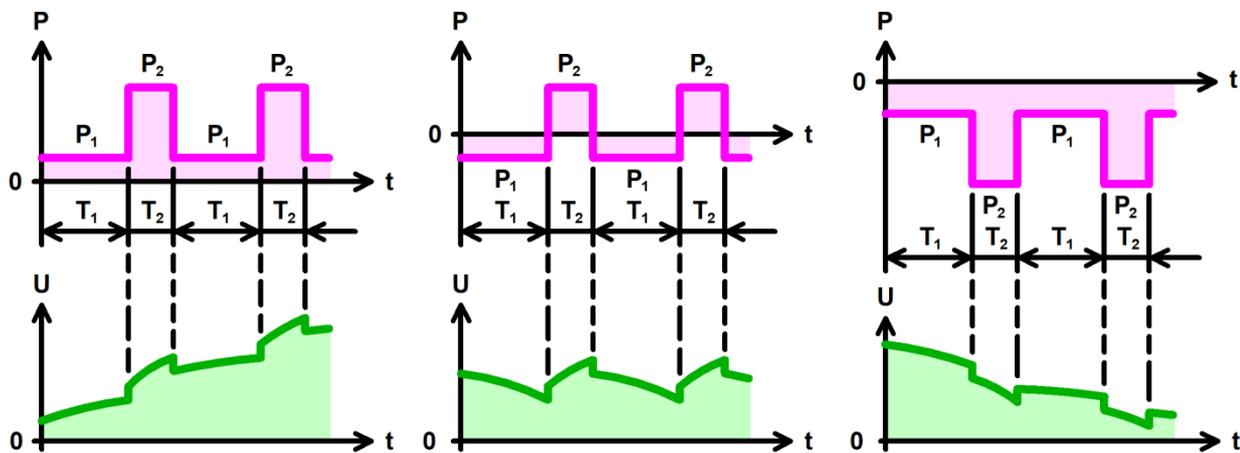


Рисунок 24 - Режим импульсов мощности

Аппаратный поддиапазон тока для каждого импульса мощности выбирается автоматически, на основании значения заданной мощности (по абсолютной величине) и заданного ограничения минимального напряжения на ХИТ "Umin:" (см. рисунок 101). Например, для Анализатора АСК500.30.40.1 при заданной мощности P_1 минус 9 Вт и заданном ограничении минимального напряжения на ХИТ 10 В, будет автоматически выбран аппаратный поддиапазон тока – 1 А, поскольку во время выполнения импульса P_1 ток через ХИТ не превысит $9 \text{ Вт} / 10 \text{ В} = 0,9 \text{ А}$. Аналогично происходит выбор аппаратного поддиапазона тока для импульса мощности P_2 . Если ограничение минимального напряжения на ХИТ не используется (поле ввода ограничения минимального напряжения на ХИТ оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ), для расчета максимального тока через ХИТ во время выполнения шага импульсов мощности и выбора аппаратного поддиапазона тока используется минимальное значение напряжения из рабочего диапазона Анализатора – 0,1 В, что практически всегда приведет к выбору самого старшего поддиапазона тока – 30 А.

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "Umin:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Шаг импульсов мощности имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 25):

- Достижение напряжением на ХИТ заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

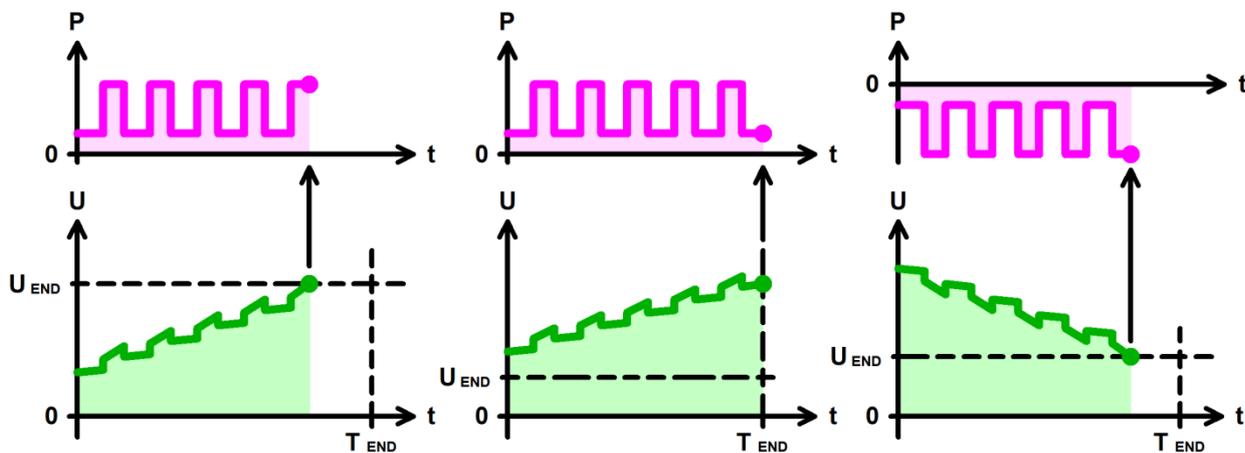


Рисунок 25 - Критерии окончания шага импульсов мощности

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем при формировании программы тестирования ХИТ из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Окончание шага импульсов мощности происходит, как только текущее напряжение на ХИТ коснется заданного уровня напряжения окончания шага U_{END} . Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания пустым при задании программы тестирования (см. подраздел 20.2).

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из допустимого диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Окончание шага импульсов мощности происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

Во время выполнения шага импульсов мощности Анализатор измеряет и фиксирует ESR тестируемого ХИТ при каждой смене мощности (от P_1 к P_2 и обратно, от P_2 к P_1). Подробнее см. подраздел 14.3.

При задании программы тестирования (см. подраздел 20.2) настройка шага импульсов мощности занимает два поля (две строки). По этой причине режим импульсов мощности не может быть выбран для последнего шага подготовки (шага №3), последнего шага циклической части (шага №45) и последнего шага завершения тестирования (шага №48).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг импульсов мощности имеет маркер шага "IPP".

12.18 Режим импульсов сопротивления

На шаге импульсов сопротивления разряда Анализатор подает на тестируемый ХИТ чередующиеся импульсы сопротивления разряда заданных значений R_1 и R_2 , при этом сопротивление R_1 подается на заданное время T_1 , а сопротивление R_2 подается на заданное время T_2 (см. рисунок 26).

Величина сопротивления разряда ХИТ в ходе подачи каждого импульса поддерживается Анализатором на заданном Пользователем уровне и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения, тока и мощности прибора).

Включение шага импульсов сопротивления в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Импульсы R" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Сопротивление R_1 , равно как и сопротивление R_2 , может быть выбрано любого значения из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

При параллельной работе приборов (см. раздел 11) рабочий диапазон сопротивления уменьшается пропорционально числу параллельно работающих приборов в группе (например, при параллельной работе десяти Анализаторов АСК500.30.40.1 сопротивления R_1 и R_2 можно выбирать начиная от минимального значения 0,001 Ом). При этом сопротивление каждого импульса умножается поровну между всеми приборами в параллельной группе.

Заданная длительность T_1 и T_2 импульсов сопротивления может быть выбрана любой из рабочего диапазона прибора.

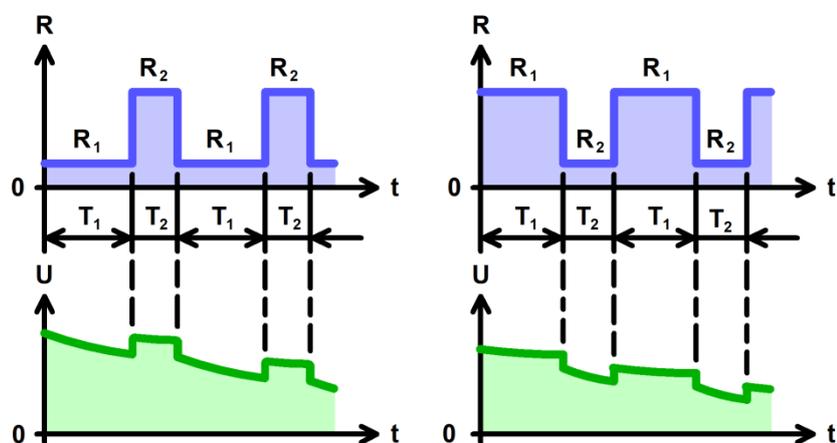


Рисунок 26 - Режим импульсов сопротивления

Аппаратный поддиапазон тока для каждого импульса выбирается прибором автоматически на основе заданного сопротивления и заданного ограничения максимального напряжения на ХИТ "Umax:" (см. рисунок 101). Если ограничение максимального напряжения на ХИТ не используется (поле ввода ограничения максимального напряжения на ХИТ оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ), для расчета максимального возможного тока через ХИТ во время выполнения шага импульсов сопротивления и выбора соответствующего аппаратного поддиапазона тока используется максимальное рабочее напряжение прибора (см. таблицу 3).

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего аппаратного поддиапазона тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "Umax:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Шаг импульсов сопротивления имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 27):

- Уменьшение напряжения на ХИТ до заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем при формировании программы тестирования ХИТ из рабочего диапазона Анализатора. Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания пустым (см. подраздел 20.2).

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из допустимого диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать

заведомо бóльшее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

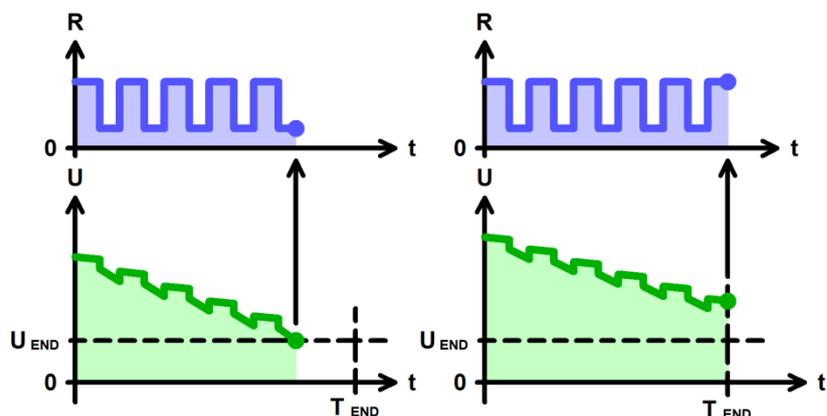


Рисунок 27 - Критерии окончания шага импульсов сопротивления

Окончание шага импульсов сопротивления происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

Во время выполнения шага импульсов сопротивления Анализатор измеряет и фиксирует ESR тестируемого ХИТ при каждой смене сопротивления (от R_1 к R_2 и обратно, от R_2 к R_1). Подробнее см. подраздел 14.3.

При задании программы тестирования (см. подраздел 20.2) настройка шага импульсов сопротивления занимает два поля (две строки). По этой причине режим импульсов сопротивления не может быть выбран для последнего шага подготовки (шага №3), последнего шага циклической части (шага №45) и последнего шага завершения тестирования (шага №48).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг импульсов сопротивления имеет маркер шага "IPR".

12.19 Работа по таблицам

12.19.1 Общие указания

Анализаторы серии АСК500 способны работать по таблицам напряжения, тока, мощности и сопротивления. Работа по таблицам может потребоваться в случае необходимости реализации сложных закономерностей (профилей) изменения напряжения, тока, мощности или сопротивления, задать которые с помощью типовых режимов тестирования (см. подразделы 12.3 – 12.18) затруднительно или невозможно.

Характерным примером являются профили тока и мощности накопителей энергии электрических и гибридных транспортных средств при их движении в различных ездовых циклах, например, в городском цикле езды, в загородном цикле езды, профили NEDC, EPA, JC08, WLTC, NRTC и любые другие. Работа по таблицам напряжения, тока, мощности и сопротивления будет также полезна для имитации работы тестируемого ХИТ в составе солнечных установок, ветроустановок, а также в составе любых систем, в которых изменение напряжения, тока, мощности или сопротивления нагрузки на ХИТ происходит по сложным закономерностям.

ВНИМАНИЕ! Работа по таблицам возможна только под управлением компьютера! Даже кратковременная потеря связи между Анализатором и компьютером (Компьютерным Интерфейсом, см. раздел 20) во время работы прибора по таблицам приведет к аварийному прерыванию выполнения программы тестирования!

Таблица – это специальным образом подготовленный текстовый файл, каждая строка которого описывает необходимое значение напряжения, тока, мощности или сопротивления в заданный момент времени.



Рисунок 28 - Пример работы по таблице тока

К файлу таблицы предъявляются специальные требования. Несоответствие файла таблицы данным требованиям сделает невозможным его использование при задании программы тестирования.

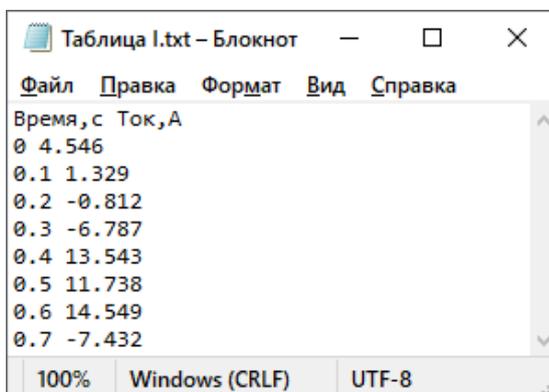
- Файл таблицы должен содержать как минимум три строки:
 - строка №0 (начальная строка) – строка заголовка (при обработке игнорируется);
 - строка №1 – первая строка с табличными данными;
 - строка №2 (и последующие строки) – строки с табличными данными.
- Пустых строк как в теле таблицы, так и в конце таблицы не допускается.
- Строки с табличными данными должны содержать два столбца (два значения):
 - первый столбец (первое значение в строке) – значение момента времени, с;
 - второй столбец (второе значение в строке) – значение напряжения, В, тока, А, мощности, Вт, или сопротивления, Ом.
- Столбцы (значения параметров в строках файла) должны быть разделены специальным разделителем. Разделителем могут быть:
 - один знак пробела;
 - один знак табуляции;
 - один знак "точка с запятой".
 Другие варианты и другие количества разделителей не допускаются.
- В строках с табличными данными должен быть только один разделитель, только между столбцами (только между значениями параметров). Дополнительных знаков перед значением времени или после значения напряжения, тока, мощности или сопротивления не допускается.
- Разделитель целой и дробной части в значениях параметров должен быть – точка. Применение запятой в качестве разделителя целой и дробной части не допускается.
- Столбец времени может начинаться с любого значения (не обязательно с нуля). При выполнении программы по таблице отсчет времени шага производится

от значения времени в строке №1 (значение времени из строки №1 приравнивается к нулю, и далее отсчет времени ведется от него).

- Значения в столбце времени должны быть возрастающими (значение времени из каждой последующей строки таблицы должно быть больше значения времени из предыдущей строки).

При подготовке таблиц в программе MS Excel, для сохранения файла следует выбирать следующие форматы:

- CSV (разделители - запятые) (*.csv);
- Текстовые файлы (с разделителями табуляции) (*.txt).



The screenshot shows a Notepad window titled "Таблица 1.txt - Блокнот". The menu bar includes "Файл", "Правка", "Формат", "Вид", and "Справка". The text content is as follows:

Время, с	Ток, А
0	4.546
0.1	1.329
0.2	-0.812
0.3	-6.787
0.4	13.543
0.5	11.738
0.6	14.549
0.7	-7.432

The status bar at the bottom shows "100%", "Windows (CRLF)", and "UTF-8".

Рисунок 29 - Пример таблицы тока

Файлы с таблицами напряжения, тока, мощности и сопротивления должны быть выбраны при формировании программы тестирования ХИТ на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.3). В конкретном тесте ХИТ может быть использована одна (одна и та же) таблица напряжения, одна таблица тока, одна таблица мощности и одна таблица сопротивления.

Работа по таблице напряжения, тока, мощности или сопротивления может быть выбрана для любого шага программы тестирования ХИТ (см. подраздел 12.1). Программа тестирования может содержать несколько шагов работы по таблице напряжения, несколько шагов работы по таблице тока, несколько шагов работы по таблице мощности и несколько шагов работы по таблице сопротивления.

Выполнение всех заданных в программе шагов работы по таблице напряжения будет производиться по выбранной (одной и той же) таблице напряжения. Другими словами, выбранная таблица напряжения будет использоваться для всех заданных в программе тестирования шагов работы по таблице напряжения. Аналогично для шагов работы по таблицам тока, мощности и сопротивления.

Работа по таблицам осуществляется следующим образом.

Вначале выполнения шага работы по таблице Анализатор передает на компьютер команду начала работы по заданной таблице. Компьютер запускает отсчет времени шага.

В соответствие с текущим временем от начала шага, компьютер определяет по заданной таблице необходимое мгновенное значение параметра (напряжения, тока, мощности или сопротивления). Если значение времени попадает между строками заданной таблицы, значение параметра определяется методом линейной аппроксимации по двум соседним значениям параметра из таблицы. Найденное мгновенное значение параметра передается на Анализатор и принимается к исполнению.

Когда вся заданная таблица будет выполнена, компьютер передает на Анализатор команду завершения работы по таблице и прибор переходит к следующему заданному шагу программы тестирования.

Выполнение шага работы по таблице может быть завершено при достижении напряжением на ХИТ заданных границ напряжения окончания шага. При этом прибор

завершает выполнение шага самостоятельно, не дожидаясь команды завершения работы по таблице от компьютера, и переходит к выполнению следующего шага программы тестирования ХИТ.

Качество отработки Анализатором заданной таблицы зависит от частоты обновления значения параметра (напряжения, тока, мощности или сопротивления) в ходе выполнения заданной таблицы. Проектная частота обновления значения параметра при работе по таблицам составляет не менее 10 Гц. Действительная частота обновления зависит от качества соединения прибора и компьютера и от загруженности и быстродействия самого компьютера, и может оказаться ниже 10 Гц.

ВНИМАНИЕ! Для работы по таблицам рекомендуется закрыть на компьютере все программы, кроме Компьютерного Интерфейса прибора (см. раздел 20), отключить на компьютере Wi-Fi (если есть), временно запретить обновления Windows.

Любые задержки и пропуски в ходе обмена данными между Анализатором и компьютером будут оказывать непосредственное влияние на качество выполнения заданной таблицы. Прерывание связи между прибором и компьютером на время более 1 с приведет к аварийному останову тестирования ХИТ!

12.19.2 Работа по таблице напряжения

На шаге работы по таблице напряжения Анализатор обеспечивает стабилизацию напряжения на клеммах ХИТ с мгновенным значением, выбираемым в зависимости от текущего времени шага по заданной таблице напряжения (см. рисунок 30).

При этом прибор работает как источник или как потребитель энергии со стабилизированным напряжением на выходе (входе), равным текущему мгновенному табличному значению напряжения.

Возможности Анализатора по поддержанию заданного напряжения на ХИТ ограничены максимальным током для выбранного аппаратного поддиапазона тока и максимальной мощностью прибора (см. таблицу 3).

Включение шага работы по таблице напряжения в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима **"Таблица U"** из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2). Файл с таблицей напряжения должен быть предварительно выбран и загружен на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса прибора (см. подраздел 20.3).

При выборе и загрузке таблицы напряжения, значения времени и напряжения из выбранной таблицы могут быть скорректированы (отмасштабированы) на заданные коэффициенты (множители) непосредственно на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса. При использовании отрицательного коэффициента (множителя) для значений напряжения, можно изменить знак напряжения из таблицы на противоположный. Кроме того, значения напряжения из таблицы могут быть смещены на заданную величину. Таким образом, существует возможность использования таблиц с любыми исходными значениями времени и напряжения, поскольку эти значения могут быть легко скорректированы (подогнаны) под параметры тестируемого ХИТ и параметры прибора. Скорректированные и подготовленные к исполнению значения напряжения при работе по таблице напряжения должны быть положительными и попадать в рабочий диапазон Анализатора (см. таблицу 3).

При параллельной работе приборов (см. раздел 11) возможности группы по максимальному току и мощности расширяются пропорционально числу приборов в группе. При этом ток между параллельно работающими приборами распределяется в случайном порядке в пределах возможностей Анализаторов по току и мощности.

Скорректированная длительность таблицы напряжения также должна попадать в рабочий диапазон прибора.

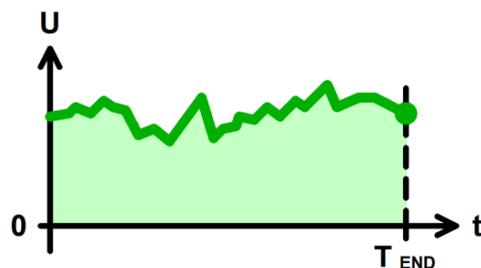


Рисунок 30 - Работа по таблице напряжения

Аппаратный поддиапазон тока в режиме работы по таблице напряжения не может быть заранее определен прибором и должен быть задан Пользователем вручную, при формировании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Окончание шага работы по таблице происходит по истечению длительности T_{END} .

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг работы по таблице напряжения имеет маркер шага "ТВУ".

12.19.3 Работа по таблице тока

На шаге работы по таблице тока Анализатор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ стабилизированного тока с мгновенным значением, выбираемым в зависимости от текущего времени шага по заданной таблице тока. Мгновенное значение тока может быть как положительным (ток заряда), так и отрицательным (ток разряда), а также нулевым (см. рисунок 31).

Величина тока поддерживается Анализатором в соответствие с текущим мгновенным значением по таблице и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и мощности прибора, см. таблицу 3).

Включение шага работы по таблице тока в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "**Таблица I**" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2). Файл с таблицей тока должен быть предварительно выбран и загружен на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса прибора (см. подраздел 20.3).

При выборе и загрузке таблицы тока, значения времени и тока из выбранной таблицы могут быть скорректированы (отмасштабированы) на заданные коэффициенты (множители) непосредственно на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса. При использовании отрицательного коэффициента (множителя) для значений тока, можно изменить знак тока из таблицы на противоположный (ток заряда заменить на ток разряда, и наоборот). Кроме того, табличные значения тока могут быть смещены (сдвинуты) на заданную величину. Таким образом, существует возможность использования таблиц с любыми исходными значениями времени и тока, поскольку эти значения могут быть легко скорректированы (подогнаны) под параметры тестируемого ХИТ и параметры прибора.

Скорректированные и подготовленные к исполнению значения тока при работе по таблице тока должны попадать в рабочий диапазон Анализатора (см. таблицу 3).

Скорректированная длительность таблицы тока также должна попадать в рабочий диапазон прибора.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) каждый прибор в группе будет обрабатывать заданное табличное значение тока. Таким образом, заданные табличные значения тока умножаются на число приборов в группе. Например, если мгновенное табличное значение тока составляет 10 А, и в группе работает 4 прибора, то результирующий мгновенный ток через ХИТ составит 40 А.

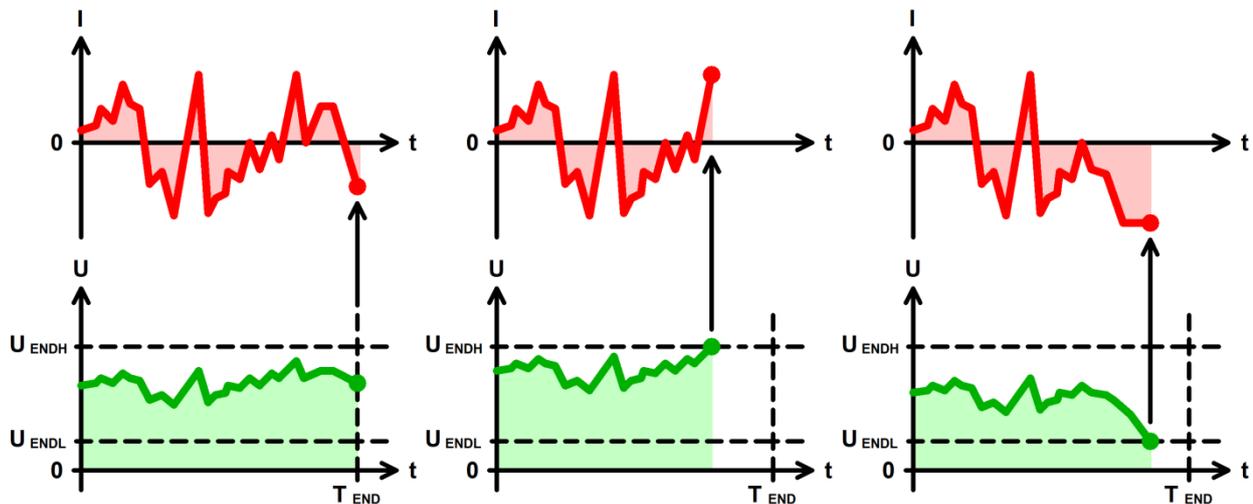


Рисунок 31 - Работа по таблице тока

Шаг работы по таблице тока имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 31):

- Увеличение напряжения на ХИТ до заданного верхнего напряжения окончания шага U_{ENDH} ;
- Снижение напряжения на ХИТ до заданного нижнего напряжения окончания шага U_{ENDL} .

Кроме того, шаг работы по таблице тока будет автоматически завершен по окончании исполнения всей таблицы (по истечению длительности таблицы T_{END}).

Заданные нижнее (U_{ENDL}) и верхнее (U_{ENDH}) напряжения окончания шага должны быть выбраны Пользователем при формировании программы тестирования из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 5).

Критерий окончания шага по достижению заданного нижнего напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода нижнего напряжения окончания пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Критерий окончания шага по достижению заданного верхнего напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода верхнего напряжения окончания пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Выбор аппаратного поддиапазона тока осуществляется прибором автоматически исходя из максимального абсолютного значения скорректированного тока, найденного в выбранном файле таблицы тока. При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Окончание шага работы по таблице тока происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания, либо по истечению длительности всей таблицы.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг работы по таблице тока имеет маркер шага "ТВ1".

12.19.4 Работа по таблице мощности

На шаге работы по таблице мощности Анализатор обеспечивает подачу на тестируемый ХИТ заданной мощности с мгновенным значением, выбираемым в зависимости от текущего времени шага по заданной таблице мощности. Мгновенное значение мощности может быть как положительным (мощность заряда), так и отрицательным (мощность разряда), а также нулевым (см. рисунок 32).

Величина мощности поддерживается Анализатором в соответствии с текущим мгновенным табличным значением и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения и тока прибора, см. таблицу 3).

Включение шага работы по таблице мощности в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Таблица Р" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2). Файл с таблицей мощности должен быть предварительно выбран и загружен на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса прибора (см. подраздел 20.3).

При выборе и загрузке таблицы мощности, значения времени и мощности из выбранной таблицы могут быть скорректированы (отмасштабированы) на заданные коэффициенты (множители) непосредственно на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса. При использовании отрицательного коэффициента (множителя) для значений мощности, можно изменить знак мощности из таблицы на противоположный (мощность заряда заменить на мощность разряда, и наоборот). Кроме того, табличные значения мощности могут быть смещены (сдвинуты) на заданную величину. Таким образом, существует возможность использования таблиц с любыми исходными значениями времени и мощности, поскольку эти значения могут быть легко скорректированы (подогнаны) под параметры тестируемого ХИТ и параметры прибора.

Скорректированные и подготовленные к исполнению значения мощности при работе по таблице мощности должны попадать в рабочий диапазон Анализатора (см. таблицу 3).

Скорректированная длительность таблицы мощности также должна попадать в рабочий диапазон прибора.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) каждый прибор в группе будет обрабатывать заданное табличное значение мощности. Таким образом, заданные табличные значения мощности умножаются на число приборов в группе. Например, если мгновенное табличное значение мощности составляет 250 Вт, и в группе работает 4 прибора, то результирующая мгновенная мощность на ХИТ составит 1 кВт.

Шаг работы по таблице мощности имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 32):

- Увеличение напряжения на ХИТ до заданного верхнего напряжения окончания шага U_{ENDH} ;
- Снижение напряжения на ХИТ до заданного нижнего напряжения окончания шага U_{ENDL} .

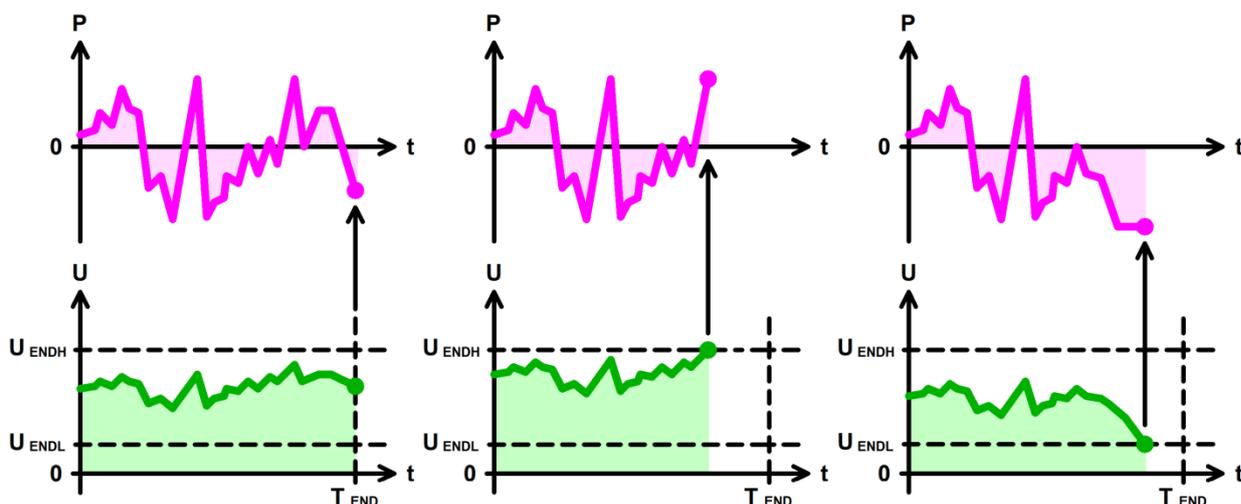


Рисунок 32 - Работа по таблице мощности

Кроме того, шаг работы по таблице мощности будет автоматически завершен по окончании исполнения всей таблицы (по истечению длительности таблицы T_{END}).

Заданные нижнее (U_{ENDL}) и верхнее (U_{ENDH}) напряжения окончания шага должны быть выбраны Пользователем при формировании программы тестирования из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3).

Критерий окончания шага по достижению заданного нижнего напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода нижнего напряжения окончания пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Критерий окончания шага по достижению заданного верхнего напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода верхнего напряжения окончания пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Выбор аппаратного поддиапазона тока осуществляется прибором автоматически исходя из максимального абсолютного значения скорректированной мощности, найденного в выбранном файле таблицы мощности, а также из большего из заданных значений нижнего напряжения окончания шага U_{ENDL} и ограничения минимального напряжения на ХИТ "Umin:" (см. рисунок 101). Например, для Анализатора ACK500.30.40.1 при максимальном абсолютном значении мощности, подготовленном к исполнению по заданной таблице мощности, составляющем 9 Вт, заданном нижнем напряжении окончания шага 10 В и заданном ограничении минимального напряжения на ХИТ 8 В, будет автоматически выбран аппаратный поддиапазон тока – 1 А, поскольку во время выполнения шага ток через ХИТ не превысит $9 \text{ Вт} / 10 \text{ В} = 0,9 \text{ А}$. Если критерий окончания шага по уменьшению напряжения на ХИТ до нижнего напряжения окончания шага U_{ENDL} не используется (поле ввода нижнего напряжения окончания шага оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ) и ограничение минимального напряжения на ХИТ также не используется (поле ввода ограничения минимального напряжения на ХИТ также оставлено пустым при задании программы тестирования), для расчета максимального тока через ХИТ во время выполнения таблицы мощности и выбора аппаратного поддиапазона тока используется минимальное значение напряжения из рабочего диапазона Анализатора – 0,1 В, что практически всегда приведет к выбору самого старшего аппаратного поддиапазона – 30 А.

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона напряжения и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "Umin:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

Окончание шага работы по таблице мощности происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания, либо по истечению длительности всей таблицы.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг работы по таблице мощности имеет маркер шага "ТВР".

12.19.5 Работа по таблице сопротивления

На шаге работы по таблице сопротивления Анализатор имитирует резистивную нагрузку с мгновенным значением электрического сопротивления, выбираемым в зависимости от текущего времени шага по заданной таблице сопротивления (см. рисунок 33).

Величина сопротивления поддерживается Анализатором в соответствие с текущим мгновенным значением по таблице и не зависит от напряжения на ХИТ (в пределах рабочего диапазона напряжения, тока и мощности прибора).

Включение шага работы по таблице сопротивления в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Таблица R" из выпадающего списка режимов работы

для конкретного шага (см. подраздел 20.2). Файл с таблицей сопротивления должен быть предварительно выбран и загружен на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса прибора (см. подраздел 20.3).

При выборе и загрузке таблицы сопротивления, значения времени и сопротивления из выбранной таблицы могут быть скорректированы (отмасштабированы) на заданные коэффициенты (множители) непосредственно на странице "Таблицы" Компьютерного Интерфейса. При использовании отрицательного коэффициента (множителя) для значений сопротивления, можно изменить знак сопротивления из таблицы на противоположный. Кроме того, табличные значения сопротивления могут быть смещены (сдвинуты) на заданную величину. Таким образом, существует возможность использования таблиц с любыми исходными значениями времени и сопротивления, поскольку эти значения могут быть легко скорректированы (подогнаны) под параметры тестируемого ХИТ и параметры прибора.

Скорректированные и подготовленные к исполнению значения сопротивления при работе по таблице сопротивления должны быть положительными и попадать в рабочий диапазон Анализатора (см. таблицу 3).

Скорректированная длительность таблицы сопротивления также должна попадать в рабочий диапазон прибора.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) каждый прибор в группе будет обрабатывать заданное табличное значение сопротивления. Таким образом, заданные табличные значения сопротивления делятся на число приборов в группе. Например, если мгновенное табличное значение сопротивления составляет 1 Ом, и в группе работает 4 прибора, то результирующее мгновенное сопротивление нагрузки на ХИТ составит 0,25 Ом.

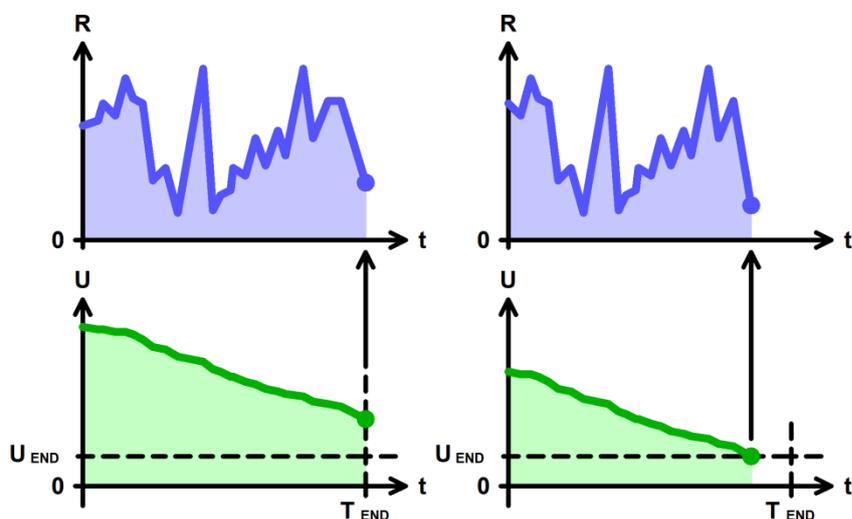


Рисунок 33 - Работа по таблице сопротивления

Шаг работы по таблице сопротивления имеет единственный настраиваемый критерий окончания шага – уменьшение напряжения на ХИТ до заданного конечного напряжения шага U_{END} (см. рисунок 33).

Кроме того, шаг работы по таблице сопротивления будет автоматически завершен по окончании исполнения всей таблицы (по истечению длительности таблицы T_{END}).

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем при формировании программы тестирования из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода нижнего напряжения окончания пустым при задании программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Аппаратный поддиапазон тока выбирается прибором автоматически на основе минимального значения скорректированного сопротивления, найденного в выбранном

файле таблицы сопротивления, а также на основе заданного ограничения максимального напряжения на ХИТ "U_{max}:" (см. рисунок 101). Если ограничение максимального напряжения на ХИТ не используется (поле ввода ограничения максимального напряжения на ХИТ оставлено пустым при задании программы тестирования ХИТ), для расчета максимального тока через ХИТ во время выполнения шага работы по таблице сопротивления и выбора аппаратного поддиапазона тока используется максимальное рабочее напряжение прибора (см. таблицу 3).

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона напряжения и тока и повышения точности измерений, рекомендуется вводить адекватные значения в поля ввода параметров ограничения, в частности "U_{max}:" (см. рисунок 101)!

При параллельной работе Анализаторов всегда автоматически выбирается старший аппаратный поддиапазон тока.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг работы по таблице сопротивления имеет маркер шага "TBR".

12.20 Самописец напряжения

На шаге самописца напряжения Анализатор прерывает подачу тока через ХИТ, продолжая измерять и фиксировать напряжение на клеммах ХИТ.

В отличие от режима "Релаксация" (см. подраздел 12.10), во время шага самописца напряжения ключ **K** (см. рисунок 4) размыкается, и к клеммам ХИТ остается подключен только вольтметр **V**, имеющий очень высокое входное сопротивление (см. раздел 6 и таблицу 3). Благодаря этому, в режиме самописца напряжения, дополнительные утечки тока со стороны Анализатора практически отсутствуют, и изменение напряжения на ХИТ определяется исключительно внутренними процессами, происходящими в самом ХИТ. К недостаткам режима самописца напряжения в отличие от режима "Релаксация" следует отнести дополнительное время, необходимое для отключения тестируемого ХИТ от внутренних силовых цепей прибора (не более 1 с), которое будет добавляться к общему времени тестирования ХИТ, но не будет учитываться в результатах измерений.

Включение шага самописца напряжения в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Самописец U" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Шаг самописца напряжения имеет два настраиваемых критерия окончания шага (см. рисунок 34):

- Достижение напряжением на ХИТ заданного напряжения окончания шага U_{END} ;
- Истечение отведенного времени шага T_{END} .

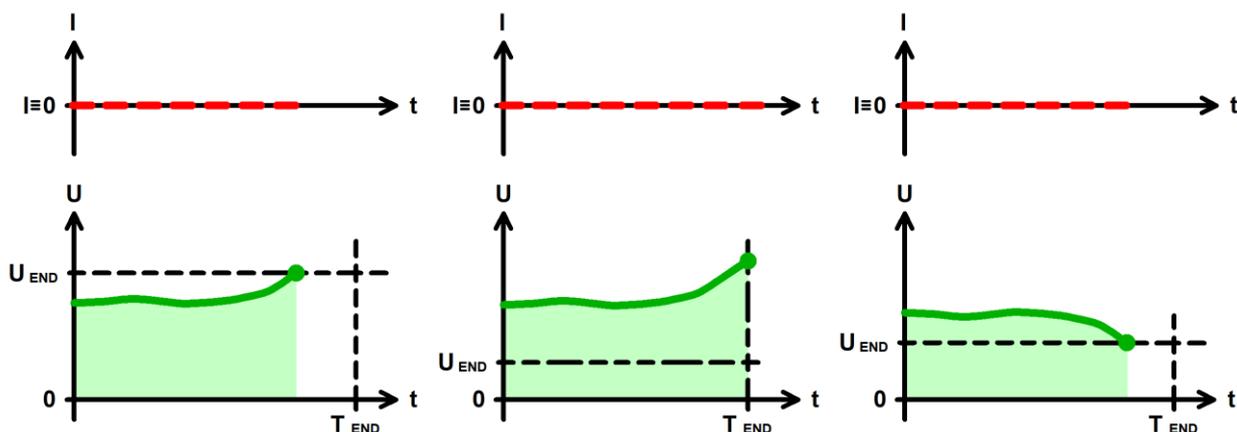


Рисунок 34 - Критерии окончания шага самописца напряжения

Заданное напряжение окончания шага U_{END} должно быть выбрано Пользователем при формировании программы тестирования ХИТ из рабочего диапазона Анализатора (см. таблицу 3). Окончание шага самописца напряжения происходит, как только текущее напряжение на ХИТ коснется заданного уровня напряжения окончания шага U_{END} . Критерий окончания шага по достижению заданного напряжения на ХИТ можно отключить, оставив поле ввода напряжения окончания пустым при задании программы тестирования (см. подраздел 20.2).

Максимальная длительность шага (отведенное время шага) T_{END} должна быть задана Пользователем из допустимого диапазона прибора (см. таблицу 3). Критерий окончания шага по истечению заданного времени отключить нельзя, однако возможно задать заведомо большее значение предельного времени шага, чем ожидается при тестировании ХИТ, чтобы данный критерий никогда не сработал.

Окончание шага самописца напряжения происходит при срабатывании любого (хотя бы одного) из заданных критериев окончания.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг самописца напряжения имеет маркер шага "LGU".

12.21 Пауза

В режиме паузы Анализатор не производит никакой работы с ХИТ. Во время паузы параметры ХИТ не фиксируются и не сохраняются в файлы результатов измерений (см. раздел 16).

Режим паузы может быть использован как таймер отложенного запуска программы тестирования, либо для "вырезания" из результатов измерений заданного отрезка времени. Например, темного времени суток при тестировании солнечных батарей.

Во время шага паузы ключ **K** (см. рисунок 2) размыкается, и к клеммам ХИТ остается подключен только вольтметр **V**, имеющий очень высокое входное сопротивление (см. раздел 6 и таблицу 3). Благодаря этому, в режиме паузы, дополнительные утечки тока со стороны Анализатора практически отсутствуют.

Включение шага паузы в программу тестирования ХИТ производится путем выбора режима "Пауза" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Шаг паузы имеет единственный критерий окончания шага – истечение заданного времени паузы. Заданное время паузы должно быть задано Пользователем из рабочего диапазона прибора (см. таблицу 3).

12.22 Режим MPPT

В режиме MPPT (Maximum Power Point Tracking) Анализатор создает электрическую нагрузку на тестируемый ИТ с такой проводимостью, чтобы обеспечить отбор от тестируемого ИТ максимально возможной электрической мощности.

Режим MPPT может быть использован для тестирования солнечных батарей, топливных элементов, микроветрогенераторов, а также других источников энергии.

Напряжение на тестируемом ИТ должно попадать в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3). Максимальная отбираемая от ИТ мощность ограничена максимальной мощностью разряда, которую может обеспечить прибор, а также максимальным током для выбранного при настройке шага MPPT аппаратного поддиапазона тока.

В режиме MPPT Анализатор использует алгоритм поиска точки максимальной мощности, принцип действия которого основан на непрерывном изменении входной проводимости прибора **G** с заданной Пользователем скоростью, с непрерывным отслеживанием мгновенной потребляемой от ИТ мощности **P** (см. рисунок 35).

После запуска шага MPPT, прибор начинает увеличивать свою входную проводимость. По мере роста проводимости (и роста отбираемого от ИТ тока), потребляемая от ИТ

мощность будет также возрастать. Возрастание отбираемой от ИТ мощности ограничено возможностями ИТ, и при некотором значении проводимости достигается максимум отбираемой от ИТ электрической мощности (см. рисунок 35). Дальнейшее увеличение проводимости приводит к падению отбираемой от ИТ мощности, ввиду существенного падения напряжения на ИТ. Когда прибор регистрирует снижение мощности на заданную величину dP (относительно найденного ранее максимума), направление изменения входной проводимости прибора меняется на противоположное – прибор начинает снижать проводимость, что приводит к постепенному уменьшению потребляемого от ИТ тока и к росту напряжения на ИТ. При смене направления изменения проводимости, поиск максимального значения мощности начинается заново. Преодолев снова максимум мощности и снова зарегистрировав снижение мощности на величину dP , прибор опять меняет направление изменения проводимости на противоположное. Далее этот процесс непрерывно повторяется. В результате, входная проводимость прибора будет колебаться вокруг точки максимальной мощности для ее непрерывного отслеживания и следования за точкой максимальной мощности при изменении характеристик ИТ.

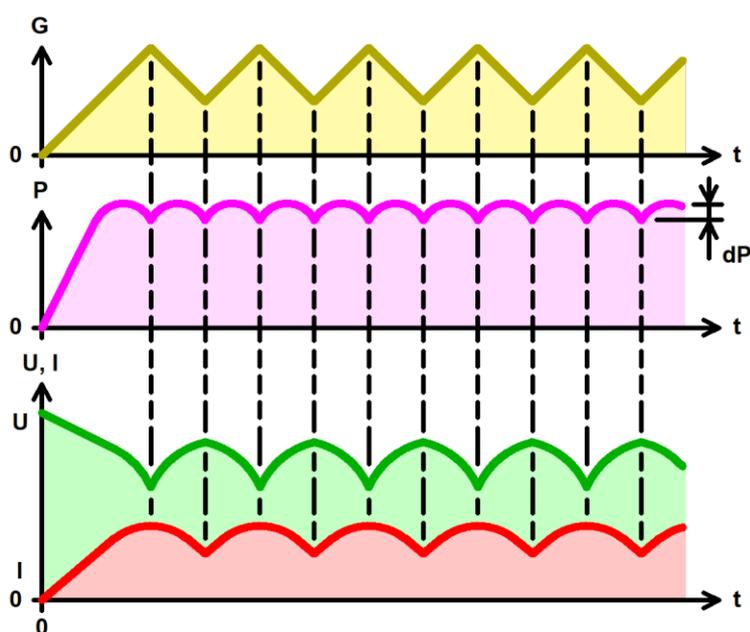


Рисунок 35 - Работа прибора в режиме MPPT

Включение шага MPPT в программу тестирования ИТ производится путем выбора режима "**MPPT**" из выпадающего списка режимов работы для конкретного шага (см. подраздел 20.2).

Аппаратный поддиапазон тока в режиме MPPT не может быть заранее определен прибором и должен быть задан Пользователем вручную, при формировании программы тестирования ИТ (см. подраздел 20.2).

Заданная скорость изменения проводимости, равно как и заданное изменение мощности dP , должны попадать в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3).

При параллельной работе Анализаторов потребляемый от ИТ ток и мощность делятся поровну между всеми приборами в группе. При этом возможности группы по отбираемому от ИТ току и мощности возрастают пропорционально числу приборов в группе.

Шаг MPPT имеет единственный критерий окончания шага – истечение заданного времени. Заданное время режима MPPT должно быть задано Пользователем из рабочего диапазона прибора.

Выбирая меньшие значения изменения мощности dP можно достичь лучшего приближения к точке максимальной мощности ИТ, и получить от ИТ максимум энергии. Увеличивая заданную скорость изменения проводимости, можно достичь более быстрой

реакции на изменение свойств ИТ, точка максимальной мощности будет отслеживаться более качественно. Однако слишком малая заданная величина изменения мощности dP , равно как и слишком большая скорость изменения проводимости, приведут к нестабильности поиска точки максимальной мощности, а в худшем случае – вообще к невозможности поиска этой точки. Поэтому значения скорости изменения проводимости и величина изменения мощности dP должны быть подобраны экспериментально для конкретного источника тока и конкретных условий теста.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг МРРТ имеет маркер шага "МРТ".

Примеры работы алгоритма МРРТ для солнечной батареи 24 В, 300 Вт при заданной скорости изменения проводимости G 10 мСм/с и для различных значений величины изменения мощности dP показаны на рисунках 36 – 38.

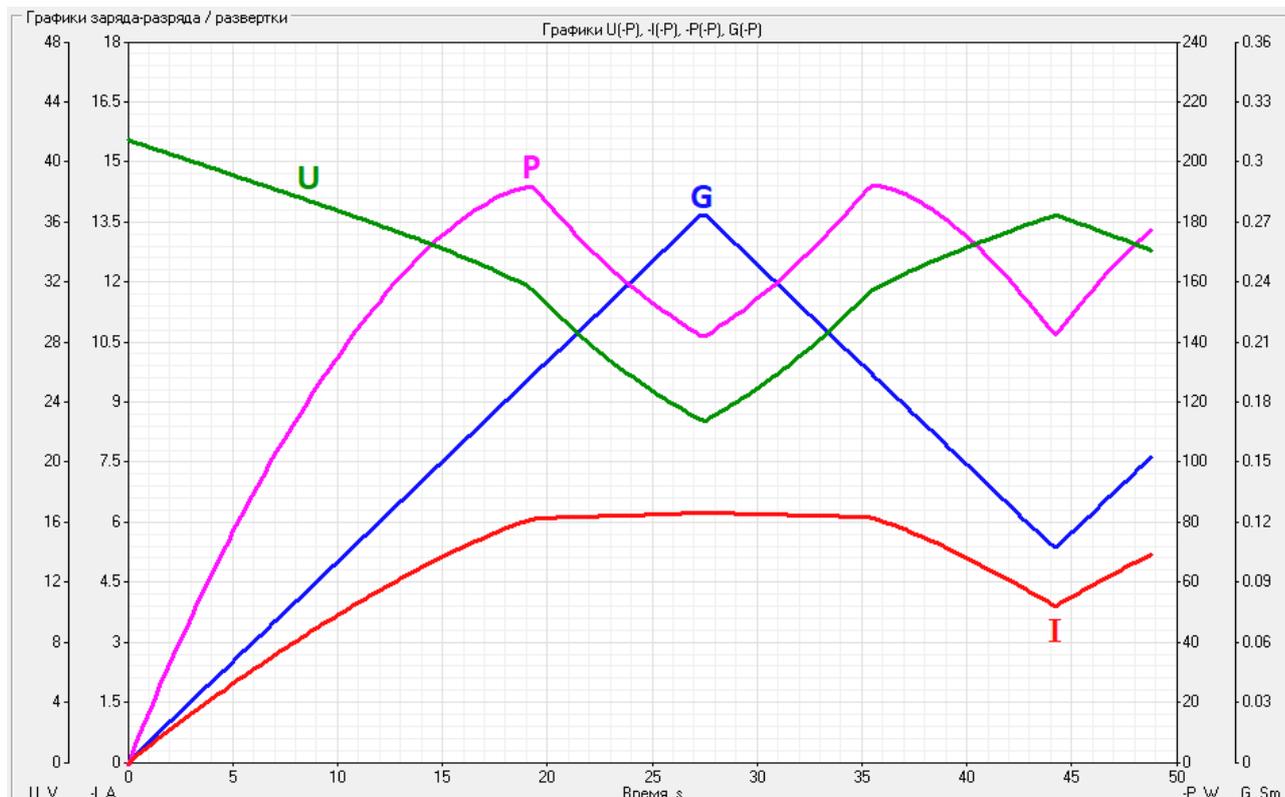


Рисунок 36 – Работа прибора в режиме МРРТ с солнечной батареей 24 В 300 Вт при заданной скорости изменения проводимости G 10 мСм/с и заданной величине изменения мощности dP 50 Вт

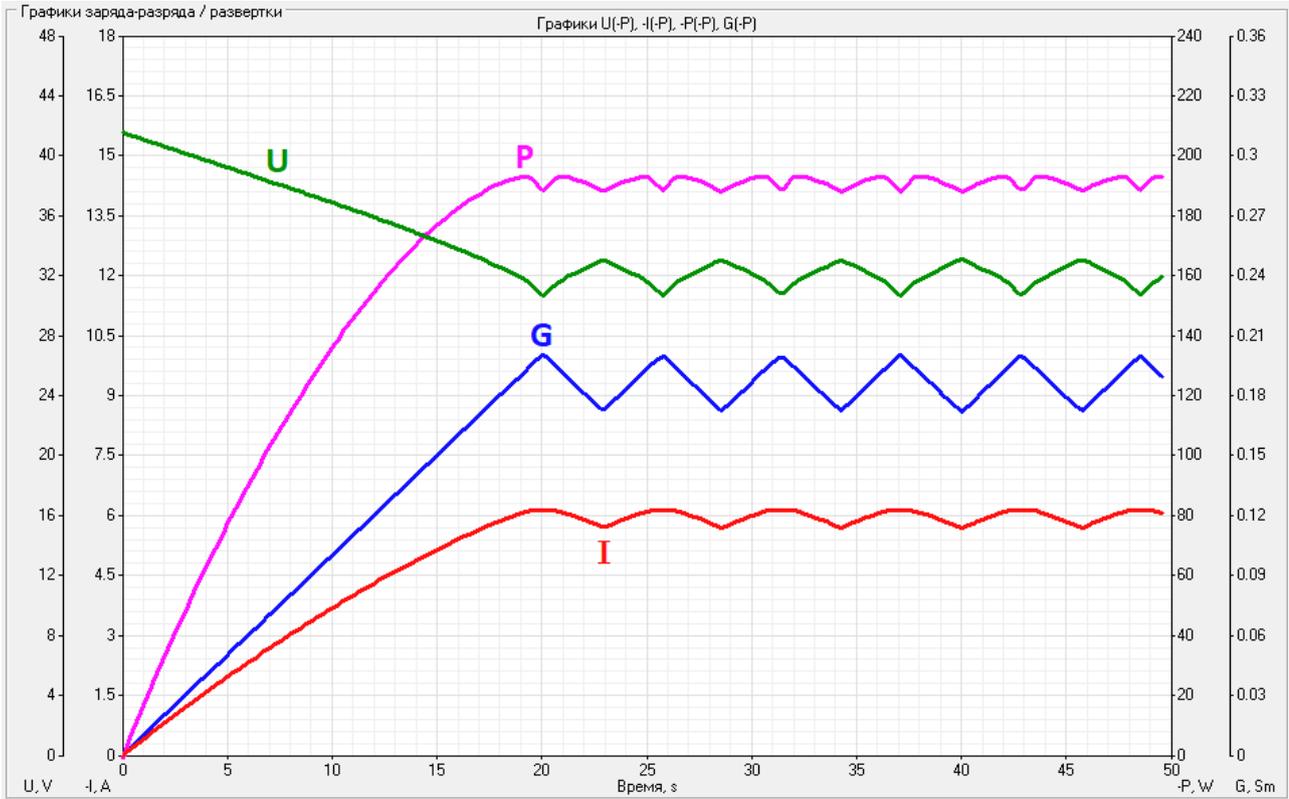


Рисунок 37 – Работа прибора в режиме МРРТ с солнечной батареей 24 В 300 Вт при заданной скорости изменения проводимости G 10 мСм/с и заданной величине изменения мощности dP 10 Вт

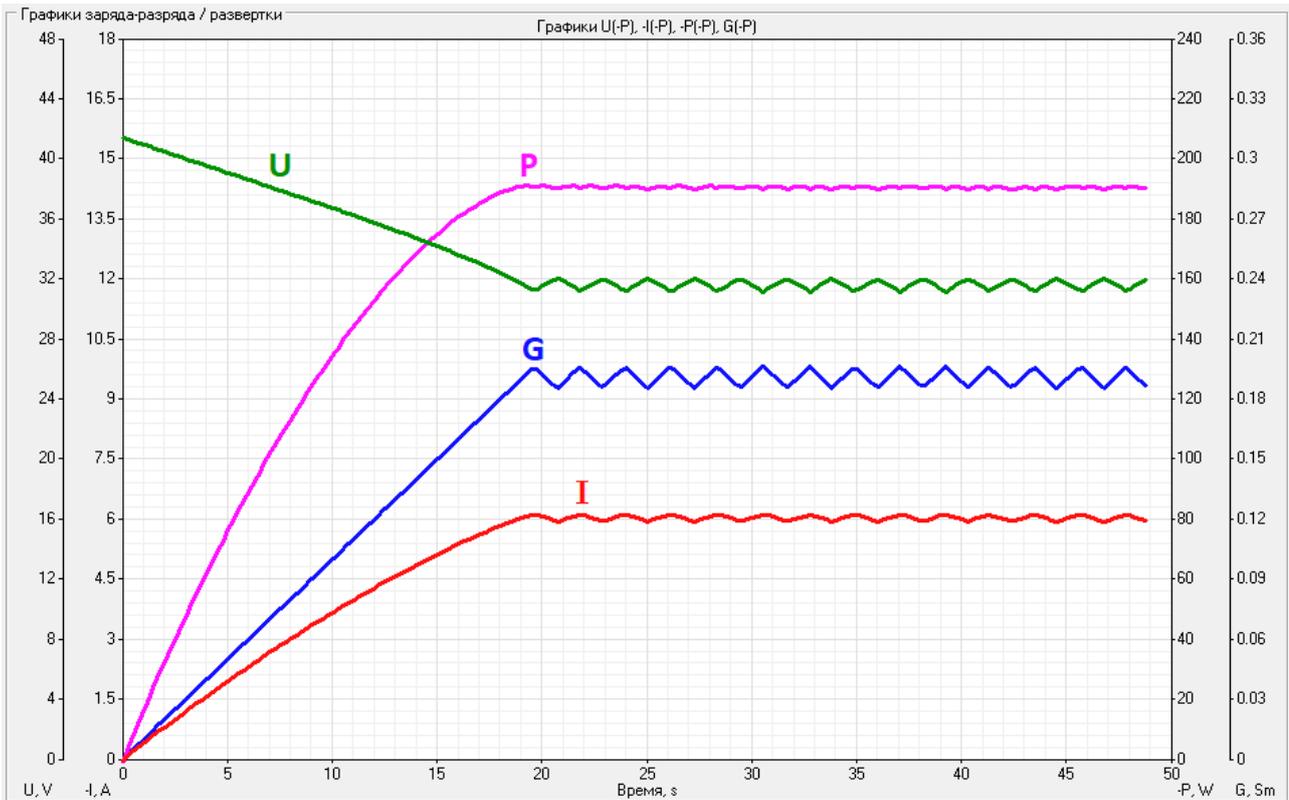


Рисунок 38 – Работа прибора в режиме МРРТ с солнечной батареей 24 В 300 Вт при заданной скорости изменения проводимости G 10 мСм/с и заданной величине изменения мощности dP 1 Вт

13 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХИТ

Анализаторы АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 позволяют определить:

- Ёмкость ХИТ по заряду, Q , А·ч;
- Ёмкость ХИТ по энергии, E , Вт·ч;
- Электрическую ёмкость (суперконденсаторов), C , Ф;
- КПД хранения заряда (по А·ч), EF_q , %;
- КПД хранения энергии (по Вт·ч) EF_e , %;
- Эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ (ESR), мОм;
- Средний ток утечки через ХИТ за каждый цикл заряда-разряда, $I_{\text{ук}}$, А.

Первичными параметрами, которые измеряет Анализатор, являются:

- Ток через ХИТ, А;
- Напряжение на клеммах ХИТ, В;
- Температура ХИТ, °С;
- Время, с.

Остальные параметры ХИТ являются расчетными и определяются по формулам, приведенным в этом и последующих разделах.

Положительные значения тока через ХИТ соответствуют процессу заряда ХИТ, отрицательные значения тока соответствуют процессу разряда ХИТ.

Первичные параметры регистрируются прибором с заданным шагом по времени, настраиваемым Пользователем при задании программы тестирования ХИТ. В результате, на каждом шаге программы тестирования (см. раздел 12), прибор сохраняет некоторое множество точек*. Каждая точка содержит мгновенное значение напряжения на ХИТ, мгновенное значение тока через ХИТ, мгновенное значение температуры ХИТ, а также момент времени от начала текущего шага программы тестирования ХИТ, в который были зарегистрированы эти мгновенные значения напряжения, тока и температуры.

Для дальнейшего описания расчетных формул, обозначим общее количество зарегистрированных прибором точек на конкретном шаге программы тестирования ХИТ буквой "k".

Таблица 5 - Набор первичных параметров для каждого шага тестирования ХИТ

Параметр	Значение параметра									
	0	1	2	3	...	i-1	i	...	k	
Номер точки*	0	1	2	3	...	i-1	i	...	k	
Время, с	0	t_1	t_2	t_3	...	t_{i-1}	t_i	...	t_k	
Напряжение, В	равно U_1	U_1	U_2	U_3	...	U_{i-1}	U_i	...	U_k	
Ток, А	равно I_1	I_1	I_2	I_3	...	I_{i-1}	I_i	...	I_k	
Температура, °С		T_1	T_2	T_3	...	T_{i-1}	T_i	...	T_k	

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

Для каждой точки первичных параметров, зарегистрированной Анализатором в процессе тестирования, вычисляется порция заряда dQ , А·ч, и порция энергии dE , Вт·ч, полученная ХИТ за время, прошедшее между регистрациями текущей (i) и предыдущей ($i - 1$) точек:

$$dQ_i = \frac{I_i + I_{i-1}}{2} \cdot (t_i - t_{i-1}) \quad (1)$$

$$dE_i = \frac{I_i \cdot U_i + I_{i-1} \cdot U_{i-1}}{2} \cdot (t_i - t_{i-1}) \quad (2)$$

где: dQ_i - порция заряда, полученная тестируемым ХИТ в точке с номером i , А·ч;
 dE_i - порция энергии, полученная тестируемым ХИТ в точке с номером i , Вт·ч;
 I_i - ток через ХИТ в точке с номером i , А;
 U_i - напряжение на ХИТ в точке с номером i , В;
 I_{i-1} - ток через ХИТ в точке с номером $i - 1$, А;
 U_{i-1} - напряжение на ХИТ в точке с номером $i - 1$, В;
 t_i - время от начала шага в точке с номером i , ч;
 t_{i-1} - время от начала шага в точке с номером $i - 1$, ч.

Положительные значения порций заряда dQ_i соответствуют заряду, переданному на ХИТ в процессе заряда, и в дальнейшем будут обозначаться как " dQ^+ ".

Отрицательные значения порций заряда dQ_i соответствуют заряду, возвращенному от ХИТ в процессе разряда, и в дальнейшем будут обозначаться как " dQ^- ".

Положительные значения порций энергии dE_i соответствуют энергии, переданной на ХИТ в процессе заряда, и в дальнейшем будут обозначаться как " dE^+ ".

Отрицательные значения порций энергии dE_i соответствуют энергии, возвращенной от ХИТ в процессе разряда, и в дальнейшем будут обозначаться как " dE^- ".

Полный заряд, полученный или возвращенный тестируемым ХИТ на конкретном шаге программы тестирования, вычисляется как интеграл от тока по времени для конкретного шага программы тестирования ХИТ, согласно формулам (1) и (3):

$$Q_s = \sum_{i=1}^{i=k} dQ_i \quad (3)$$

где: Q_s - заряд, полученный ХИТ в конкретном шаге программы тестирования, А·ч;
 i - номер очередной точки;
 k - общее количество точек, зарегистрированных Анализатором в данном шаге;
 dQ_i - порция заряда, полученная тестируемым ХИТ в точке с номером i , А·ч.

Полная энергия, полученная или возвращенная тестируемым ХИТ на конкретном шаге программы тестирования, вычисляется как интеграл от мощности по времени для конкретного шага программы тестирования ХИТ, согласно формулам (2) и (4):

$$E_s = \sum_{i=1}^{i=k} dE_i \quad (4)$$

где: E_s - энергия, полученная ХИТ в конкретном шаге программы тестирования, Вт·ч;
 i - номер очередной точки;

k - общее количество точек, зарегистрированных Анализатором в данном шаге;
 dE_i - порция энергии, полученная тестируемым ХИТ в точке с номером i , Вт·ч.

Значения заряда Q_s и энергии E_s , полученные или возвращенные ХИТ на конкретном шаге программы тестирования (см. раздел 12), попадают в файлы сводных результатов измерений (см. подраздел 16.3), в строки, описывающие параметры ХИТ для конкретного выполненного шага программы тестирования.

Для расчета характеристик тестируемого ХИТ в пределах полного цикла заряда-разряда вводятся следующие параметры:

- Q_{CLK}^+ - суммарный заряд, переданный на ХИТ в пределах данного цикла, А·ч;
- Q_{CLK}^- - суммарный заряд, возвращенный от ХИТ в пределах данного цикла, А·ч;
- E_{CLK}^+ - суммарная энергия, переданная на ХИТ в пределах данного цикла, Вт·ч;
- E_{CLK}^- - суммарная энергия, возвращенная от ХИТ в пределах данного цикла, Вт·ч.

Эти параметры обнуляются с началом выполнения очередного цикла заряда-разряда ХИТ (см. раздел 12) и вычисляются (суммируются) по формулам (5), (6), (7) и (8) на протяжении выполнения всего цикла, включая все шаги программы тестирования, выполняемые в пределах конкретного цикла заряда-разряда.

Суммарный заряд, переданный на тестируемый ХИТ в пределах конкретного цикла программы тестирования, вычисляется как сумма всех положительных порций заряда, переданных на тестируемый ХИТ за весь цикл:

$$Q_{CLK}^+ = \sum_{CLK} dQ^+ \quad (5)$$

где: Q_{CLK}^+ - суммарный заряд, полученный ХИТ в пределах данного цикла, А·ч;
 dQ^+ - очередная порция заряда, переданная на тестируемый ХИТ, А·ч.

Суммарный заряд, возвращенный от тестируемого ХИТ в пределах конкретного цикла программы тестирования, вычисляется как сумма всех отрицательных порций заряда, возвращенных от ХИТ за весь цикл:

$$Q_{CLK}^- = \sum_{CLK} dQ^- \quad (6)$$

где: Q_{CLK}^- - суммарный заряд, возвращенный от ХИТ в пределах данного цикла, А·ч;
 dQ^- - очередная порция заряда, возвращенная от тестируемого ХИТ, А·ч.

Суммарная энергия, переданная на тестируемый ХИТ в пределах конкретного цикла программы тестирования, вычисляется как сумма всех положительных порций энергии, переданных на тестируемый ХИТ за весь цикл, по формуле (7).

$$E_{CLK}^+ = \sum_{CLK} dE^+ \quad (7)$$

где: E_{CLK}^+ - суммарная энергия, полученная ХИТ в пределах данного цикла, Вт·ч;
 dE^+ - очередная порция энергии, переданная на тестируемый ХИТ, Вт·ч.

Суммарная энергия, возвращенная от тестируемого ХИТ в пределах конкретного цикла программы тестирования, вычисляется как сумма всех отрицательных порций энергии, возвращенных от тестируемого ХИТ за весь цикл:

$$E_{CLK}^- = \sum_{CLK} dE^- \quad (8)$$

где: E_{CLK}^- - суммарная энергия, возвращенная от ХИТ в пределах данного цикла, Вт·ч;
 dE^- - очередная порция энергии, возвращенная от тестируемого ХИТ, Вт·ч.

Полная ёмкость ХИТ Q , А·ч, приравнивается к суммарному заряду Q_{CLK}^- , возвращенному от ХИТ в пределах всего цикла:

$$Q = Q_{CLK}^- \quad (9)$$

где: Q - полная ёмкость ХИТ за цикл, при заданных параметрах тестирования, А·ч;
 Q_{CLK}^- - суммарный заряд, возвращенный от ХИТ в пределах данного цикла, А·ч.

Результат расчета полной ёмкости ХИТ Q попадает в строки "GNRL" сводного файла результатов по шагам или по циклам программы тестирования ХИТ (см. подраздел 16.3), а также выводится на графики анализа (см. подраздел 20.6).

Полная энергоёмкость ХИТ E , Вт·ч, приравнивается к суммарному заряду E_{CLK}^- , возвращенному от ХИТ в пределах всего цикла:

$$E = E_{CLK}^- \quad (10)$$

где: E – полная энергоёмкость ХИТ за цикл, в заданных условиях тестирования, Вт·ч;
 E_{CLK}^- - суммарная энергия, возвращенная от ХИТ в пределах данного цикла, Вт·ч.

Результат расчета полной энергоёмкости ХИТ E попадает в строки "GNRL" сводного файла результатов программы тестирования (см. подраздел 16.3), а также выводится на графики анализа (см. подраздел 20.6).

В случае использования сложной программы тестирования ХИТ, состоящий из последовательности *чередующихся* режимов заряда и разряда, результат определения полной ёмкости ХИТ Q и полной энергоёмкости ХИТ E может превышать фактически накапливаемый в ХИТ заряд и энергию. В связи с этим, для измерения реальной ёмкости ХИТ, А·ч, и реальной энергоёмкости ХИТ, Вт·ч, следует использовать простые программы тестирования, состоящие только из *одной* последовательности заряда и разряда.

КПД ХИТ по заряду EF_q вычисляется как отношение суммарного заряда, возвращенного ХИТ в пределах конкретного цикла заряда-разряда, к суммарному заряду, полученному ХИТ за данный цикл:

$$EF_q = \frac{Q_{CLK}^-}{Q_{CLK}^+} \cdot 100 \quad (11)$$

где: EF_q - КПД ХИТ по заряду (КПД хранения заряда), %;
 Q_{CLK}^- - суммарный заряд, возвращенный от ХИТ в пределах данного цикла, А·ч;
 Q_{CLK}^+ - суммарный заряд, переданный на ХИТ в пределах данного цикла, А·ч.

КПД ХИТ по энергии EF_e вычисляется как отношение суммарной энергии, возвращенной ХИТ в пределах конкретного цикла заряда-разряда, к суммарной энергии, полученной ХИТ за данный цикл:

$$EF_e = \frac{E_{CLK}^-}{E_{CLK}^+} \cdot 100 \quad (12)$$

где: EF_e - КПД ХИТ по энергии (КПД хранения энергии), %;

E_{CLK}^- - суммарная энергия, возвращенная от ХИТ в пределах данного цикла, Вт·ч;
 E_{CLK}^+ - суммарная энергия, переданная на ХИТ в пределах данного цикла, Вт·ч.

Средний ток утечки через ХИТ I_{lk} за время цикла заряда-разряда вычисляется как разность полученного и возвращенного заряда (то есть заряда, утерянного в ХИТ), отнесенная к общей длительности всего цикла заряда-разряда (сумме длительностей всех шагов, входящих в данный цикл заряда-разряда):

$$I_{lk} = \frac{Q_{CLK}^+ - |Q_{CLK}^-|}{\sum t_k} \quad (13)$$

где: I_{lk} - средний ток утечки через ХИТ за цикл заряда-разряда, А;

Q_{CLK}^+ - суммарный заряд, переданный на ХИТ в пределах данного цикла, А·ч;

Q_{CLK}^- - суммарный заряд, возвращенный от ХИТ в пределах данного цикла, А·ч;

t_k - длительность очередного шага в цикле заряда-разряда ХИТ, ч.

Средний ток утечки через ХИТ I_{lk} носит оценочный характер, и при значениях КПД по заряду (EF_q), близких к 100 %, может отличаться от действительного значения тока утечки через ХИТ в десять и более раз.

Измерение эквивалентного последовательного внутреннего сопротивления (ESR) ХИТ с помощью Анализаторов серии АСК500 осуществляется тремя различными способами.

Методика измерения эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) ХИТ, Ом, используемая Анализаторами серии АСК500, представлена в разделе 14.

Алгоритм определения электрической ёмкости ХИТ C , Ф, изложен в разделе 15.

Сводный файл результатов измерений по шагам или по циклам (см. подраздел 16.3) содержит ряд параметров, усредняемых в пределах конкретного шага или цикла программы тестирования ХИТ.

В частности, к таким параметрам относится температура ХИТ, электрическая ёмкость ХИТ, эквивалентное последовательное сопротивление (ESR), измеренное методом периодического прерывания тока заряда (разряда) или в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления (см. подразделы 14.2 и 14.3), а также эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ, измеренное вначале заряда и вначале разряда (см. подраздел 14.4).

Усреднение значений для конкретного параметра проводится в пределах конкретного шага или цикла только по значениям параметра, отличным от нуля. Нулевые значения параметра означают, что его измерение не производилось, и в расчете среднего значения для данного параметра не участвуют.

14 ИЗМЕРЕНИЕ ESR ХИТ

14.1 Общие указания

Анализаторы АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 способны измерять эквивалентное последовательное сопротивление (ESR) ХИТ. Измерение ESR может осуществляться тремя различными способами.

Все три способа измерения ESR основаны на измерении скачка напряжения на клеммах тестируемого ХИТ dU , вызванного скачкообразным изменением в токе di , проходящем через ХИТ, при этом скачкообразное изменение тока может происходить как преднамеренно, путем добавления в ток специальных пауз, так и вследствие естественной смены тока в ходе выполнения заданной программы тестирования ХИТ.

Эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ определяется по формуле (14):

$$ESR = \frac{dU}{dI} \quad (14)$$

где: **ESR** – эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ, Ом;

dI – возмущение (перепад) тока через ХИТ, А;

dU – скачок напряжения на клеммах ХИТ, В, вызванный перепадом тока **dI**.

Каждый из способов имеет свои преимущества и свои недостатки, и может применяться в зависимости от конкретных условий тестирования и конкретных параметров исследуемого ХИТ.

14.2 Измерение ESR ХИТ методом периодического прерывания тока

Измерение ESR ХИТ методом периодического прерывания тока работает следующим образом. В ходе режимов заряда или разряда тестируемого ХИТ через заданный период времени P_{ESR} , настраиваемый в широких пределах, ток через ХИТ прерывается (выключается) на период времени D_{ESR} , также настраиваемый в широких пределах, затем по скачку напряжения на клеммах ХИТ **dU** и величине прерываемого тока **dI** определяется очередное мгновенное значение ESR.

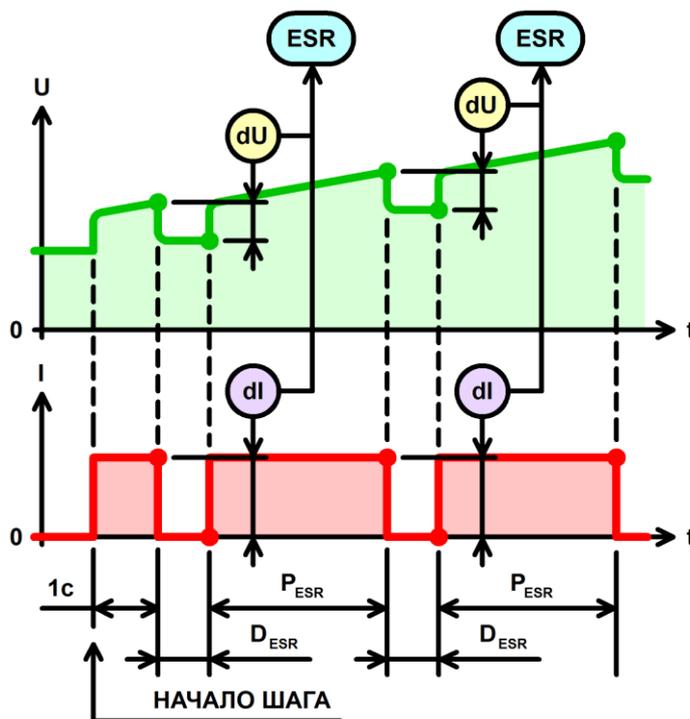


Рисунок 39 - Периодическое измерение ESR ХИТ в процессе заряда (разряда)

Достоинства способа измерения ESR ХИТ методом периодического прерывания тока:

- Является наиболее точным способом измерения ESR ХИТ, реализуемым с помощью Анализаторов серии ACK500;
- Позволяет получить множество мгновенных значений ESR непосредственно во время процесса заряда или разряда, что дает возможность построения зависимости ESR от времени заряда (разряда), а также от степени заряженности или от глубины разряда исследуемого ХИТ;
- При выборе длительности паузы $D_{ESR} = "1000\text{Hz}"$ (0,5 мс), результаты измерения ESR соответствуют результатам измерения ESR, получаемым с помощью общепринятой методики измерения ESR ХИТ на переменном токе частотой 1000 Гц.

Недостатки:

- В результате добавления пауз в ток через тестируемый ХИТ, среднее значение тока через ХИТ снижается, как следствие, время заряда или разряда ХИТ – увеличивается;
- Способ работает не во всех режимах тестирования ХИТ;
- Способ недоступен при параллельной работе Анализаторов.

Включение или отключение данного способа измерения ESR, период измерения ESR P_{ESR} , а также длительность измерения ESR D_{ESR} настраивается в Компьютерном Интерфейсе при подготовке программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

Измерение ESR ХИТ данным способом может быть выполнено только на шагах:

- Заряда постоянным током (CHCC);
- Заряда постоянной мощностью (CHCP);
- Разряда постоянным током (DCHCC);
- Разряда постоянной мощностью (DCHCP);
- Разряда на постоянное сопротивление (DCHCR);
- Развёртки тока;
- Развёртки мощности;
- Развёртки сопротивления.

Первое измерение ESR всегда производится через 1 с после начала шага.

Учитывая, что данный способ подразумевает прерывание тока заряда (разряда) на некоторое время, среднее значение тока через ХИТ будет меньше заданного. Например, если $P_{ESR} = D_{ESR} = 1$ с, а заданный ток заряда (разряда) составляет 10 А, средний ток заряда (разряда) составит только 5 А. При этом, скорость заряда (разряда) ХИТ будет уменьшена вдвое.

Во время паузы для измерения ESR (D_{ESR}) производится блокировка сохранения мгновенных значений параметров тестируемого ХИТ в файлы первичных данных (см. подраздел 16.2 и подраздел 20.2), также как блокируется и вывод параметров на графики заряда-разряда (см. подраздел 20.4). Мгновенные значения параметров тестируемого ХИТ сохраняются в файлы первичных данных и выводятся на графики заряда-разряда только в течение времени P_{ESR} (между измерениями ESR).

При данном методе сохранения результатов измерений, для учета отсутствия тока через ХИТ на время D_{ESR} , при обработке результатов измерений, полученных от прибора, вводится понижающий коэффициент:

$$K_{ESR} = \frac{P_{ESR}}{P_{ESR} + D_{ESR}} \quad (15)$$

где: K_{ESR} – понижающий коэффициент для тока;

P_{ESR} – период между паузами в токе для измерения ESR, с;

D_{ESR} – длительность паузы в токе для измерения ESR, с.

На данный понижающий коэффициент умножаются результаты измерения мгновенного тока через ХИТ, сохраняемые в файлы первичных данных. Таким образом, в файлы результатов измерений попадает не истинный мгновенный ток через ХИТ, а скорректированное значение тока через ХИТ, с учетом пауз для измерения ESR.

Например, если $P_{ESR} = D_{ESR} = 1$ с, $K_{ESR} = 1 / (1 + 1) = 0,5$. При этом, если мгновенный результат измерения тока, полученный в течение времени P_{ESR} (то есть между измерениями ESR) составляет 10 А, в файл первичных данных будет сохранено мгновенное значение тока, равное $10 \cdot 0,5 = 5$ А. В дальнейшем, при обработке полученных первичных результатов измерений, это позволит получить корректные результаты расчета ёмкости, А·ч, энергоёмкости, Вт·ч, электрической ёмкости, Ф, и других необходимых параметров тестируемого ХИТ.

Для периода между измерениями ESR P_{ESR} могут быть выбраны следующие значения:

- "Not meas." – измерение ESR на конкретном шаге производиться не будет;
- "1s" (1 с)
- "2s" (2 с)
- "5s" (5 с)
- "10s" (10 с)
- "20s" (20 с)
- "1min" (1 мин)
- "2min" (2 мин)
- "5min" (5 мин)
- "10min" (10 мин)
- "20min" (20 мин)
- "1h" (1 ч)
- "2h" (2 ч)
- "5h" (5 ч)
- "10h" (10 ч)
- "1d" (1 сут)

Для длительности пауз в токе для измерения ESR D_{ESR} могут быть выбраны следующие значения:

- "1min" (1 мин)
- "2s" (2 с)
- "5Hz" (0,1 с)
- "100Hz" (5 мс)
- "20s" (20 с)
- "1s" (1 с)
- "10Hz" (50 мс)
- "250Hz" (2 мс)
- "10s" (10 с)
- "1Hz" (0,5 с)
- "25Hz" (20 мс)
- "500Hz" (1 мс)
- "5s" (5 с)
- "2.5Hz" (0,2 с)
- "50Hz" (10 мс)
- "1000Hz" (0,5 мс)

Наибольшая точность измерения ESR методом прерывания тока через ХИТ обеспечивается за счет отсутствия переходных процессов, связанных с работой регуляторов заряда и разряда, входящих в состав Анализатора (см. рисунок 2), поскольку на время паузы ток через ХИТ полностью выключается и сразу принимает нулевое значение. Как результат, при всех заданных значениях D_{ESR} результаты измерения ESR получаются повторяемыми и наиболее точными.

Выбор конкретных значений периода между измерениями ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе для измерения ESR D_{ESR} зависит от конкретных задач при тестировании ХИТ.

В общем случае, период измерения ESR P_{ESR} следует выбирать из расчета, чтобы на конкретном шаге программы тестирования получить, в среднем, от 25 до 100 измерений ESR. Например, если шаг разряда конкретного аккумулятора при конкретных условиях тестирования длится примерно 1 час, хорошим выбором для P_{ESR} будет 1 мин. Это позволит получить примерно 60 результатов измерения ESR в течение данного шага.

Длительность измерения ESR D_{ESR} определяет больший или меньший вклад в результаты измерения ESR поляризационной составляющей эквивалентного последовательного сопротивления ХИТ. При больших длительностях D_{ESR} вклад поляризационной составляющей будет большим, и, как следствие, значение результата измерения ESR, в общем случае, будет выше, и наоборот, при меньших длительностях D_{ESR} вклад поляризационной составляющей будет меньшим, и, как следствие, значение результата измерения ESR, в общем случае, будет ниже.

Результаты измерения ESR методом периодического прерывания тока попадают в файлы результатов в столбец "ESR,mR" (см. раздел 16).

Кроме того, результаты измерения ESR, полученные данным способом, могут быть выведены на графики на странице "Графики" (см. подраздел 20.4).

Если в программе тестирования ХИТ (см. раздел 12 и подраздел 20.2) используются шаги СНСС, СНСР, ДСНСС, ДСНСР, ДСНСР, развёртки тока, мощности или сопротивления, но функция измерения ESR ХИТ методом прерывания тока для данных шагов отключена, в столбец "ESR,mR" будут сохраняться нулевые значения.

В целом, измерение ESR будет тем точнее, чем больше по абсолютной величине значение прерываемого тока, и чем больше само по себе измеряемое значение ESR ХИТ.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) измерение ESR ХИТ методом периодического прерывания тока становится недоступно.

14.3 Измерение ESR ХИТ в режимах импульсов

В этом способе ESR ХИТ определяется по скачкам напряжения на ХИТ dU , вызванным скачками di в токе через ХИТ в результате смены импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления при выполнении шагов импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления (см. подразделы 12.15, 12.16, 12.17 и 12.18).

Способ измерения ESR показан на рисунке 40 на примере режима импульсов тока.

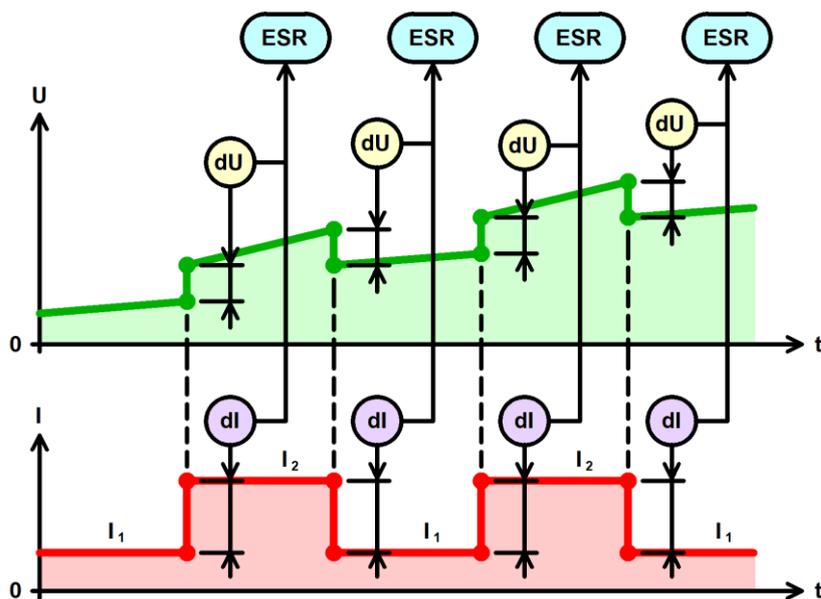


Рисунок 40 - Измерение ESR ХИТ в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления

Достоинства способа измерения ESR ХИТ в режимах импульсов:

- Позволяет получить множество мгновенных значений ESR непосредственно во время выполнения шага импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления, что дает возможность построения зависимости ESR от времени, а также от степени заряженности или от глубины разряда исследуемого ХИТ;
- Не снижает среднее значение тока через ХИТ, не увеличивает время заряда или разряда и не требует дополнительных ресурсов прибора.

Недостатки:

- Работает только в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления;
- Способ недоступен при параллельной работе Анализаторов;
- В некоторых случаях результаты измерения ESR могут быть искажены под влиянием переходных процессов стабилизации напряжения, тока, мощности или сопротивления на ХИТ (подробнее см. ниже).

При измерении ESR в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления нужно принять во внимание, что изменение тока через ХИТ при смене импульсов не происходит мгновенно, а занимает, в среднем, время T_{st} , от 5 до 30 мс, в зависимости от конкретных условий тестирования и заданных значений параметров (см. рисунок 41). Кроме того, присутствует определенная задержка T_{dl} в измерении и обработке прибором результатов измерений. Все это приводит к запаздыванию получения второго значения напряжения на клеммах ХИТ при определении скачка напряжения dU на суммарное время ($T_{st} + T_{dl}$) от 5 до 50 мс. Как следствие, в полученный результат измерения скачка напряжения dU_m вносятся искажения Err , поскольку напряжение на тестируемом ХИТ изменяется не только за счет скачка напряжения dU ; собственно на ESR, но и за счет того, что тестируемый ХИТ успевает частично зарядиться или разрядиться за время задержки измерений ($T_{st} + T_{dl}$). Тем самым, результаты измерений ESR получаются завышенными или заниженными относительно истинного значения ESR ХИТ. Данный негативный эффект будет проявляться тем сильнее, чем меньше ёмкость тестируемого ХИТ, чем ниже значение его ESR и чем быстрее на нем изменяется напряжение в ходе заряда или разряда (что имеет место, например, при тестировании суперконденсаторов). В этом случае, для получения наиболее точных значений ESR рекомендуется использовать способ измерения ESR методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2).

Результаты измерения ESR в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления попадают в файлы результатов в столбец "ESR,mR" (см. раздел 16).

Кроме того, результаты измерения ESR, полученные данным способом, могут быть выведены на графики на странице "Графики" (см. подраздел 20.4).

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) измерение ESR ХИТ при выполнении шагов импульсов напряжения, тока, мощности и сопротивления не производится.

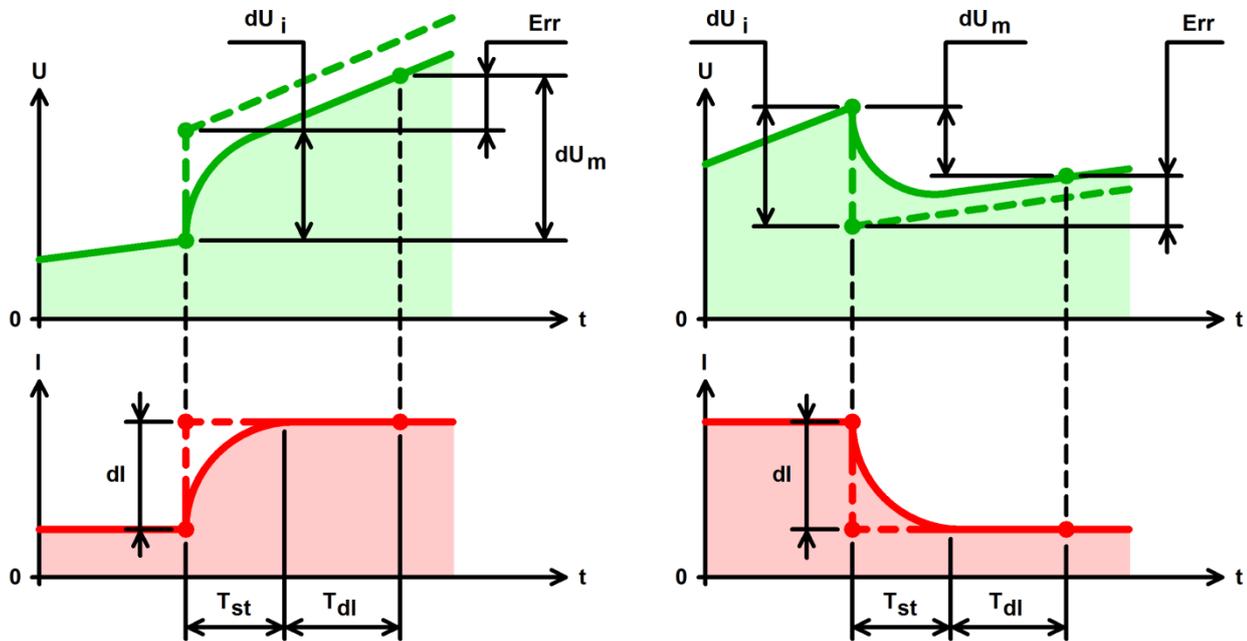


Рисунок 41 - Причины возникновения ошибок при измерении ESR

- здесь: dU_i – идеальное значение скачка напряжения на ESR ХИТ;
- dU_m – измеренное значение скачка напряжения на ESR ХИТ;
- Err – ошибка в измерении скачка напряжения на ESR ХИТ;
- dI – скачек тока, вызывающий скачек в напряжении на клеммах ХИТ;
- T_{st} – время установления заданного значения тока через ХИТ;
- T_{dl} – задержка измерений и обработки результатов измерений.

В целом, измерение ESR будет тем точнее, чем больше по абсолютной величине изменение тока через ХИТ, чем ниже скорость изменения напряжения на ХИТ в процессе заряда и разряда (чем больше его ёмкость), и чем больше само по себе измеряемое значение ESR ХИТ.

При параллельной работе Анализаторов (см. раздел 11) измерение ESR ХИТ в режимах импульсов напряжения, тока, мощности и сопротивления не производится.

14.4 Измерение ESR ХИТ при смене шагов программы

В этом способе ESR ХИТ определяется по скачку напряжения на ХИТ вначале очередного шага программы тестирования ХИТ. Если ток через ХИТ вначале нового шага стал больше, чем был в конце предыдущего шага программы, скачек тока является положительным, и результат измерения ESR вначале данного шага относится к началу заряда (**ESRc** – **ESRcharge**). Если ток через ХИТ вначале нового шага стал меньше, чем был в конце предыдущего шага программы, скачек тока является отрицательным, а результат измерения ESR вначале данного шага относится к началу разряда (**ESRd** – **ESRdischarge**). Оба типа этих значений попадают в сводный файл результатов измерений, но для конкретного шага программы значащим будет лишь одно из них, второе будет нулевым (см. подраздел 16.3).

Если в цикле используется несколько шагов заряда (разряда), в строки "GNRL" сводного файла по циклам программы попадают усредненные по всем шагам заряда и по всем шагам разряда в данном цикле результаты измерения **ESRc** и **ESRd**.

Этот способ измерения ESR работает всегда и не может быть отключен при подготовке программы тестирования ХИТ.

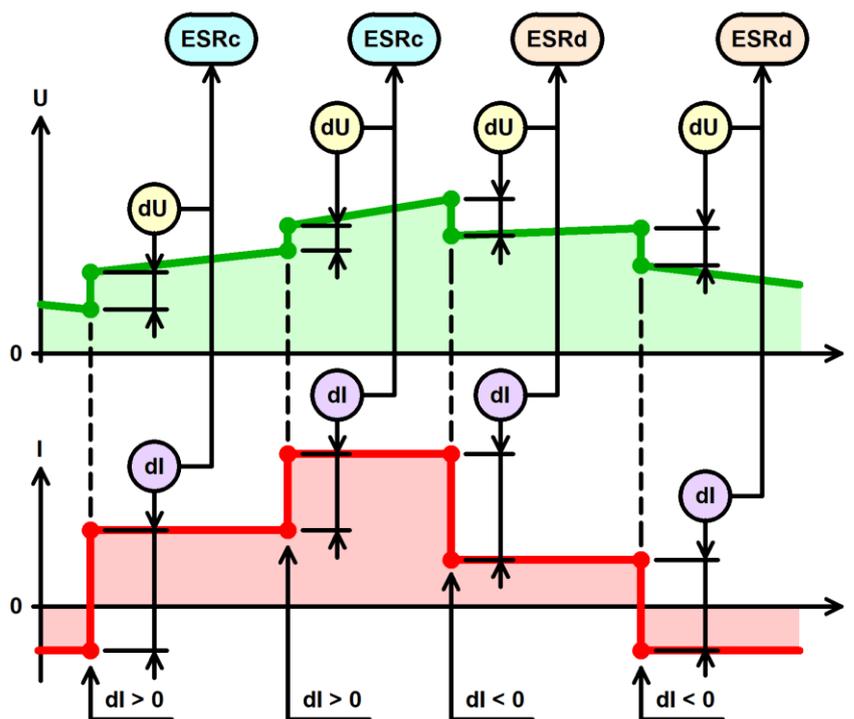


Рисунок 42 - Измерение ESR ХИТ при смене шагов программы тестирования ХИТ

Достоинства способа измерения ESR ХИТ при смене шагов программы:

- Не снижает среднее значение тока через ХИТ, не увеличивает время заряда или разряда и не требует дополнительных ресурсов прибора.

Недостатки:

- Позволяет получить лишь единственный результат измерения ESR только в начале очередного шага программы тестирования ХИТ;
- Работает не для всех типов шагов программы тестирования ХИТ;
- В некоторых случаях результаты измерения ESR могут быть искажены под влиянием переходных процессов и задержек измерений (см. подраздел 14.3 и рисунок 41).

Способ не работает на шагах заряда при постоянном напряжении (CHCV), разряда при постоянном напряжении (DCHCV) и развертки напряжения. Для данных шагов результаты измерения **ESRc** и **ESRd** будут всегда нулевыми.

Способ имеет аналогичные особенности и ограничения, что и способ измерения ESR ХИТ в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления (см. подраздел 14.3 и рисунок 41).

В целом, измерение ESR будет тем точнее, чем больше по абсолютной величине изменение тока через ХИТ в начале очередного шага программы, чем ниже скорость изменения напряжения на ХИТ в процессе заряда и разряда (чем больше его ёмкость), и чем больше само по себе измеряемое значение ESR ХИТ.

15 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЁМКОСТИ ХИТ

Анализаторы АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 позволяют измерять электрическую ёмкость ХИТ в Фарадах. Измерение электрической ёмкости необходимо при тестировании суперконденсаторов (ионисторов).

Электрическая ёмкость определяется только на шаге разряда ХИТ заданным постоянным током (DCHСС), который должен быть включен в программу тестирования (см. раздел 12). Если шаг разряда постоянным током (DCHСС) не включен в программу тестирования, результат измерения электрической ёмкости будет равен нулю.

Расчет электрической ёмкости ХИТ осуществляется по двум точкам на графике изменения напряжения во время разряда ХИТ заданным постоянным током.

Первая точка берется на уровне 10 % от общего изменения напряжения на ХИТ за время шага DCHСС, за вычетом начального скачка напряжения на ESR ХИТ (см. раздел 14).

Вторая точка – на уровне 90 % от общего изменения напряжения на ХИТ, также за вычетом начального скачка напряжения на ESR ХИТ.

По этим двум точкам определяется изменение напряжения на ХИТ ΔU , и контрольное время разряда Δt , за которое произошло это изменение напряжения ΔU .

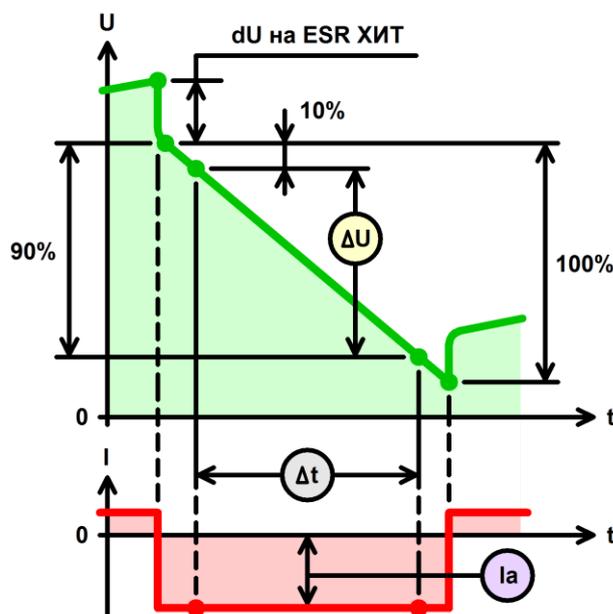


Рисунок 43 - Определение электрической ёмкости ХИТ

Расчет электрической ёмкости осуществляется по формуле (16):

$$C = I_a \cdot \frac{\Delta t}{\Delta U} \quad (16)$$

где: **C** - электрическая ёмкость ХИТ, Ф;

I_a - средний ток разряда ХИТ в течение контрольного времени разряда Δt , А;

Δt - контрольное время разряда, с;

ΔU - изменение напряжения на ХИТ за контрольное время разряда Δt , В.

Если в цикле используется несколько шагов разряда постоянным током (DCHСС), в строки "GNRL" сводного файла по циклам (см. раздел 16.3) попадает усредненный по всем шагам DCHСС в данном цикле результат измерения электрической ёмкости ХИТ.

Для корректного определения электрической ёмкости суперконденсаторов (ионисторов), рекомендуется выбирать такую частоту записи данных в файлы результатов измерений (см. подраздел 20.2), чтобы на шаге (шагах) разряда постоянным током (DCHСС) прибор регистрировал не менее двадцати точек* измерения параметров ХИТ.

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

16 ФАЙЛЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

16.1 Общие указания

В результате тестирования ХИТ с помощью Анализаторов серии АСК500, Пользователь получает два различных типа выходных файлов: множество файлов первичных данных, количество которых соответствует количеству выполненных циклов программы тестирования, и один файл сводных результатов измерений.

Все файлы результатов измерений, создаваемые прибором, имеют текстовый формат (*.txt) и могут быть открыты для просмотра и обработки в любом текстовом редакторе (например, "Блокнот" в среде "Windows"), либо в программах электронных таблиц и работы с данными (например, MS Excel, см. раздел 19).

Файлы результатов обоих типов состоят из заголовка и таблицы с результатами измерений, полученными при тестировании ХИТ. Столбцы в файлах результатов измерений отделены друг от друга пробелами.

Описание параметров, входящих в файлы результатов измерений, изложено в подразделах 16.2 и 16.3. Способы определения параметров, входящих в файлы результатов измерений, изложены в разделах 13, 14 и 15.

Оба типа файла имеют похожий заголовок, содержащий:

- Тип Анализатора, с помощью которого получен данный файл;
- Количество приборов, работающих параллельно (см. раздел 11);
- Серийный номер ведущего прибора;
- Название ХИТ, введенное Пользователем при запуске теста (см. подраздел 20.2);
- Описание заданных шагов подготовки тестирования (если в программе заданы шаги подготовки, см. раздел 12);
- Описание заданных шагов циклической части программы тестирования (если в программе задана циклическая часть);
- Заданное количество повторений циклической части программы тестирования;
- Описание заданных шагов завершения тестирования (если в программе заданы шаги завершения);
- Заданные ограничения параметров ХИТ (см. подраздел 20.2 и раздел 23);
- Заданный период записи данных в файлы первичных данных (см. подраздел 20.2);
- Дату и время начала теста (только для файла сводных результатов тестирования, см. подраздел 16.3);
- Заголовок параметров в таблице результатов измерений.

Описание каждого заданного шага программы тестирования в заголовке файлов результатов состоит из номера данного шага в заданной программе тестирования, описания типа шага, рабочих параметров шага, заданных критериев завершения шага и параметров измерения ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (если измерение ESR данным способом доступно для выбранного типа шага).

Кроме того, и в самом теле файлов в таблице с результатами тестирования находится столбец с номером и маркером типа шага, результаты для которого представлены в конкретной строке файла результатов измерений.

Соответствие типов шагов, их текстовое описание в заголовке файлов и их маркеров в строках файлов результатов представлено в таблице 6.

В случае ручного прерывания процесса кнопкой "Стоп" для соответствующего прибора (см. подраздел 20.1), в файл первичных данных для прерванного цикла и в файл сводных результатов измерений добавляется конечная запись о прерывании программы тестирования Пользователем.

Таблица 6 - Маркеры и заголовки шагов программы тестирования ХИТ

Маркер шага	Описание типа шага	Тип шага программы тестирования ХИТ	Примечание
CCC	Charge CC	Заряд постоянным током	см. подраздел 12.3
CCP	Charge CP	Заряд постоянной мощностью	см. подраздел 12.4
CCV	Charge CV	Заряд при постоянном напряжении	см. подраздел 12.5
DCC	Discharge CC	Разряд постоянным током	см. подраздел 12.6
DCP	Discharge CP	Разряд постоянной мощностью	см. подраздел 12.7
DCR	Discharge CR	Разряд на постоянное сопротивление	см. подраздел 12.8
DCV	Discharge CV	Разряд при постоянном напряжении	см. подраздел 12.9
RLX	Rest	Релаксация	см. подраздел 12.10
SNU	Scanning U	Развертка напряжения	см. подраздел 12.11
SNI	Scanning I	Развертка тока	см. подраздел 12.12
SNP	Scanning P	Развертка мощности	см. подраздел 12.13
SNR	Scanning R	Развертка сопротивления	см. подраздел 12.14
IPU	Impulse U	Режим импульсов напряжения	см. подраздел 12.15
IPI	Impulse I	Режим импульсов тока	см. подраздел 12.16
IPP	Impulse P	Режим импульсов мощности	см. подраздел 12.17
IPR	Impulse R	Режим импульсов сопротивления	см. подраздел 12.18
TBU	Table U	Работа по таблице напряжения	см. подраздел 12.19.2
TBI	Table I	Работа по таблице тока	см. подраздел 12.19.3
TBP	Table P	Работа по таблице мощности	см. подраздел 12.19.4
TBR	Table R	Работа по таблице сопротивления	см. подраздел 12.19.5
LGU	Logger U	Самописец напряжения	см. подраздел 12.20
PMT	MPPT	Режим MPPT	см. подраздел 12.22

В случае возникновения аварийных ситуаций в ходе тестирования, процесс тестирования ХИТ автоматически прерывается, а в файлы первичных данных (см. подраздел 16.2) заносится заключительная строка, в которой маркер шага заменяется на маркер возникшей аварии.

Описание маркеров аварийных ситуаций приведено в таблице 7.

Подробное описание возможных аварийных состояний и причин их возникновения изложено в разделе 23.

В следующих подразделах изложено описание параметров, входящих в файлы результатов измерений.

В целях совместимости с международными стандартами, во всех файлах результатов измерений в качестве разделителя целой и дробной части значений параметров используется символ десятичной точки "." (а не запятой ",").

Таблица 7 - Маркеры аварийных состояний

Маркер аварии	Описание аварии	Примечание
OAL	Авария ХИТ	см. раздел 23
OUB	Перенапряжение на силовых клеммах прибора	
OUS	Перенапряжение на потенциальных клеммах прибора	
RPB	Обратная полярность на силовых клеммах прибора	
RPS	Обратная полярность на потенциальных прибора	
ULL	Ограничение минимального напряжения на ХИТ	
UHL	Ограничение максимального напряжения на ХИТ	
ICL	Ограничение максимального тока заряда ХИТ	
IDL	Ограничение максимального тока разряда ХИТ	
TLL	Ограничение минимальной температуры ХИТ	
THL	Ограничение максимальной температуры ХИТ	
OUP	Перенапряжение на источнике питания прибора	
PSA	Отказ источника питания прибора	
OLS	Перегрузка силовых транзисторов прибора	
IVA	Отказ силового инвертора прибора	
OLI	Перегрузка прибора по току	
OLP	Перегрузка прибора по мощности	
OTL	Перегрев нагрузочного резистора R (см. рисунок 4)	
OTI	Перегрев силового инвертора прибора	
OTS	Перегрев токоизмерительного шунта прибора	
ITA	Авария инициализации прибора	
FAL	Отказ вентилятора охлаждения	
PCA	Потеря связи с ПК при параллельной работе приборов	
ISA	Потеря связи с прибором при параллельной работе приборов	
DMA	Неверный режим работы прибора	
MAL	Общая авария прибора	

16.2 Файлы первичных данных

Файлы первичных данных (RAW) содержат мгновенные значения напряжения на ХИТ, В, тока через ХИТ, А, и температуры ХИТ, °С, с заданным шагом фиксации параметров во времени.

Также, файлы первичных данных содержат мгновенные значения ESR ХИТ, мОм, измеренные методом периодического прерывания тока через ХИТ или полученные в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления разряда (см. раздел 14).

Кроме того, в файлах первичных данных присутствуют значения полученного (отданного) заряда, А·ч, и энергии, Вт·ч, нарастающим итогом от момента начала очередного шага заданной программы тестирования ХИТ (см. рисунок 44).

```

Lii-HG2-00000010.txt – Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Анализатор: ACK500.30.40.1 № DF632085D7811132
Объект: Lii-HG2
Программа:
4 Заряд CC 5A до 4.2V или 1d. Период ESR: 5s. Длительность ESR: 1000Hz.
5 Заряд CV 4.2V до 1A или 1d.
6 Разряд CC 5A до 2.5V или 1d. Период ESR: 5s. Длительность ESR: 1000Hz.
Заданное количество циклов: 1000.
Ограничения Uмин: не задано.; Uмакс: не задано.; IСНмакс: не задано.; IDСНмакс: не задано.; t°мин: не задано.; t°макс: 80°C.
Период сохранения данных: 5s.
Цикл Шаг Время,s U,V I,A T,°C ESR,mR Q,Ah E,Wh
10 4CCC 0.030000 2.9811 4.9974 55.2 .00000 .00004 .00012
10 4CCC 5.030000 3.3210 5.0000 55.4 38.666 .00698 .02200
10 4CCC 10.030000 3.3978 4.9974 55.4 38.470 .01393 .04532
10 4CCC 15.030000 3.4509 4.9974 55.5 38.601 .02087 .06909
10 4CCC 20.030000 3.4918 4.9974 55.5 38.273 .02781 .09319
10 4CCC 25.030000 3.5238 4.9968 55.5 38.601 .03475 .11753
10 4CCC 30.030000 3.5501 4.9974 55.5 38.732 .04169 .14208
10 4CCC 35.030000 3.5725 4.9974 55.4 38.404 .04863 .16680
10 4CCC 40.030000 3.5904 4.9987 55.4 38.732 .05557 .19166
10 4CCC 45.030000 3.6070 4.9980 55.4 38.207 .06251 .21664
10 4CCC 50.030000 3.6192 4.9974 55.4 38.207 .06946 .24172

```

Рисунок 44 - Файл первичных данных

В приведенном выше файле первичных данных применены следующие обозначения:

- **Lii-HG2** - название тестируемого ХИТ, введенное Пользователем при запуске теста;
- **Заряд CC** - заряд заданным постоянным током;
- **Заряд CV** - заряд при заданном постоянном напряжении;
- **Разряд CC** - разряд заданным постоянным током;
- **1d** - одни сутки;
- **4, 5, 6** - номера шагов программы тестирования (см. раздел 12, 20.2);
- **Umin, Umax, IСНmax, IDСНmax, t°min, t°max** - заданные ограничения напряжения, тока и температуры для тестируемого ХИТ (см. подраздел 20.2 и раздел 23);
- **4CCC** - номер шага программы тестирования (**4**) и маркер режима тестирования на данном шаге (**CCC**) (см. таблицу 8);
- **Время,s** - время от начала очередного шага в выбранном формате (см. раздел 18);
- **U,V** - мгновенное напряжение на ХИТ, В;
- **I,A** - мгновенное значение тока через ХИТ, А, скорректированное на коэффициент K_{ESR} (см. подраздел 14.2). Положительные значения соответствуют процессу заряда ХИТ, отрицательные - процессу разряда;
- **T,°C** – мгновенная температура ХИТ, °С. Измеряется только при подключенном к прибору датчике температуры ХИТ. Если датчик температуры не подключен, результат измерения температуры будет равен нулю;
- **ESR,mR** - мгновенное значение ESR, мОм, измеренное методом периодического прерывания тока через ХИТ (см. подраздел 14.2) или в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления (см. подраздел 14.3);
- **Q,Ah** - полученный (отданный) заряд, А·ч, нарастающим итогом от начала шага;
- **E,Wh** - полученная (отданная) энергия, Вт·ч, нарастающим итогом от начала шага.

Файлы первичных данных являются неизбежным результатом тестирования ХИТ. Для каждого цикла программы тестирования, прибор будет создавать свой отдельный файл первичных данных. По файлам первичных данных могут быть построены кривые заряда-разряда ХИТ для каждого выполненного цикла программы тестирования, выявлены зависимости отданной энергии от напряжения на ХИТ, зависимости одних параметров ХИТ от других, построены специальные графики при исследовании ХИТ методом Циклической ВольтАмперометрии (ЦВА) и прочее.

Так, предположим, что при подготовке запуска тестирования ХИТ, Пользователь в окне выбора файла результатов ввел название файла для сохранения результатов измерений "**ТЕСТ.txt**" (см. подраздел 20.2).

В этом случае каждый раз при сохранении очередного файла первичных данных к заданному Пользователем имени файла будет автоматически добавляться номер цикла программы, данные для которого сохранены в этом файле, в нашем примере:

```
("ТЕСТ-00000000.txt")  
"ТЕСТ-00000001.txt"  
"ТЕСТ-00000002.txt"  
"ТЕСТ-00000003.txt"  
"ТЕСТ-00000004.txt"  
"ТЕСТ-00000005.txt"  
.....  
"ТЕСТ-[N].txt"  
("ТЕСТ-[N + 1].txt")
```

Файл с номером "-00000000" создается для результатов измерений на шагах подготовки, если таковые заданы в программе теста (см. подраздел 12.1).

Если в программе теста заданы шаги завершения, а заданное количество циклов – **N**, результаты измерений для шагов завершения будут сохранены в файл с номером **N + 1**. Так, если для нашего примера заданное количество циклов – **100** циклов, то файл, содержащий результаты измерений для шагов завершения тестирования (если таковые заданы в программе) будет иметь имя "ТЕСТ-00000**101**.txt".

Все файлы будут сохраняться в выбранную Пользователем папку, указанную при запуске тестирования (см. подраздел 20.2) и после завершения выполнения заданной программы теста их количество будет соответствовать количеству выполненных циклов программы тестирования ХИТ, включая файл результатов выполнения шагов подготовки и файл результатов выполнения шагов завершения программы тестирования. Количество файлов первичных данных может быть значительно уменьшено, если при задании программы тестирования настроить режим прореживания файлов результатов измерений (см. раздел 17).

ВНИМАНИЕ! Во избежание сбоев в работе и путаницы в файлах результатов измерений, на компьютере Пользователя необходимо каждый раз при запуске очередного теста создавать отдельную папку для размещения его результатов!

При запуске программы тестирования можно включить режим сохранения файлов первичных данных во вложенную подпапку (см. подраздел 20.2). В этом случае будет автоматически создана подпапка с введенным Пользователем именем, и все файлы первичных данных для этого теста будут сохраняться именно в нее. Для нашего примера эта подпапка будет иметь имя "ТЕСТ-RAW", а путь к файлам первичных данных, соответственно будет \ТЕСТ-RAW\ТЕСТ-00000001.txt, \ТЕСТ-RAW\ТЕСТ-00000002.txt и так далее.

16.3 Файлы сводных результатов измерений

Второй тип файлов результатов измерений является файлом сводных результатов по шагам или по циклам и содержит сводные (обобщенные, обработанные) данные по каждому шагу или циклу выполненной программы тестирования исследуемого ХИТ.

Создание файла данного типа может быть разрешено или запрещено в настройках программы тестирования ХИТ. Сам файл, в зависимости от настроек, может содержать сводные данные по каждому выполненному *шагу* или по каждому выполненному *циклу* программы тестирования ХИТ (см. подраздел 20.2).

К имени файла сводных результатов измерений по шагам или циклам автоматически добавляется окончание "-CLK". Для примера, рассмотренного в подразделе 16.2, имя данного файла будет "ТЕСТ-CLK.txt".

Файл сводных результатов может сохраняться Анализатором в двух вариантах: "По каждому шагу" или "За цикл". Выбор варианта сохранения задается Пользователем при формировании программы тестирования перед запуском теста (см. подраздел 20.2).

При выборе варианта "По каждому шагу" в строки файла заносятся сводные результаты по каждому выполненному шагу программы тестирования. При завершении очередного цикла, по результатам всех выполненных шагов рассчитывается и формируется строка со сводными данными за весь цикл. Данная строка имеет маркер "GNRL" и содержит заключительные данные, собранные и усредненные по всем выполненным шагам для этого цикла, а также ряд дополнительных параметров (см. рисунок 45).

Анализатор: ACK500.30.40.1 № DF6320B5D7811132
 Объект: Lii-HG2
 Программа:
 4 Заряд СС 5А до 4.2V или 1d. Период ESR: 5s. Длительность ESR: 1000Hz.
 5 Заряд CV 4.2V до 1А или 1d.
 6 Разряд СС 5А до 2.5V или 1d. Период ESR: 5s. Длительность ESR: 1000Hz.
 Заданное количество циклов: 1000.
 Ограничения Умин: не задано.; Умакс: не задано.; IСНмакс: не задано.; IDСНмакс: не задано.; t°мин: не задано.; t°макс: 80°C.
 Период сохранения данных: 5s.
 Тест начат: 03.02.2023 21:24:38

Цикл	Шаг	Длит., s	Ue, V	Ie, A	T, °C	ESR, mR	Q, Ah	E, Wh	C, F	ERc, mR	ERd, mR	Ilk, A	EFq, %	EFe, %
1	4CCC	387.5000	4.2010	5.0000	39.7	36.766	.53795	2.2134	.000000	.000000	.000000			
1	5CCV	1178.930	4.1984	.99664	35.6	.000000	.84613	3.5541	.000000	.000000	.000000			
1	6DCC	1296.540	2.4995	-4.994	54.1	38.339	-1.800	-5.704	5587.88	.000000	46.651			
1	GNRL	2862.970	2.4995	-4.994	39.6	37.030	-1.800	-5.704	5587.88	.000000	46.651	-.52324	130.1	98.9
2	4CCC	836.7900	4.2010	4.9987	53.0	37.487	1.1617	4.5477	.000000	47.749	.000000			
2	5CCV	997.8600	4.1990	.99728	38.7	.000000	.67404	2.8314	.000000	.000000	.000000			
2	6DCC	1317.100	2.4995	-4.995	55.7	38.404	-1.829	-5.817	5616.23	.000000	46.011			
2	GNRL	3151.750	2.4995	-4.995	49.0	37.556	-1.829	-5.817	5616.23	47.749	46.011	.008097	99.6	78.8
3	4CCC	828.1600	4.2010	4.9974	53.5	37.487	1.1497	4.5003	.000000	47.624	.000000			
3	5CCV	977.2300	4.1984	.99520	38.9	.000000	.66445	2.7911	.000000	.000000	.000000			
3	6DCC	1295.990	2.4995	-4.996	54.4	38.142	-1.799	-5.719	5616.23	.000000	46.011			
3	GNRL	3101.380	2.4995	-4.996	49.3	37.594	-1.799	-5.719	5527.67	47.624	46.011	.017070	99.2	78.4
4	4CCC	804.7200	4.2010	4.9974	52.2	37.749	1.1171	4.3761	.000000	47.810	.000000			
4	5CCV	961.6900	4.1984	.99872	37.8	.000000	.65740	2.7614	.000000	.000000	.000000			
4	6DCC	1272.590	2.4995	-4.994	54.5	38.142	-1.767	-5.606	5616.23	.000000	46.418			
4	GNRL	3039.000	2.4995	-4.994	48.4	37.494	-1.767	-5.606	5475.75	47.810	46.418	.009089	99.6	78.5

Рисунок 45 - Файл сводных результатов измерений в варианте "По каждому шагу"

При выборе варианта "За цикл" результаты по каждому шагу не сохраняются, и в файл сводных результатов попадают только строки "GNRL" (см. рисунок 46).

Анализатор: ACK500.30.40.1 № DF6320B5D7811132
 Объект: Lii-HG2
 Программа:
 4 Заряд СС 5А до 4.2V или 1d. Период ESR: 5s. Длительность ESR: 1000Hz.
 5 Заряд CV 4.2V до 1А или 1d.
 6 Разряд СС 5А до 2.5V или 1d. Период ESR: 5s. Длительность ESR: 1000Hz.
 Заданное количество циклов: 1000.
 Ограничения Умин: не задано.; Умакс: не задано.; IСНмакс: не задано.; IDСНмакс: не задано.; t°мин: не задано.; t°макс: 80°C.
 Период сохранения данных: 5s.
 Тест начат: 03.02.2023 21:24:38

Цикл	Шаг	Длит., s	Ue, V	Ie, A	T, °C	ESR, mR	Q, Ah	E, Wh	C, F	ERc, mR	ERd, mR	Ilk, A	EFq, %	EFe, %
1	GNRL	2862.970	2.4995	-4.994	39.6	37.030	-1.800	-5.704	5587.88	.000000	46.651	-.52324	130.1	98.9
2	GNRL	3151.750	2.4995	-4.995	49.0	37.556	-1.829	-5.817	5616.23	47.749	46.011	.008097	99.6	78.8
3	GNRL	3101.380	2.4995	-4.996	49.3	37.594	-1.799	-5.719	5527.67	47.624	46.011	.017070	99.2	78.4
4	GNRL	3039.000	2.4995	-4.994	48.4	37.494	-1.767	-5.606	5475.75	47.810	46.418	.009089	99.6	78.5
5	GNRL	3047.300	2.4995	-4.995	49.2	37.567	-1.765	-5.607	5466.71	47.946	46.221	.002587	99.9	78.8
6	GNRL	3019.690	2.4998	-4.994	49.9	37.688	-1.747	-5.550	5381.82	47.999	46.334	.009741	99.5	78.5
7	GNRL	2974.740	2.4995	-4.996	50.1	37.766	-1.721	-5.463	5323.22	47.849	46.567	.013211	99.4	78.3
8	GNRL	2949.980	2.4995	-5.001	49.9	37.774	-1.698	-5.386	5252.85	48.000	46.870	.014756	99.3	78.1
9	GNRL	2940.840	2.4995	-5.001	49.7	37.788	-1.678	-5.316	5218.41	48.106	46.872	.016710	99.2	77.9
10	GNRL	2910.760	2.4992	-5.003	49.8	37.847	-1.657	-5.243	5154.12	48.163	46.958	.013914	99.3	77.9
11	GNRL	2874.780	2.4992	-5.003	49.9	37.873	-1.634	-5.167	5080.70	48.376	47.280	.012976	99.4	77.8
12	GNRL	2844.050	2.4995	-5.004	50.2	37.932	-1.613	-5.096	5030.83	48.450	47.419	.014307	99.3	77.6

Рисунок 46 - Файл сводных результатов измерений в варианте "За цикл"

Файл сводных результатов содержит следующие параметры:

- Полную длительность шага или цикла в выбранном формате времени (см. раздел 18);
- Конечное напряжение (крайнее значение напряжения) шага или цикла, В;
- Конечный ток (крайнее значение тока) шага или цикла, А, скорректированное на коэффициент K_{ESR} (см. подраздел 14.2);
- Усредненную за шаг или за цикл температуру ХИТ, °С; ¹
- Усредненный за шаг или за цикл результат измерения ESR, полученный методом периодического прерывания тока через ХИТ или в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления, мОм (см. подраздел 14.2 и 14.3);
- Заряд (ёмкость), полученный (отданный) ХИТ за шаг или за цикл, А·ч;
- Энергию, полученную (отданную) ХИТ за шаг или за цикл, Вт·ч;
- Электрическую ёмкость ХИТ, Ф. Имеет смысл только для суперконденсаторов (ионисторов) и определяется *только* на шаге разряда постоянным током (DCHCC) (см. раздел 15) (для сводных результатов за шаг), или усредненный результат определения электрической ёмкости по всем шагам DCHCC в данном цикле (для строк "GNRL"); ²
- ESR ХИТ, измеренное по скачку напряжения вначале заряда (см. подраздел 14.4) (для сводных результатов за шаг), или усредненный результат измерения ESR по всем шагам заряда в данном цикле (для строк "GNRL"), мОм;
- ESR ХИТ, измеренное по скачку напряжения вначале разряда (см. подраздел 14.4) (для сводных результатов за шаг), или усредненный результат измерения ESR по всем шагам разряда в данном цикле (для строк "GNRL"), мОм;
- Средний ток утечки через ХИТ за цикл, А (оценочная величина); ³
- КПД ХИТ по заряду (по А·ч), %;
- КПД ХИТ по энергии (по Вт·ч), %.

В приведенных выше файлах результатов (см. рисунок 45 и 46) применены следующие обозначения:

- **Liі-HG2** - название тестируемого ХИТ, введенное Пользователем при запуске теста;
- **Заряд CC** - заряд заданным постоянным током;
- **Заряд CV** - заряд при заданном постоянном напряжении;
- **Разряд CC** - разряд заданным постоянным током;
- **1d** - одни сутки;
- **4, 5, 6** - номера шагов программы тестирования (см. раздел 12, 20.2);
- **Umin, Umax, ICHmax, IDCHmax, t°min, t°max** - заданные ограничения напряжения, тока и температуры для тестируемого ХИТ (см. подраздел 20.2 и раздел 23);
- **4CCC, 5CCV, 6DCC** - номер шага программы тестирования (**4, 5, 6**) и маркер режима тестирования (**CCC, CCV, DCC**) (см. таблицу 8);
- **GNRL** - маркер полного цикла (**GENERAL** - полный, обобщенный);
- **Длит.,s** - длительность шага или цикла в выбранном формате времени. Варианты формата времени см. в разделе 18;
- **Ue,V** - напряжение на ХИТ, В, в момент окончания шага или цикла (**Uend**);
- **Ie,A** - ток через ХИТ, А, в момент окончания шага или цикла (**Iend**), скорректированный на коэффициент K_{ESR} (см. подраздел 14.2). Положительные значения соответствуют заряду, отрицательные - разряду;
- **ESR,mR** - среднее за шаг или за цикл значение ESR, мОм, измеренное методом периодического прерывания тока через ХИТ или в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления (см. подраздел 14.2 и 14.3);

- **Q,Ah** - полученный (отданный) ХИТ заряд (ёмкость), А·ч, за шаг или за цикл;
- **E,Wh** - полученная (отданная) ХИТ энергия, Вт·ч, за шаг или за цикл;
- **C,F** - электрическая ёмкость ХИТ, Ф. Имеет смысл только для суперконденсаторов (ионисторов) и определяется только на шагах разряда постоянным током (**DCHCC**) (см. раздел 15);¹
- **ERc,mR** – ESR ХИТ, измеренное по скачку напряжения вначале заряда (см. подраздел 14.4) (для сводных результатов за шаг), или усредненный результат измерения ESR по всем шагам заряда в данном цикле (для строк "**GNRL**"), мОм;
- **ERd,mR** – ESR ХИТ, измеренное по скачку напряжения вначале разряда (см. подраздел 14.4) (для сводных результатов за шаг), или усредненный результат измерения ESR по всем шагам разряда в данном цикле (для строк "**GNRL**"), мОм;
- **Ik,A** - ток утечки через ХИТ, А, усредненный в пределах цикла. Косвенно отражает скорость саморазряда ХИТ;²
- **EFq,%** - Коэффициент Полезного Действия ХИТ, вычисленный по заряду (по А·ч). Косвенно отражает ток утечки и скорость саморазряда ХИТ;
- **EFe,%** - Коэффициент Полезного Действия ХИТ, вычисленный по энергии (по Вт·ч). Отражает потери энергии в ХИТ при циклическом заряде-разряде.

Примечания:

1. измерение температуры ХИТ возможно только при подключенном к прибору датчике температуры ХИТ; если датчик температуры ХИТ не подключен, результат измерения температуры ХИТ будет равен нулю;
2. электрическая ёмкость суперконденсаторов (ионисторов) может быть определена *только* в режиме разряда заданным постоянным током (DCHCC); если этого шага нет в программе тестирования, результат измерения электрической ёмкости будет равен нулю;
3. параметр носит исключительно оценочный характер. Подробнее см. раздел 13.

17 ПРОРЕЖИВАНИЕ ФАЙЛОВ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы серии АСК500 способны тестировать ХИТ любых типов, в том числе суперконденсаторы (ионисторы). При ресурсных испытаниях последних, число циклов заряда-разряда может достигать 1 000 000 и более. При этом объем данных, регистрируемых прибором, и количество создаваемых файлов результатов измерений (по одному файлу первичных данных для каждого цикла заряда-разряда, плюс один общий, см. раздел 14) становится чрезмерно большим, что может существенно затруднить, либо сделать вообще невозможным последующую обработку и анализ результатов измерений.

Учитывая, что параметры суперконденсаторов от цикла к циклу заряда-разряда изменяются несущественно, нет смысла сохранять результаты измерений для каждого цикла заряда-разряда. При ресурсных испытаниях суперконденсаторов, разумнее сохранять результаты измерений лишь, например, для каждого сотого цикла заряда-разряда. В этом случае резко сокращается количество файлов первичных данных, а также резко сокращается количество строк в файле сводных результатов тестирования (см. подраздел 14.3). Как следствие, значительно упрощается последующая обработка и анализ файлов результатов измерений, а также их копирование, перемещение и удаление в случае такой необходимости.

С целью прореживания результатов измерений, Пользователь перед запуском программы тестирования ХИТ (см. раздел 12) может выбрать необходимый коэффициент прореживания результатов измерений. Выбор коэффициента прореживания

осуществляется на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2), из соответствующего выпадающего списка (см. рисунок 47).

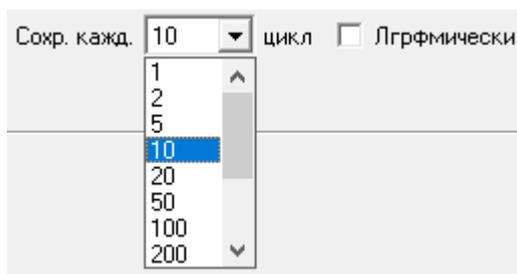


Рисунок 47 - Настройка прореживания результатов измерений

Выбрав соответствующий коэффициент прореживания данных, можно указать прибору на необходимость сохранять результаты измерений только для каждого

- 1;
 - 2;
 - 5;
 - 10;
 - 20;
 - 50;
 - 100;
 - 200;
 - 500;
 - 1 000;
 - 2 000;
 - 5 000;
 - 10 000
- цикла заряда-разряда.

Так, при выборе коэффициента прореживания – 100, в файлы результаты измерений будет сохранен цикл №0 (шаги подготовки, если они есть в программе тестирования, см. раздел 12), цикл № 1, затем цикл № 100, № 200, № 300 и так далее. Также будут сохранены результаты измерений для последнего заданного в программе тестирования ХИТ цикла заряда-разряда (например, это цикл № 5385) и для последующего цикла, содержащего шаги завершения программы тестирования, если они есть (в нашем примере, это цикл № 5386).

Обычно, наибольшие изменения в параметрах ХИТ происходят на первых циклах заряда-разряда. Чтобы наиболее подробно зафиксировать изменения параметров ХИТ на первых циклах заряда-разряда, и в то же время использовать возможность прореживания данных с заданным коэффициентом прореживания, в программном обеспечении предусмотрена галка "**Лгрфмически**" (логарифмически, см. рисунок 47). Установка данной галки активирует сохранение результатов измерений с неравномерным коэффициентом прореживания.

Так, если выбран коэффициент прореживания 100 и установлена галка "Лгрфмически", в файлы результатов измерений будет сохранен цикл № 0 (если есть), следующие десять циклов заряда-разряда подряд (это циклы № 1, № 2, ... , № 9 и № 10), затем следующие десять циклов заряда-разряда будут сохранены с коэффициентом прореживания два (это циклы № 12, № 14, ... , № 28 и № 30), затем очередные десять циклов будут сохранены с коэффициентом прореживания пять (это циклы № 35, № 40, ... , № 75 и № 80) и так далее, до тех пор, пока не будет достигнут заданный коэффициент прореживания – сто. С этого момента в файлы результатов измерений будет сохраняться каждый сотый цикл заряда-разряда, как если бы галка "Лгрфмически" не была установлена.

Установка галки "Лгрфмически" настоятельно рекомендуется для новых ХИТ, еще не бывших в эксплуатации. Для таких ХИТ вероятность существенных изменений в параметрах наиболее высока именно в первые циклы заряда-разряда.

Пример графиков анализа изменения параметров ХИТ (см. подраздел 20.6) вначале тестирования ХИТ с заданным коэффициентом прореживания данных – десять и установленной галкой "Лгрфмически" представлен на рисунке 48. Точки на графиках соответствуют циклам заряда-разряда, для которых результаты измерений были сохранены в файлы результатов.

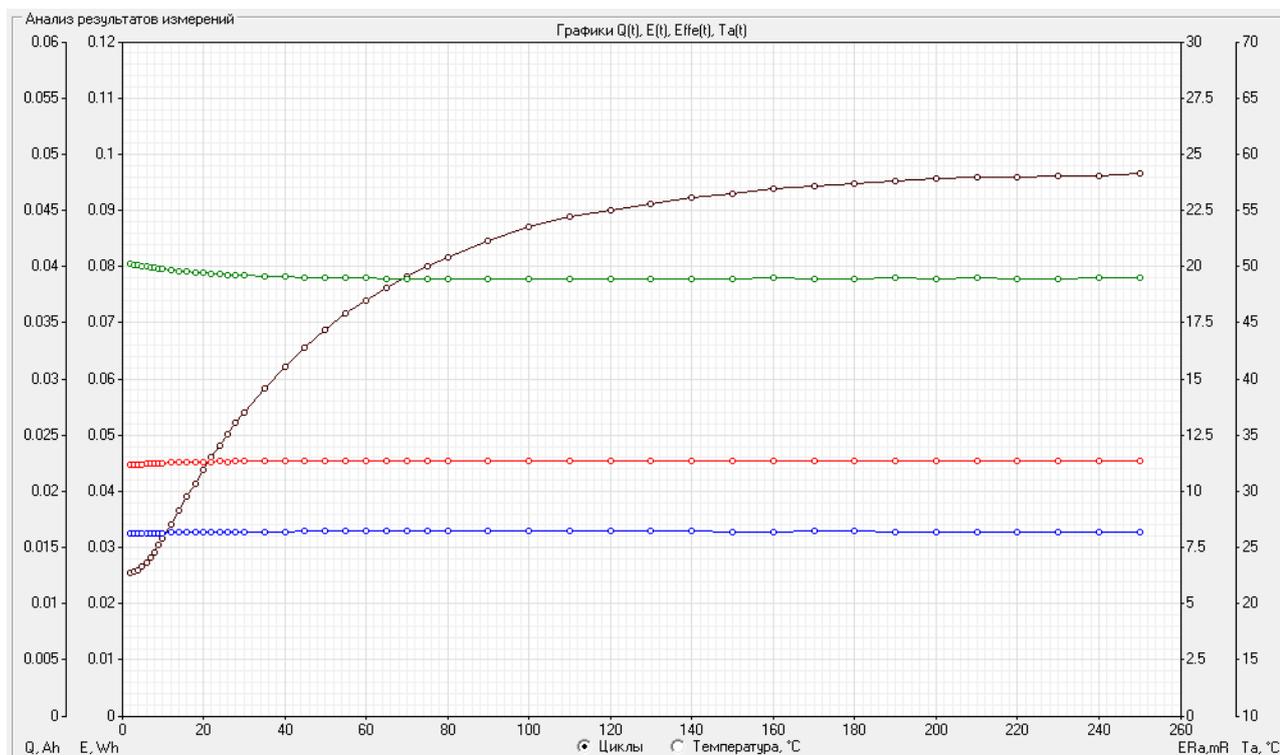


Рисунок 48 - Графики анализа параметров ХИТ с коэффициентом прореживания данных – десять и установленной галкой "Лгрфмически"

При выборе коэффициента прореживания – один (без прореживания), установка галки "Лгрфмически" не будет влиять на способ сохранения результатов измерений.

Выбранный коэффициент прореживания влияет только непосредственно на сохранение данных в файлы результатов измерений, выполняемое Компьютерным Интерфейсом (см. раздел 20). Коэффициент прореживания не влияет на использование внутренней памяти прибора и не может быть применен для увеличения времени автономной работы прибора (см. раздел 22).

18 ФОРМАТ ВРЕМЕНИ В ФАЙЛАХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Перед запуском тестирования ХИТ с помощью Анализаторов серии АСК500, Пользователь может выбрать различные варианты формата времени, в котором будут сохраняться значения времени в файлы результатов измерений:

- секунды;
- минуты;
- часы;
- сутки;
- "ЧЧ:ММ:СС".

Выбор формата времени осуществляется на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2), из выпадающего списка "Фрмт времени" (Формат времени).

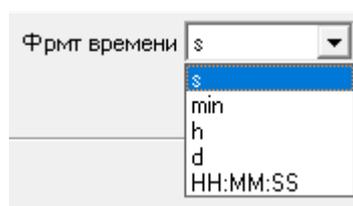


Рисунок 49 - Выбор формата времени перед запуском тестирования ХИТ

При выборе формата времени "s" – секунды, мгновенное время от начала шага в файлах первичных данных (см. подраздел 16.2), а также длительность выполненных шагов и циклов в файле сводных результатов измерений будет выражена в секундах. Заголовок столбца времени принимает вид "Время,s" для файлов первичных данных и "Длит.,s" для файла сводных результатов тестирования (см. рисунок 50).

The screenshot shows a Notepad window titled "Lii-HG2-00000010.txt - Блокнот". The menu bar includes "Файл", "Правка", "Формат", "Вид", and "Справка". Below the menu, it says "Период сохранения данных: 5s.". The table content is as follows:

Цикл	Шаг	Время,s	U,V	I,A	T,°C	ESR,mR	Q,Ah	E,Wh
10	4CCC	0.030000	2.9811	4.9974	55.2	.00000	.00004	.00012
10	4CCC	5.030000	3.3210	5.0000	55.4	38.666	.00698	.02200
10	4CCC	10.030000	3.3978	4.9974	55.4	38.470	.01393	.04532
10	4CCC	15.030000	3.4509	4.9974	55.5	38.601	.02087	.06909
10	4CCC	20.030000	3.4918	4.9974	55.5	38.273	.02781	.09319

At the bottom of the window, the status bar shows "Строка 1, столбец 1", "100%", "Windows (CRLF)", and "ANSI".

Рисунок 50 - Формат времени - секунды

При выборе формата времени "min" – минуты, время в файлах результатов измерений будет выражено в минутах. Заголовок столбца времени принимает вид "Время,m" для файлов первичных данных и "Длит.,m" для файла сводных результатов тестирования.

The screenshot shows a Notepad window titled "Lii-HG2-00000010.txt - Блокнот". The menu bar includes "Файл", "Правка", "Формат", "Вид", and "Справка". Below the menu, it says "Период сохранения данных: 5s.". The table content is as follows:

Цикл	Шаг	Время,m	U,V	I,A	T,°C	ESR,mR	Q,Ah	E,Wh
10	4CCC	0.000500	2.9811	4.9974	55.2	.00000	.00004	.00012
10	4CCC	0.083833	3.3210	5.0000	55.4	38.666	.00698	.02200
10	4CCC	0.167167	3.3978	4.9974	55.4	38.470	.01393	.04532
10	4CCC	0.250500	3.4509	4.9974	55.5	38.601	.02087	.06909
10	4CCC	0.333833	3.4918	4.9974	55.5	38.273	.02781	.09319

At the bottom of the window, the status bar shows "Строка 1, столбец 1", "100%", "Windows (CRLF)", and "ANSI".

Рисунок 51 - Формат времени - минуты

При выборе формата времени "h" – часы, время в файлах результатов измерений будет выражено в часах. Заголовок столбца времени принимает вид "Время,h" для файлов первичных данных и "Длит.,h" для файла сводных результатов тестирования.

The screenshot shows a Notepad window titled "Lii-HG2-00000010.txt - Блокнот". The menu bar includes "Файл", "Правка", "Формат", "Вид", and "Справка". Below the menu, it says "Период сохранения данных: 5s.". The table content is as follows:

Цикл	Шаг	Время,h	U,V	I,A	T,°C	ESR,mR	Q,Ah	E,Wh
10	4CCC	0.000008	2.9811	4.9974	55.2	.00000	.00004	.00012
10	4CCC	0.001397	3.3210	5.0000	55.4	38.666	.00698	.02200
10	4CCC	0.002786	3.3978	4.9974	55.4	38.470	.01393	.04532
10	4CCC	0.004175	3.4509	4.9974	55.5	38.601	.02087	.06909
10	4CCC	0.005564	3.4918	4.9974	55.5	38.273	.02781	.09319

At the bottom of the window, the status bar shows "Строка 1, столбец 1", "100%", "Windows (CRLF)", and "ANSI".

Рисунок 52 - Формат времени - часы

При выборе формата времени "d" – сутки, время в файлах результатов измерений будет выражено в сутках. Заголовок столбца времени принимает вид "Время,d" для файлов первичных данных и "Длит.,d" для файла сводных результатов (см. рисунок 53).

Lii-HG2-00000010.txt – Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

Период сохранения данных: 5s.

Цикл	Шаг	Время, d	U, V	I, A	T, °C	ESR, mR	Q, Ah	E, Wh
10	4CCC	0.000000	2.9811	4.9974	55.2	.00000	.00004	.00012
10	4CCC	0.000058	3.3210	5.0000	55.4	38.666	.00698	.02200
10	4CCC	0.000116	3.3978	4.9974	55.4	38.470	.01393	.04532
10	4CCC	0.000173	3.4509	4.9974	55.5	38.601	.02087	.06909
10	4CCC	0.000232	3.4918	4.9974	55.5	38.273	.02781	.09319

Строка 1, столбец 1 100% Windows (CRLF) ANSI

Рисунок 53 - Формат времени - сутки

Наконец, при выборе формата времени "HH:MM:SS" время в файлах результатов будет отображаться в виде часов, минут и секунд. Заголовок столбца времени принимает вид "Время" для файлов первичных данных и "Длит-сть" для файла сводных результатов.

Lii-HG2-00000010.txt – Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

Период сохранения данных: 5s.

Цикл	Шаг	Время, d	U, V	I, A	T, °C	ESR, mR	Q, Ah	E, Wh
10	4CCC	0:00:03	2.9811	4.9974	55.2	.00000	.00004	.00012
10	4CCC	0:05:03	3.3210	5.0000	55.4	38.666	.00698	.02200
10	4CCC	0:10:03	3.3978	4.9974	55.4	38.470	.01393	.04532
10	4CCC	0:15:03	3.4509	4.9974	55.5	38.601	.02087	.06909
10	4CCC	0:20:03	3.4918	4.9974	55.5	38.273	.02781	.09319

Строка 1, столбец 1 100% Windows (CRLF) ANSI

Рисунок 54 - Формат времени - "HH:MM:SS"

Для повышения точности фиксации времени, в зависимости от текущих значений времени, запись времени будет производиться в одном из трех подформатов:

- MM:CC.CC
- ЧЧ:ММ:СС
- ЧЧЧЧ:ММ

Формат времени "HH:MM:SS" удобен для восприятия человеком, но сложен для последующей обработки результатов измерений в программе MS Excel или аналогичных, в случае такой необходимости.

19 РАБОТА С ФАЙЛАМИ РЕЗУЛЬТАТОВ В СРЕДЕ MS Excel

Текстовые файлы результатов измерений, полученные с помощью Анализаторов серии АСК500, могут быть легко открыты в программе MS Excel для последующей обработки и редактирования в случае такой потребности.

Для открытия файлов результатов в программе MS Excel необходимо:

- Запустить программу MS Excel (пустую страницу);
- Выбрать в меню сверху слева вкладку "Файл", затем пункт "Открыть";
- В открывшемся окне выбрать из списка типов файлов вариант "Все файлы" (см. рисунок 55);
- Выбрать путь к желаемому файлу результатов и нажать кнопку "Открыть";
- В открывшемся окне "Мастер текстов (импорт) - шаг 1 из 3" выбрать вариант "с разделителями", убедиться, что выпадающем списке "Формат файла" выбран пункт "1251: Кириллица (Windows), и нажать кнопку "Далее" (см. рисунок 56);
- В следующем окне "Мастер текстов (импорт) - шаг 2 из 3" установить галку "пробел" и нажать кнопку "Готово" (см. рисунок 57);
- Результаты измерений загружаются на страницу MS Excel и становятся готовы для дальнейшей работы (см. рисунок 58).

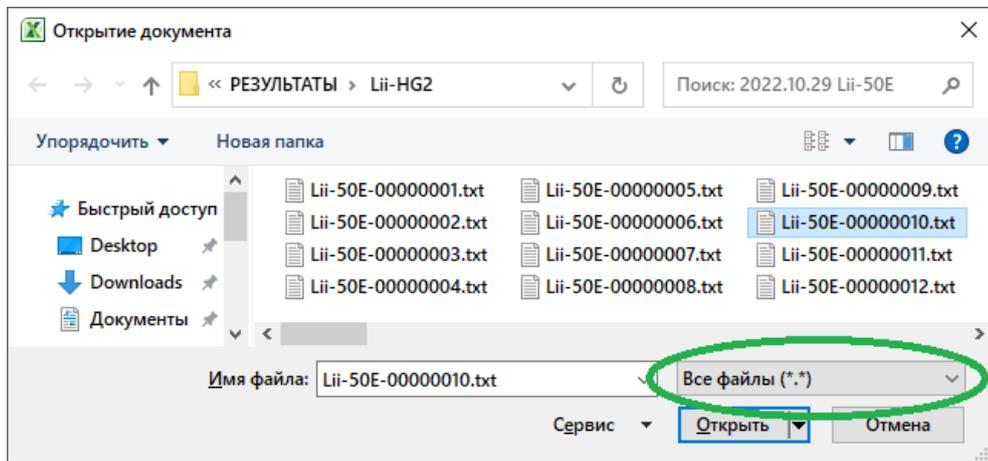


Рисунок 55 - Выбор файла с результатами измерений

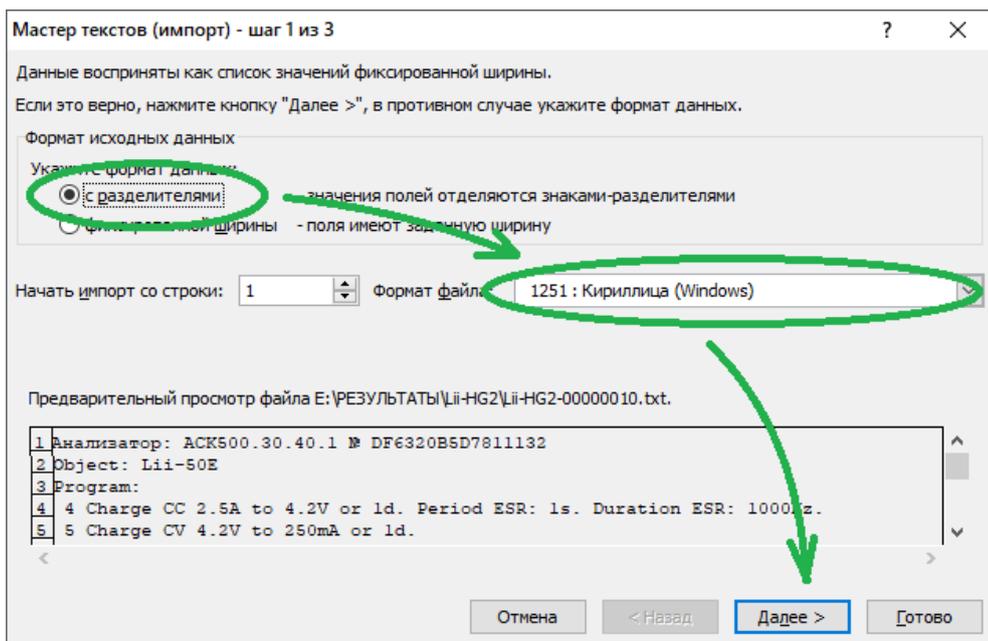


Рисунок 56 - Файлы результатов измерений содержат разделители

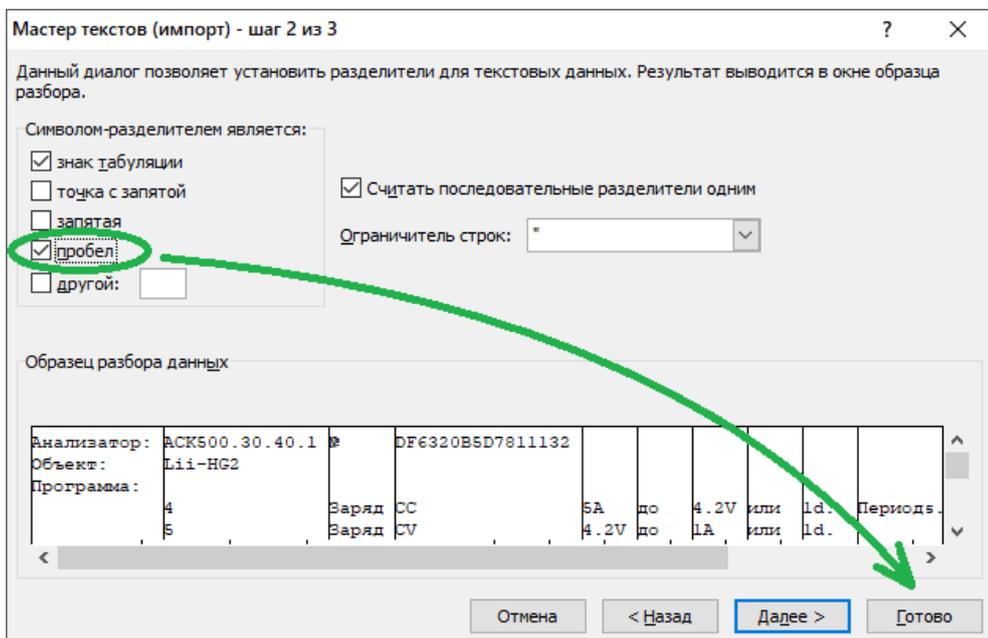


Рисунок 57 - Столбцы в файлах результатов разделены пробелами

Цикл	Шаг	Время,s	U,V	I,A	T,°C	ESR,mR	Q,Ah	E,Wh	
10	4CCC	0.03	2.9811	4.9974	55.2	0	0.00004	0.00012	
12	10	4CCC	5.03	3.321	5	55.4	38.666	0.00698	0.022
13	10	4CCC	10.03	3.3978	4.9974	55.4	38.47	0.01393	0.04532
14	10	4CCC	15.03	3.4509	4.9974	55.5	38.601	0.02087	0.06909
15	10	4CCC	20.03	3.4918	4.9974	55.5	38.273	0.02781	0.09319
16	10	4CCC	25.03	3.5238	4.9968	55.5	38.601	0.03475	0.11753
17	10	4CCC	30.03	3.5501	4.9974	55.5	38.732	0.04169	0.14208
18	10	4CCC	35.03	3.5725	4.9974	55.4	38.404	0.04863	0.1668
19	10	4CCC	40.03	3.5904	4.9987	55.4	38.732	0.05557	0.19166
20	10	4CCC	45.03	3.607	4.998	55.4	38.207	0.06251	0.21664
21	10	4CCC	50.03	3.6192	4.9974	55.4	38.207	0.06946	0.24172
22	10	4CCC	55.03	3.6326	4.9987	55.5	38.797	0.0764	0.26689
23	10	4CCC	60.03	3.6442	4.9993	55.5	38.601	0.08334	0.29215
24	10	4CCC	65.03	3.6518	4.9968	55.5	38.404	0.09028	0.31748
25	10	4CCC	70.03	3.6614	4.9955	55.5	38.011	0.09722	0.34285
26	10	4CCC	75.03	3.6691	4.9974	55.4	38.339	0.10416	0.36829
27	10	4CCC	80.03	3.6768	4.9961	55.4	38.732	0.1111	0.39378
28	10	4CCC	85.03	3.6851	4.9987	55.4	38.207	0.11804	0.41932
29	10	4CCC	90.03	3.6922	4.9993	55.4	38.404	0.12498	0.44493
30	10	4CCC	95.03	3.6992	4.9961	55.4	38.404	0.13193	0.47059
31	10	4CCC	100.03	3.705	4.998	55.5	38.601	0.13887	0.49628
32	10	4CCC	105.03	3.7114	4.998	55.5	38.666	0.14581	0.52202

Рисунок 58 - Файл результатов измерений, открытый в программе MS Excel и доступный для последующей обработки

При планировании последующей обработки файлов результатов измерений в программе MS Excel, при задании программы тестирования ХИТ следует выбирать формат сохранения единиц времени "s", "min", "h" или "d" (см. раздел 18).

Используя широкий функционал программы MS Excel, по файлам результатов измерений могут быть вычислены дополнительные параметры, построены различные графики, гистограммы, созданы наглядные отчеты о тестировании ХИТ и так далее.

20 КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

20.1 Общие указания

Для управления прибором, составления и запуска программы тестирования ХИТ, а также для наблюдения за ходом выполнения тестирования, получения и обработки результатов измерений, используется прикладное программное обеспечение, устанавливаемое на компьютере Пользователя – Компьютерный Интерфейс Ym128.

Сведения об установке и настройке подключения между прибором и Компьютерным Интерфейсом изложены в разделе 9 и подразделе 20.7.

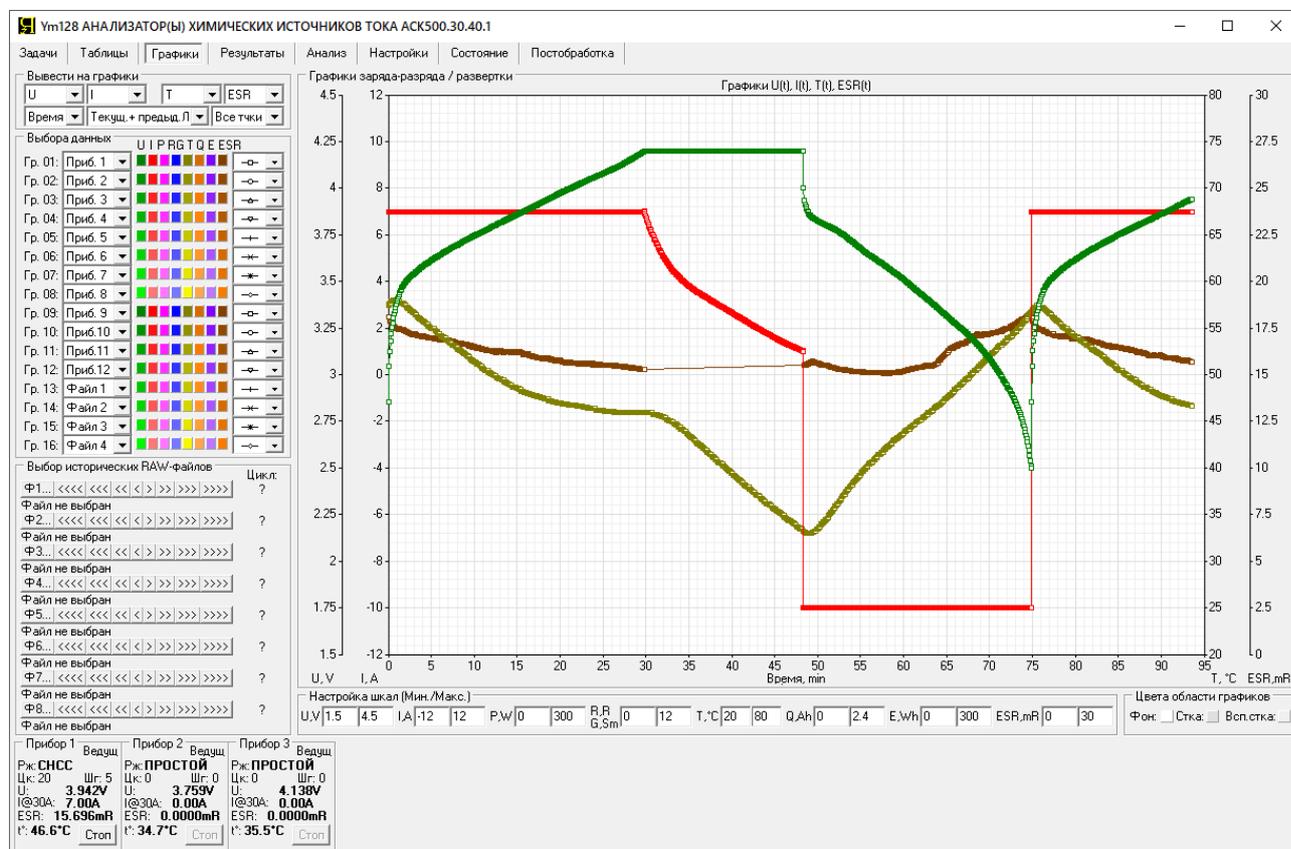


Рисунок 59 - Внешний вид Компьютерного Интерфейса Ym128

Компьютерный Интерфейс Ym128 позволяет:

- Составить необходимую программу тестирования ХИТ для каждого прибора (до 12 Анализаторов АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1 одновременно);
- Задать граничные условия тестирования ХИТ;
- Задать параметры сохранения данных в файлы результатов измерений;
- Запустить подготовленную программу тестирования ХИТ на выполнение;
- Наблюдать в реальном времени за работой прибора(ов);
- Отображать результаты измерений в различной форме;
- Строить графики зависимостей различных параметров ХИТ от времени, температуры, пройденного числа циклов заряда-разряда и друг от друга;
- Прервать тест ХИТ в любой момент времени на любом приборе;
- Следить за состоянием прибора(ов);
- Определить причину аварийного завершения тестирования;
- Просматривать и выводить на графики результаты измерений, полученные ранее, в прошлом, и сохраненные на компьютере Пользователя.

Компьютерный Интерфейс Ym128 является универсальным, и подходит для работы как с Анализаторами серии АСК500, так и с другими Анализаторами ХИТ производства ООО "ЯРОСТАНМАШ".

Один Компьютерный Интерфейс Ym128 может одновременно управлять работой от 1 до 12 Анализаторов АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1.

Перед использованием Компьютерного Интерфейса и подключения к Анализатору (Анализаторам), конкретный тип Анализатора (АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1) должен быть выбран из выпадающего списка в области "Тип Прибора(ов)" на странице "Настройки", см. подраздел 20.7.

Выбранный тип прибора отображаются в строке заголовка Компьютерного Интерфейса (см. рисунок 60).

Компьютерный Интерфейс содержит страницы:

- Задачи
- Таблицы
- Графики
- Результаты
- Анализ
- Настройки
- Состояние
- Постобработка

Выбор страниц осуществляется соответствующими кнопками вверху слева:

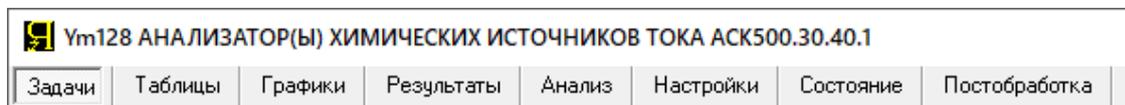


Рисунок 60 - Кнопки выбора страниц Компьютерного Интерфейса

Все страницы имеют общую нижнюю область, отражающую состояние и основные параметры всех Анализаторов, которые подключены к Компьютерному Интерфейсу, а также дающую возможность прервать процесс тестирования ХИТ для любого прибора с любой страницы Компьютерного Интерфейса.

В зависимости от количества подключенных приборов, область будет иметь соответствующее количество однотипных панелей состояния приборов (см. рисунок 61 и рисунок 62):

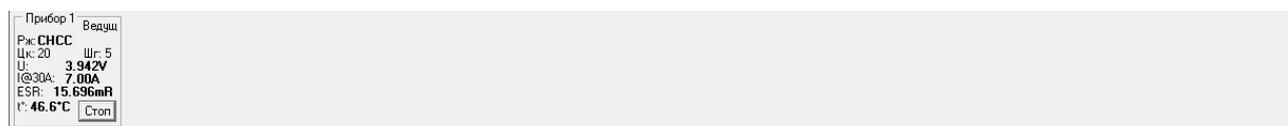


Рисунок 61 - Область состояния (подключен один Анализатор серии АСК500)

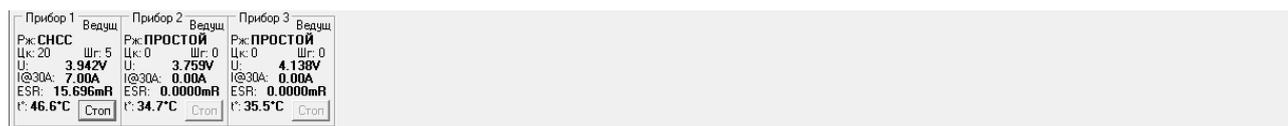


Рисунок 62 - Область состояния (подключены три Анализатора серии АСК500)



Рисунок 63 - Панель состояния Анализатора

Каждая панель состояния прибора (см. рисунок 63) содержит:

- Указатель состояния прибора – "Ведущ" (Ведущий) или "Ведом" (Ведомый) (см. раздел 11);
- Маркер режима работы прибора на текущем шаге программы тестирования ХИТ ("Рж:");
- Указатель номера выполняемого цикла программы тестирования ХИТ ("Цк:");
- Указатель номера выполняемого шага заданной программы тестирования ХИТ ("Шг:");
- Текущее значение напряжения на ХИТ, В;
- Указатель текущего аппаратного поддиапазона тока;
- Текущее значение тока через ХИТ, А или мА;
- Текущий результат измерения ESR ХИТ, мОм, полученный методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2) или в режиме импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления (см. подраздел 14.3);
- Текущую температуру ХИТ, °С (только при подключенном датчике температуры);
- Кнопку прерывания тестирования ХИТ или выхода из аварийного состояния прибора.

Маркер режима работы прибора может принимать следующие значения:

- **"ИНИЦИАЛ."** – Инициализация работы прибора;
- **"ПРОСТОЙ"** – Режим простоя прибора (прибор готов к работе);
- **"ТСТ ЗВРШН"** – Тест ХИТ завершен;
- **"ПОДКЛЮЧ."** – Подключение ХИТ к внутренним схемам Анализатора;
- **"ОТКЛЮЧ."** – Отключение ХИТ от внутренних схем прибора;
- **"ИЗМЕР. ESR"** – Режим паузы в токе при измерении ESR ХИТ (см. подраздел 14.2);
- **"СНСС"** – Заряд ХИТ заданным постоянным током;
- **"СНСР"** – Заряд ХИТ заданной постоянной мощностью;
- **"СНСV"** – Заряд ХИТ при заданном постоянном напряжении;
- **"ДСНСС"** – Разряд ХИТ заданным постоянным током;
- **"ДСНСР"** – Разряд ХИТ заданной постоянной мощностью;
- **"ДСНСR"** – Разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление;
- **"ДСНСV"** – Разряд ХИТ при заданном постоянном напряжении;
- **"РЕЛАКСАЦ."** – Режим релаксации;
- **"РАЗВЁРТ. U"** – Развёртка напряжения на ХИТ;
- **"РАЗВЁРТ. I"** – Развёртка тока через ХИТ;
- **"РАЗВЁРТ. P"** – Развёртка мощности на ХИТ;
- **"РАЗВЁРТ. R"** – Развёртка сопротивления разряда ХИТ;
- **"ИМПУЛЬС U"** – Режим импульсов напряжения на ХИТ;
- **"ИМПУЛЬС I"** – Режим импульсов тока через ХИТ;
- **"ИМПУЛЬС P"** – Режим импульсов мощности на ХИТ;
- **"ИМПУЛЬС R"** – Режим импульсов сопротивления разряда ХИТ;
- **"ТАБЛИЦА U"** – Работа по таблице напряжения;
- **"ТАБЛИЦА I"** – Работа по таблице тока;
- **"ТАБЛИЦА P"** – Работа по таблице мощности;
- **"ТАБЛИЦА R"** – Работа по таблице сопротивления;
- **"САМОПИС.U"** – Режим самописца напряжения на клеммах ХИТ;
- **"ПАУЗА"** – Режим паузы;
- **"МРРТ"** – Режим поиска точки максимальной мощности разряда ХИТ;
- **"НЕТ ПРОШ."** – В микроконтроллере прибора нет микропрограммы (см. раздел 24);
- **"ОБНОВЛ-Е"** – Режим обновления микропрограммы прибора (см. раздел 24);
- **"ОБЩ.АВАР."** – Общая авария прибора;
- **"СРЫВ СТАБ."** – Срыв стабилизации заданного параметра на ХИТ;
- **"НАРУШ. ЦП"** – Нарушение цепей подключения ХИТ (плохой контакт);
- **"ПЕРЕНАП.В+"** – Перенапряжение на силовых клеммах прибора;
- **"ПЕРЕНАП.S+"** – Перенапряжение на потенциальных клеммах прибора;

- "ОБР.ПОЛ.В+" – Обратная полярность напряжения на силовых клеммах прибора;
- "ОБР.ПОЛ.S+" – Обратная полярность на потенциальных клеммах прибора;
- "ЛМТ U МИН." – Сработало ограничение минимального напряжения на ХИТ;
- "ЛМТ U МКС." – Сработало ограничение максимального напряжения на ХИТ;
- "ЛИМИТ IСН" – Сработало ограничение максимального тока заряда;
- "ЛИМИТ IДС" – Сработало ограничение максимального тока разряда;
- "ЛМТ Т МИН." – Сработало ограничение минимальной температуры ХИТ;
- "ЛМТ Т МКС." – Сработало ограничение максимальной температуры ХИТ;
- "АВ. ПК" – Потеря связи с ПК при работе по таблицам;
- "ПЕРЕНАП.ИП" – Перенапряжение на источнике питания прибора;
- "ОТКАЗ ИП" – Отказ источника питания прибора;
- "ПЕРГРУЗ.К." – Перегрузка силовых транзисторов прибора;
- "АВ. ИНВРТ." – Отказ силового инвертора прибора;
- "ПЕРЕГРУЗ.І" – Перегрузка прибора по току;
- "ПЕРЕГРУЗ.Р" – Перегрузка прибора по мощности;
- "ПЕРГВ НГР." – Перегрев нагрузочного резистора R прибора (см. рисунок 4);
- "ПЕРГВ ШНТ." – Перегрев токового шунта прибора;
- "АВ.ВЕНТ-РА" – Отказ вентилятора охлаждения прибора;
- "ПОТЕРЯ ПК" – Потеря связи с ПК при параллельной работе приборов;
- "ПОТЕРЯ ПР" – Потеря связи с прибором при параллельной работе приборов;
- "НЕВЕР. РЖ." – Неверный режим работы прибора при параллельной работе приборов;
- "АВ. ИНИЦ." – Авария инициализации внутренних схем прибора;
- "ОШ.ОБНОВЛ." – Ошибка обновления микропрограммы прибора.

Указатель аппаратного поддиапазона тока находится непосредственно перед значением тока (см. рисунок 63). Так например, текст "I@30A: -25.001A" означает, что в настоящий момент работает аппаратный поддиапазон тока 30 А, а само значение тока через ХИТ составляет минус 25,001 А.

Кнопка "Стоп" предназначена для прерывания процесса тестирования ХИТ для конкретного прибора, или для сброса аварийного состояния (см. раздел 23).

Компьютерный Интерфейс имеет множество полей для ввода заданных параметров тестирования ХИТ и отображения результатов измерений. Значения в поля необходимо вводить из диапазона допустимых значений для конкретного настраиваемого параметра.

В случае ввода некорректных значений, соответствующее поле ввода будет подсвечено красным цветом (см. рисунок 64).



Рисунок 64 - Неверные значения подсвечиваются красным цветом

Ряд параметров допускает отсутствие введенных значений. В этом случае контроль соответствующего параметра отключается. Тем не менее, для привлечения внимания Пользователя, пустое окно подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 65).



Рисунок 65 - Некоторые поля можно оставить пустыми

Наконец, ряд параметров имеют особую важность при формировании программы тестирования. Для напоминания Пользователю такие параметры подсвечиваются желтым цветом всегда, даже если значение параметра введено и корректно (см. рисунок 66).



Рисунок 66 - Некоторые параметры имеют особую важность

Подробное описание Компьютерного Интерфейса Ym128 изложено в подразделах 20.2 – 20.9, а также в разделе 22.

20.2 Страница "ЗАДАЧИ"

Страница "Задачи" Компьютерного Интерфейса Ym128 предназначена для настройки программы тестирования ХИТ (см. рисунок 67).

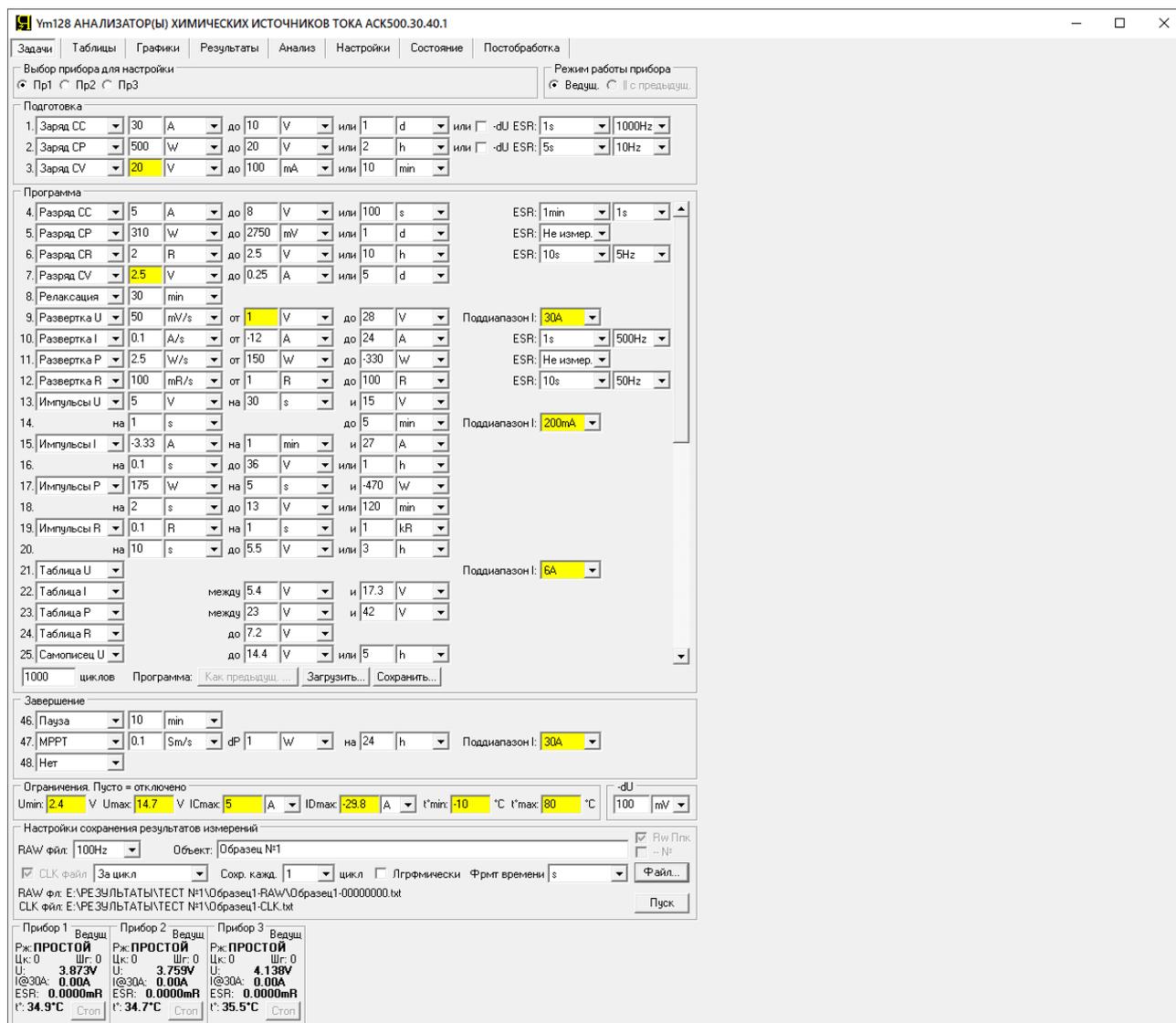


Рисунок 67 - Страница "Задачи" Компьютерного Интерфейса Ym128

К одному Компьютерному Интерфейсу Ym128 можно подключить до 12 Анализаторов АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1. При работе нескольких приборов под управлением одного Компьютерного Интерфейса Ym128, выбор прибора для настройки программы тестирования осуществляется в области "Выбор прибора для настройки" (см. рисунок 68).

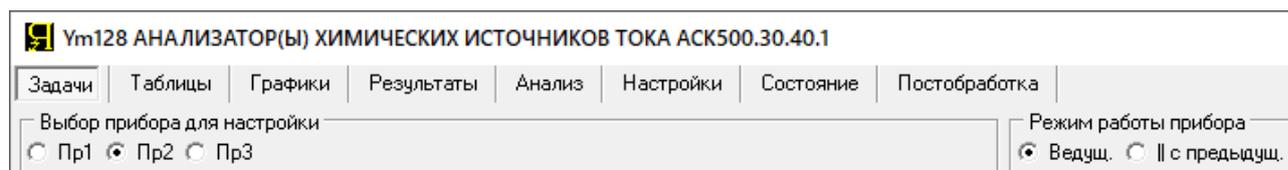


Рисунок 68 - Выбор прибора для настройки программы тестирования ХИТ

При необходимости увеличения тока или мощности тестирования ХИТ свыше возможностей одного Анализатора, соседние приборы можно объединять в группы для параллельной работы. В этом случае для каждого прибора в группе необходимо указать режим работы – "Ведущ." (Ведущий) или "|| с предыдущ." (Ведомый). Настройка режима работы прибора осуществляется в области "Режим работы прибора". Первый прибор в группе должен быть настроен как

"Ведущ." (Ведущий), остальные должны быть настроены как "|| с предыдущ." (Ведомый).
Дополнительные сведения о параллельной работе приборов изложены в разделе 11.

Настройка программы тестирования ХИТ для конкретного прибора возможна если:

- Установлена связь между прибором и Компьютерным Интерфейсом (либо всеми приборами, выбранными для параллельной работы);
- Выбранный прибор (приборы) находится в режиме "**ПРОСТОЙ**" (готов к работе);
- Все данные из внутренней памяти выбранного прибора (приборов) переданы в Компьютерный Интерфейс и внутренняя память прибора (-ов) пуста (см. раздел 22).

Во всех остальных случаях элементы настройки программы для выбранного прибора будут заблокированы.

Страница "Задачи" позволяет настроить необходимую программу тестирования ХИТ (см. раздел 12, рисунок 7), которая, в общем случае, может содержать:

- до 3 шагов подготовки тестирования, выполняемых однократно;
- до 42 шагов основной циклической части программы, выполняемой заданное количество раз (циклов);
- до 3 шагов завершения тестирования, выполняемых однократно после завершения выполнения основной циклической части программы.

На каждом шаге (за некоторым исключением, см. раздел 12) прибор может выполнить:

- Заряд ХИТ заданным постоянным током (СНСС);
- Заряд ХИТ заданной постоянной мощностью (СНСП);
- Заряд ХИТ при заданном постоянном напряжении (СНСВ);
- Разряд ХИТ заданным постоянным током (ДСНСС);
- Разряд ХИТ заданной постоянной мощностью (ДСНСП);
- Разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление (ДСНСР);
- Разряд ХИТ при заданном постоянном напряжении (ДСНСВ);
- Релаксацию (паузу);
- Развёртку напряжения (U) на ХИТ во времени;
- Развёртку тока (I) через ХИТ во времени;
- Развёртку мощности (P) на ХИТ во времени;
- Развёртку сопротивления разряда ХИТ (R) во времени;
- Режим импульсов напряжения (U);
- Режим импульсов тока (I);
- Режим импульсов мощности (P);
- Режим импульсов сопротивления разряда ХИТ (R);
- Работу по таблице напряжения (U);
- Работу по таблице тока (I);
- Работу по таблице мощности (P);
- Работу по таблице сопротивления (R);
- Запись напряжения на клеммах прибора (самописец U);
- Паузу;
- Режим МРРТ (режим поиска точки максимальной мощности разряда ХИТ).

Выбор и настройка шагов подготовки осуществляется в области "Подготовка" (см. рисунок 69).

Выбор и настройка шагов циклической части осуществляется в области "Программа".

Выбор и настройка шагов завершения осуществляется в области "Завершение".

Область области "Программа" растягивается и сжимается при изменении размеров Компьютерного Интерфейса на экране компьютера Пользователя, а также имеет справа полосу прокрутки, необходимую для просмотра и настройки всех 42 шагов циклической части программы.

Для настройки заданной программы тестирования ХИТ необходимо настроить каждый ее шаг.

Слева от каждой строки настройки параметров каждого шага проставлены номера шагов в программе тестирования. Данные номера затем попадают в файлы результатов измерений

(см. раздел 16) для однозначного сопоставления полученных результатов измерений и заданной программы тестирования.

Подготовка										
1. Заряд СС	30	A	до	10	V	или	1	d	или <input type="checkbox"/> -dU ESR: 1s	1000Hz
2. Заряд СР	500	W	до	20	V	или	2	h	или <input type="checkbox"/> -dU ESR: 5s	10Hz
3. Заряд CV	20	V	до	100	mA	или	10	min		
Программа										
4. Разряд СС	5	A	до	8	V	или	100	s	ESR: 1min	1s
5. Разряд СР	310	W	до	2750	mV	или	1	d	ESR: Не измер.	
6. Разряд CR	2	R	до	2.5	V	или	10	h	ESR: 10s	5Hz
7. Разряд CV	2.5	V	до	0.25	A	или	5	d		
8. Релаксация	30	min								
9. Развертка U	50	mV/s	от	1	V	до	28	V	Поддиапазон I: 30A	
10. Развертка I	0.1	A/s	от	-12	A	до	24	A	ESR: 1s	500Hz
11. Развертка P	2.5	W/s	от	150	W	до	-330	W	ESR: Не измер.	
12. Развертка R	100	mR/s	от	1	R	до	100	R	ESR: 10s	50Hz
13. Импульсы U	5	V	на	30	s	и	15	V	Поддиапазон I: 200mA	
14.	на	1	s			до	5	min		
15. Импульсы I	-3.33	A	на	1	min	и	27	A		
16.	на	0.1	s	до	36	V	или	1	h	
17. Импульсы P	175	W	на	5	s	и	-470	W		
18.	на	2	s	до	13	V	или	120	min	
19. Импульсы R	0.1	R	на	1	s	и	1	kR		
20.	на	10	s	до	5.5	V	или	3	h	
21. Таблица U									Поддиапазон I: 6A	
22. Таблица I			между	5.4	V	и	17.3	V		
23. Таблица P			между	23	V	и	42	V		
24. Таблица R			до	7.2	V					
25. Самописец U			до	14.4	V	или	5	h		
1000 циклов Программа: Как предыдущ... Загрузить... Сохранить...										
Завершение										
46. Пауза	10	min								
47. МРРТ	0.1	Sm/s	dP	1	W	на	24	h	Поддиапазон I: 30A	
48. Нет										

Рисунок 69 - Элементы для настройки программы тестирования ХИТ

Режим работы прибора на каждом шаге выбирается из выпадающего списка в начале строки описания параметров для данного шага.

При выборе пункта данный шаг при выполнении программы будет пропущен, и прибор сразу перейдет к выполнению следующего шага.

Настройка конкретного шага заключается в выборе его типа и вводе в окна настройки корректных значений параметров, определяющих работу прибора на данном шаге.

Введенные значения параметров должны попадать в допустимый диапазон параметров прибора (см. таблицу 3) или группы приборов, подготовленных для параллельной работы (см. раздел 11). Если введенное значение любого из параметров не попадает в допустимый диапазон, не выбраны единицы измерения для данного параметра, или Компьютерный Интерфейс не может распознать введенный текст, окно с неверным параметром будет подсвечено красным цветом (см. рисунок 64), а запуск подготовленной программы тестирования ХИТ на выполнение станет невозможным.

Для включения в программу тестирования *шага заряда заданным постоянным током (СНСС)*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "**Заряд СС**" (см. рисунок 70).



Рисунок 70 - Элементы настройки шага заряда ХИТ заданным постоянным током (СНСС)

В режиме заряда ХИТ заданным постоянным током (СНСС) прибор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ стабилизированного положительного тока (тока заряда) заданного значения.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.3.

Для режима СНСС отдельно настраиваются:

- Заданный ток заряда, А, мА или мкА;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч или сут;
- Включение или отключение критерия окончания заряда "-dU";
- Период P_{ESR} между измерениями ESR методом прерывания тока (см. подраздел 14.2);
- Длительность D_{ESR} пауз тока для измерения ESR.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом.

Включение или отключение критерия "-dU" производится установкой или снятием одноименной галки -dU.

Величина отрицательного приращения напряжения, при которой прибор прекратит шаг заряда, настраивается в области "-dU" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса, сразу для всех шагов заряда.



Рисунок 71 - Настройка величины критерия окончания заряда "-dU"

Во время шага СНСС прибор может измерять ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2). Настройка периода между измерениями ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} производится выбором необходимых значений из соответствующих выпадающих списков (см. рисунок 72).

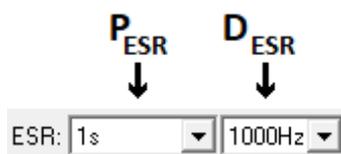


Рисунок 72 - Настройка измерения ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2)

Диапазоны допустимых значений для периода измерения ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} представлены в подразделе 14.2.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг заряда постоянным током имеет маркер шага "**ССС**".

Для включения в программу тестирования *шага заряда заданной постоянной мощностью (CHCP)*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "**Заряд CP**" (см. рисунок 73).

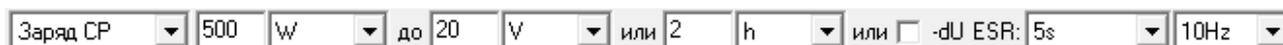


Рисунок 73 - Элементы настройки шага заряда ХИТ заданной постоянной мощностью (CHCP)

В режиме заряда ХИТ заданной постоянной мощностью (CHCP) прибор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ положительного тока (тока заряда) такого значения, чтобы абсолютное значение электрической мощности на ХИТ соответствовало заданному значению мощности.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.4.

Для режима CHCP отдельно настраиваются:

- Заданная мощность заряда, Вт, мВт или мкВт;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч или сут;
- Включение или отключение критерия окончания заряда "-dU";
- Период P_{ESR} между измерениями ESR методом прерывания тока (см. подраздел 14.2);
- Длительность D_{ESR} пауз тока для измерения ESR.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

Включение или отключение критерия "-dU" производится установкой или снятием одноименной галки -dU.

Величина отрицательного приращения напряжения, при которой прибор прекратит шаг заряда, настраивается в области "-dU" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса, сразу для всех шагов заряда (см. рисунок 71).

Во время шага CHCP прибор может измерять ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2). Настройка периода между измерениями ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} производится выбором необходимых значений из соответствующих выпадающих списков (см. рисунок 72).

Диапазоны допустимых значений для периода измерения ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} представлены в подразделе 14.2.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг заряда постоянной мощностью имеет маркер шага "**ССР**".

Для включения в программу *шага заряда при заданном постоянном напряжении (CHCV)*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "**Заряд CV**" (см. рисунок 74).



Рисунок 74 - Элементы настройки заряда ХИТ при заданном постоянном напряжении (CHCV)

В режиме заряда ХИТ при заданном постоянном напряжении (CHCV) прибор является источником стабилизированного напряжения.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.5.

При тестировании ХИТ напряжение заряда в режиме CHCV следует задавать равным напряжению окончания предыдущего шага. Однако, при использовании Анализаторов серии АСК500 в качестве программируемого источника питания, данная рекомендация утрачивает смысл.

Для напоминания Пользователю о необходимости ввода корректных значений напряжения, окно ввода напряжения заряда всегда подсвечивается желтым цветом.

Для заряда ХИТ при заданном постоянном напряжении отдельно настраиваются:

- Заданное напряжение заряда, В или мВ;
- Ток окончания шага, А, мА или мкА;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч, или сут.

Поле ввода заданного тока окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного тока будет отключен, а само поле ввода тока окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг заряда при постоянном напряжении имеет маркер шага "CCV".

Для включения в программу тестирования *шага разряда заданным постоянным током (DCHCC)*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Разряд CC" (см. рисунок 75).



Рисунок 75 - Элементы настройки шага разряда ХИТ заданным постоянным током (DCHCC)

В режиме разряда ХИТ заданным постоянным током (DCHCC) прибор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ стабилизированного отрицательного тока (тока разряда) заданного значения.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.6.

Для режима DCHCC отдельно настраиваются:

- Заданный ток разряда, А, мА или мкА;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч или сут;
- Период P_{ESR} между измерениями ESR методом прерывания тока (см. подраздел 14.2);
- Длительность D_{ESR} пауз тока для измерения ESR.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

Во время шага DCHCC прибор может измерять ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2). Настройка периода между измерениями ESR P_{ESR}

и длительности пауз в токе D_{ESR} производится выбором необходимых значений из соответствующих выпадающих списков (см. рисунок 72).

Диапазоны допустимых значений для периода измерения ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} представлены в подразделе 14.2.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг разряда постоянным током имеет маркер шага "DCC".

Для включения в программу тестирования *шага разряда заданной постоянной мощностью (DCHCP)*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Разряд CP" (см. рисунок 76).

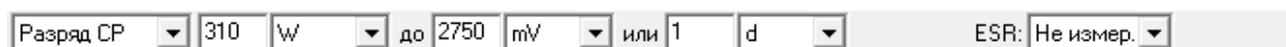


Рисунок 76 - Элементы настройки шага разряда ХИТ заданной постоянной мощностью (DCHCP)

В режиме разряда ХИТ заданным постоянным током (DCHCC) прибор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ отрицательного тока (тока разряда) такого значения, чтобы абсолютное значение электрической мощности разряда ХИТ соответствовало заданному значению мощности.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.7.

Для режима DCHCP отдельно настраиваются:

- Заданная мощность разряда, Вт, мВт или мкВт;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч или сут;
- Период P_{ESR} между измерениями ESR методом прерывания тока (см. подраздел 14.2);
- Длительность D_{ESR} пауз тока для измерения ESR.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

Во время шага DCHCP прибор может измерять ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2). Настройка периода между измерениями ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} производится выбором необходимых значений из соответствующих выпадающих списков (см. рисунок 72).

Диапазоны допустимых значений для периода измерения ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} представлены в подразделе 14.2.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг разряда постоянной мощностью имеет маркер шага "DCP".

Для включения в программу тестирования *шага разряда на заданное постоянное сопротивление (DCHCR)*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Разряд CR" (см. рисунок 77).



Рисунок 77 - Элементы настройки шага разряда ХИТ на заданное постоянное сопротивление (DCHCR)

В режиме разряда ХИТ на заданное постоянное сопротивление (DCHCR) прибор имитирует резистивную нагрузку с заданным значением электрического сопротивления, обеспечивая протекание через тестируемый ХИТ отрицательного тока (тока разряда) такого значения, чтобы входное сопротивление прибора соответствовало заданному значению сопротивления.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.8.

Для режима DCHCR отдельно настраиваются:

- Заданное сопротивление разряда, Ом, кОм или МОм;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч или сут;
- Период P_{ESR} между измерениями ESR методом прерывания тока (см. подраздел 14.2);
- Длительность D_{ESR} пауз тока для измерения ESR.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

Во время шага DCHCR прибор может измерять ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2). Настройка периода между измерениями ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} производится выбором необходимых значений из соответствующих выпадающих списков (см. рисунок 72).

Диапазоны допустимых значений для периода измерения ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} представлены в подразделе 14.2.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг разряда на заданное постоянное сопротивление имеет маркер шага "DCR".

Для включения в программу *шага разряда при заданном постоянном напряжении (DCHCV)*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Разряд CV" (см. рисунок 78).



Рисунок 78 - Элементы настройки разряда ХИТ при заданном постоянном напряжении (DCHCV)

В режиме разряда ХИТ при заданном постоянном напряжении (DCHCV) прибор является потребителем тока со стабилизированным напряжением на входе.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.9.

При тестировании ХИТ напряжение разряда в режиме DCHCV следует задавать равным напряжению окончания предыдущего шага.

Для напоминания Пользователю о необходимости ввода корректных значений напряжения разряда, окно ввода напряжения разряда всегда подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 78).

Для режима разряда ХИТ при заданном постоянном напряжении (DCHCV) отдельно настраиваются:

- Заданное напряжение разряда, В или мВ;
- Ток окончания шага, А, мА или мкА;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч, или сут.

Поле ввода заданного тока окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного тока будет отключен, а само поле ввода тока окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг разряда при постоянном напряжении имеет маркер шага "DCV".

Для включения в программу тестирования ХИТ *шага релаксации*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Релаксация".

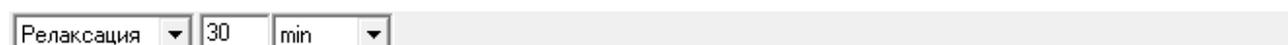


Рисунок 79 - Элементы настройки шага релаксации

На шаге релаксации прибор прерывает подачу тока через ХИТ на заданное время, продолжая измерять и фиксировать напряжение на ХИТ.

Подробное описание данного режима работы приведено в подразделе 12.10.

Для режима релаксации настраивается только длительность шага, с, мин, ч или сут.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг релаксации (паузы) имеет маркер шага "RLX".

Для включения в программу тестирования ХИТ *шага развёртки напряжения на ХИТ*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Развертка U".



Рисунок 80 - Элементы настройки шага развёртки напряжения на ХИТ

В режиме развёртки напряжения на ХИТ прибор будет линейно изменять (разворачивать) напряжение на ХИТ от начального напряжения развёртки до конечного напряжения развёртки, с заданной скоростью изменения (развёртки) напряжения.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, а также описание диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, приведено в подразделе 12.11.

При тестировании ХИТ напряжение разряда в режиме DCHCV следует задавать равным напряжению окончания предыдущего шага.

Для напоминания Пользователю о необходимости ввода корректных значений начального напряжения развёртки, окно ввода начального напряжения развёртки всегда подсвечивается желтым цветом.

Аппаратный поддиапазон тока в режиме развёртки напряжения не может быть заранее определен прибором и должен быть задан Пользователем вручную, из выпадающего списка "Поддиапазон I". Для напоминания Пользователю о необходимости ручного выбора аппаратного поддиапазона тока выпадающий список выбора поддиапазона тока подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 80).

Для режима развёртки напряжения на ХИТ отдельно настраиваются:

- Скорость развёртки напряжения, В/с, мВ/с, мкВ/с или нВ/с;
- Начальное напряжение развёртки, В или мВ;
- Конечное напряжение развёртки, В или мВ;
- Необходимый поддиапазон тока.

Последовательная комбинация двух шагов развёртки напряжения с соответствующими начальными и конечными напряжениями развёртки в циклической части программы тестирования позволяет исследовать ХИТ методом Циклической ВольтАмперометрии (ЦВА) (см. рисунок 81 и рисунок 82).

Подготовка

1. Разряд СС А В d

2. Нет

3. Нет

Программа

4. Развертка U mV/s В В

5. Развертка U mV/s В В

6. Нет

7. Нет

8. Нет

9. Нет

10. Нет

11. Нет

12. Нет

13. Нет

циклов Программа:

Рисунок 81 - Пример программы тестирования ХИТ методом ЦВА



Рисунок 82 - Результат выполнения программы тестирования ХИТ методом ЦВА (см. рисунок 81)

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг развёртки напряжения на ХИТ имеет маркер шага "SCU".

Для включения в программу тестирования ХИТ *шага развёртки тока через ХИТ*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Развертка I".



Рисунок 83 - Элементы настройки шага развёртки тока через ХИТ

В режиме развёртки тока через ХИТ прибор будет линейно изменять (разворачивать) ток через ХИТ от начального тока развёртки до конечного тока развёртки, с заданной скоростью изменения тока.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.12.

Для режима развёртки тока через ХИТ отдельно настраиваются:

- Скорость развёртки тока, А/с, мА/с, мкА/с или нА/с;
- Начальный ток развёртки, А, мА или мкА;
- Конечный ток развёртки, А, мА или мкА.

Во время шага развёртки тока прибор может измерять ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2). Настройка периода между измерениями ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} производится выбором необходимых значений из соответствующих выпадающих списков (см. рисунок 72).

Диапазоны допустимых значений для периода измерения ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} представлены в подразделе 14.2.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг развёртки тока имеет маркер шага "SCI".

Для включения в программу тестирования ХИТ *шага развёртки мощности на ХИТ*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Развертка P".



Рисунок 84 - Элементы настройки шага развёртки мощности на ХИТ

В режиме развёртки мощности на ХИТ прибор будет линейно изменять (разворачивать) мощность на ХИТ от начальной мощности развёртки до конечной мощности развёртки, с заданной скоростью изменения мощности.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.13.

Для режима развёртки мощности на ХИТ отдельно настраиваются:

- Скорость развёртки мощности, Вт/с, мВт/с, мкВт/с или нВт/с;
- Начальная мощность развёртки, Вт, мВт или мкВт;
- Конечная мощность развёртки, Вт, мВт или мкВт.

Во время шага развёртки мощности прибор может измерять ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2). Настройка периода между измерениями ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} производится выбором необходимых значений из соответствующих выпадающих списков (см. рисунок 72).

Диапазоны допустимых значений для периода измерения ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} представлены в подразделе 14.2.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг развёртки мощности имеет маркер шага "SCP".

Для включения в программу тестирования ХИТ *шага развёртки сопротивления разряда ХИТ*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "**Развертка R**" (см. рисунок 85).

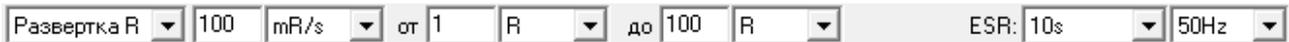


Рисунок 85 - Элементы настройки шага развёртки сопротивления разряда ХИТ

В режиме развёртки сопротивления разряда ХИТ прибор будет линейно изменять (разворачивать) сопротивление разряда ХИТ от начального сопротивления развёртки до конечного сопротивления развёртки, с заданной скоростью изменения сопротивления.

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.14.

Для режима развёртки сопротивления разряда ХИТ отдельно настраиваются:

- Скорость развёртки сопротивления, мОм/с, Ом/с или кОм/с;
- Начальное сопротивление развёртки, Ом, мОм или МОм;
- Конечное сопротивление развёртки, Ом, мОм или МОм.

Во время шага развёртки сопротивления разряда прибор может измерять ESR ХИТ методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2). Настройка периода между измерениями ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} производится выбором необходимых значений из соответствующих выпадающих списков (см. рисунок 72).

Диапазоны допустимых значений для периода измерения ESR P_{ESR} и длительности пауз в токе D_{ESR} представлены в подразделе 14.2.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг развёртки сопротивления разряда имеет маркер шага "**SCR**".

Для включения в программу тестирования *шага импульсов напряжения*, необходимо из выпадающего списка выбрать режим "**Импульсы U**" (см. рисунок 86).

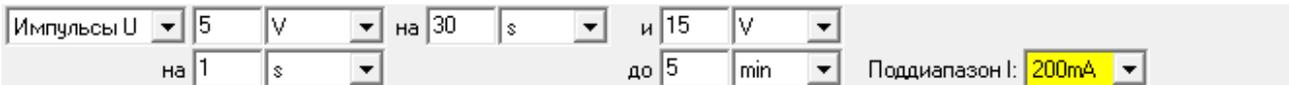


Рисунок 86 - Элементы настройки шага импульсов напряжения

В режиме импульсов напряжения прибор подает на тестируемый ХИТ чередующиеся импульсы напряжения заданных значений U_1 и U_2 , при этом напряжение U_1 подается на заданное время T_1 , а напряжение U_2 подается на заданное время T_2 .

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, а также диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, приведено в подразделе 12.15.

Аппаратный поддиапазон тока в режиме импульсов напряжения не может быть заранее определен прибором и должен быть задан Пользователем вручную, из выпадающего списка "Поддиапазон I". Для напоминания Пользователю о необходимости ручного выбора аппаратного поддиапазона тока выпадающий список выбора поддиапазона тока подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 86).

Для режима импульсов напряжения отдельно настраиваются:

- Заданное значение напряжения U_1 , В или мВ;
- Заданная длительность T_1 импульсов напряжения U_1 , с, мин, ч или сут;
- Заданное значение напряжения U_2 , В, или мВ;
- Заданная длительность T_2 импульсов напряжения U_2 , с, мин, ч или сут;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Длительность шага, с, мин, ч или сут;
- Необходимый поддиапазон тока.

В файлах результатов измерений шаг импульсов напряжения имеет маркер шага "**IPU**".

Для включения в программу тестирования *шага импульсов тока*, необходимо из выпадающего списка выбрать режим "**Импульсы I**" (см. рисунок 87).

Импульсы I	-3.33	A	на	1	min	и	27	A	
	на	0.1	s	до	36	V	или	1	h

Рисунок 87 - Элементы настройки шага импульсов тока

В режиме импульсов тока прибор подает через тестируемый ХИТ чередующиеся импульсы тока заданных значений I_1 и I_2 , при этом ток I_1 подается на заданное время T_1 , а ток I_2 подается на заданное время T_2 .

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.16.

Для режима импульсов тока отдельно настраиваются:

- Заданное значение тока I_1 , A, mA или мкА;
- Заданная длительность T_1 импульсов тока I_1 , с, мин, ч или сут;
- Заданное значение тока I_2 , A, mA или мкА;
- Заданная длительность T_2 импульсов тока I_2 , с, мин, ч или сут;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч или сут.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом.

В файлах результатов измерений шаг импульсов тока имеет маркер шага "**ИPI**".

Для включения в программу тестирования *шага импульсов мощности*, необходимо из выпадающего списка выбрать режим "**Импульсы P**" (см. рисунок 88).

Импульсы P	175	W	на	5	s	и	-470	W	
	на	2	s	до	13	V	или	120	min

Рисунок 88 - Элементы настройки шага импульсов мощности

В режиме импульсов мощности прибор подает на тестируемый ХИТ чередующиеся импульсы мощности заданных значений P_1 и P_2 , при этом мощность P_1 подается на заданное время T_1 , а мощность P_2 подается на заданное время T_2 .

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.17.

Для режима импульсов мощности отдельно настраиваются:

- Заданное значение мощности P_1 , Вт, мВт или мкВт;
- Заданная длительность T_1 импульсов мощности P_1 , с, мин, ч или сут;
- Заданное значение мощности P_2 , Вт, мВт или мкВт;
- Заданная длительность T_2 импульсов мощности P_2 , с, мин, ч или сут;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч или сут.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг импульсов мощности имеет маркер шага "**ИPP**".

Для включения в программу тестирования шага импульсов сопротивления, необходимо из выпадающего списка выбрать режим "Импульсы R" (см. рисунок 89).



Рисунок 89 - Элементы настройки шага импульсов сопротивления

В режиме импульсов сопротивления прибор подает на тестируемый ХИТ чередующиеся импульсы сопротивления разряда заданных значений R_1 и R_2 , при этом сопротивление R_1 подается на заданное время T_1 , а сопротивление R_2 подается на заданное время T_2 .

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.18.

Для режима импульсов сопротивления отдельно настраиваются:

- Заданное значение сопротивления R_1 , Ом, кОм или МОм;
- Заданная длительность T_1 импульсов сопротивления R_1 , с, мин, ч или сут;
- Заданное значение сопротивления R_2 , Ом, кОм или МОм;
- Заданная длительность T_2 импульсов сопротивления R_2 , с, мин, ч или сут;
- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч или сут.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг импульсов сопротивления имеет маркер шага "IPR".

Для включения в программу тестирования шага работы по таблице напряжения, необходимо из выпадающего списка выбрать режим "Таблица U" (см. рисунок 90).

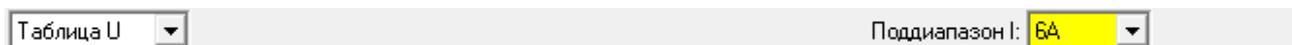


Рисунок 90 - Элементы настройки шага работы по таблице напряжения

В режиме работы по таблице напряжения прибор подает на тестируемый ХИТ стабилизированное напряжение с мгновенным значением, выбираемым в зависимости от текущего времени шага по заданной таблице напряжения.

ВНИМАНИЕ! Работа по таблице напряжения возможна только под управлением компьютера! Даже кратковременная потеря связи между Анализатором и компьютером во время работы прибора по таблице напряжения приведет к аварийному прерыванию выполнения программы тестирования ХИТ!

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками приведено в подразделе 12.19.2.

Аппаратный поддиапазон тока в режиме работы по таблице напряжения не может быть заранее определен прибором и должен быть задан Пользователем вручную, из выпадающего списка "Поддиапазон I". Для напоминания Пользователю о необходимости ручного выбора аппаратного поддиапазона тока выпадающий список выбора поддиапазона тока подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 90).

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг работы по таблице напряжения имеет маркер шага "TBU".

Для включения в программу тестирования *шага работы по таблице тока*, необходимо из выпадающего списка выбрать режим "**Таблица I**" (см. рисунок 91).



Рисунок 91 - Элементы настройки шага работы по таблице тока

В режиме работы по таблице тока прибор обеспечивает протекание через тестируемый ХИТ стабилизированного тока с мгновенным значением, выбираемым в зависимости от текущего времени шага по заданной таблице тока.

ВНИМАНИЕ! Работа по таблице тока возможна только под управлением компьютера! Даже кратковременная потеря связи между Анализатором и компьютером во время работы прибора по таблице тока приведет к аварийному прерыванию выполнения программы тестирования ХИТ!

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.19.3.

Для режима работы по таблице тока отдельно настраиваются:

- Нижнее напряжение окончания шага, В или мВ;
- Верхнее напряжение окончания шага, В или мВ.

Поле ввода заданного нижнего напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного нижнего напряжения будет отключен, а само поле ввода нижнего напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

Поле ввода заданного верхнего напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного верхнего напряжения будет отключен, а само поле ввода верхнего напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг работы по таблице тока имеет маркер шага "**ТВ I**".

Для включения в программу тестирования *шага работы по таблице мощности*, необходимо из выпадающего списка выбрать режим "**Таблица P**" (см. рисунок 92).



Рисунок 92 - Элементы настройки шага работы по таблице мощности

В режиме работы по таблице мощности прибор обеспечивает подачу на тестируемый ХИТ заданной мощности с мгновенным значением, выбираемым в зависимости от текущего времени шага по заданной таблице мощности.

ВНИМАНИЕ! Работа по таблице мощности возможна только под управлением компьютера! Даже кратковременная потеря связи между Анализатором и компьютером во время работы прибора по таблице мощности приведет к аварийному прерыванию выполнения программы тестирования ХИТ!

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.19.4.

Для режима работы по таблице мощности отдельно настраиваются:

- Нижнее напряжение окончания шага, В или мВ;
- Верхнее напряжение окончания шага, В или мВ.

Поле ввода заданного нижнего напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного нижнего напряжения будет отключен, а само поле ввода нижнего напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

Поле ввода заданного верхнего напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного верхнего напряжения будет отключен, а само поле ввода верхнего напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг работы по таблице мощности имеет маркер шага "ТВР".

Для включения в программу тестирования *шага работы по таблице сопротивления*, необходимо из выпадающего списка выбрать режим "Таблица R" (см. рисунок 93).

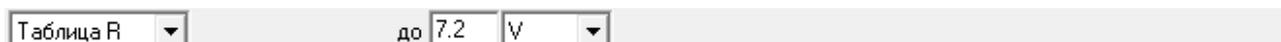


Рисунок 93 - Элементы настройки шага работы по таблице сопротивления

В режиме работы по таблице сопротивления прибор имитирует резистивную нагрузку с мгновенным значением электрического сопротивления, выбираемым в зависимости от текущего времени шага по заданной таблице сопротивления.

ВНИМАНИЕ! Работа по таблице сопротивления возможна только под управлением компьютера! Даже кратковременная потеря связи между Анализатором и компьютером во время работы прибора по таблице сопротивления приведет к аварийному прерыванию выполнения программы тестирования ХИТ!

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, а также условий выбора аппаратного поддиапазона тока, приведено в подразделе 12.19.5.

Для режима работы по таблице сопротивления настраивается только нижнее напряжение окончания шага, В или мВ.

Поле ввода заданного нижнего напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного нижнего напряжения будет отключен, а само поле ввода нижнего напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг работы по таблице сопротивления имеет маркер шага "ТВР".

Для включения в программу тестирования *шага самописца напряжения на клеммах ХИТ*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Самописец U" (см. рисунок 94).



Рисунок 94 - Элементы настройки режима самописца напряжения на клеммах ХИТ

В режиме самописца напряжения на клеммах ХИТ, прибор прерывает подачу тока через ХИТ, продолжая измерять и фиксировать напряжение на ХИТ.

Подробное описание данного режима работы и его отличий от режима "Релаксация" приведено в подразделе 12.20.

Для режима самописца напряжения на клеммах ХИТ отдельно настраиваются:

- Напряжение окончания шага, В или мВ;
- Максимальная длительность шага, с, мин, ч, или сут.

Поле ввода заданного напряжения окончания шага можно оставить пустым. При этом критерий окончания шага по достижению заданного напряжения будет отключен, а само поле ввода напряжения окончания будет подсвечено желтым цветом, для напоминания Пользователю об отключении критерия.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг самописца напряжения имеет маркер шага "LGU".

Для включения в программу тестирования ХИТ *шага паузы*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "Пауза" (см. рисунок 95).

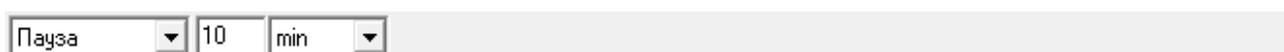


Рисунок 95 - Элементы настройки шага паузы

На шаге паузы прибор прерывает подачу тока через ХИТ на заданное время. Во время выполнения паузы параметры ХИТ не фиксируются и не сохраняются в файлы результатов измерений – время паузы "вырезается" из результатов измерений.

Подробное описание данного режима работы приведено в подразделе 12.21.

Для режима паузы настраивается только длительность шага, с, мин, ч или сут.

Для включения в программу тестирования ХИТ *шага MPPT*, необходимо из выпадающего списка для конкретного шага выбрать режим "MPPT" (см. рисунок 96).



Рисунок 96 - Элементы настройки шага MPPT

На шаге MPPT (Maximum Power Point Tracking) Анализатор создает электрическую нагрузку на тестируемый ХИТ с такой проводимостью, чтобы обеспечить отбор от тестируемого ХИТ максимально возможной электрической мощности.

Аппаратный поддиапазон тока в режиме MPPT не может быть заранее определен прибором и должен быть задан Пользователем вручную, из выпадающего списка "Поддиапазон I:". Для напоминания Пользователю о необходимости ручного выбора аппаратного поддиапазона тока выпадающий список выбора поддиапазона тока подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 96).

Подробное описание данного режима работы прибора с поясняющими рисунками, описание критериев окончания шага, а также диапазонов допустимых значений настраиваемых параметров, приведено в подразделе 12.22.

Для режима MPPT отдельно настраиваются:

- Заданная скорость изменения проводимости, См/с, мСм/с, мкСм/с или нСм/с;
- Заданное снижение мощности, отбираемой от ХИТ, приводящее к смене направления поиска точки максимальной мощности, Вт, мВт или мкВт;
- Длительность шага, с, мин, ч, или сут;
- Необходимый поддиапазон тока.

В файлах результатов измерений (см. раздел 16) шаг MPPT имеет маркер шага "MPPT".

Необходимое количество циклов заряда-разряда ХИТ, которое Анализатор будет выполнять в основной циклической части программы тестирования ХИТ, задается в соответствующем поле области "Программа". Допустимое значение заданного числа циклов заряда-разряда составляет от 1 до 9 999 998.

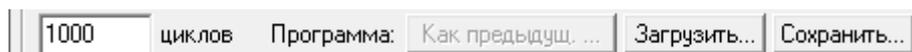


Рисунок 97 - Окно задания числа циклов заряда-разряда тестируемого ХИТ

Кнопка "**Как предыдущ. ...**" (Как на предыдущем приборе...) (см. рисунок 97) предназначена для копирования заданной программы тестирования предыдущего прибора в элементы настройки программы тестирования для выбранного прибора. Таким образом, программа тестирования, заданная, например, для прибора №1, может быть легко размножена по остальным приборам, подключенным к одному Компьютерному Интерфейсу Ym128. Для прибора №1 кнопка "Как предыдущ. ..." всегда недоступна (у прибора №1 нет предыдущего прибора).

При нажатии кнопки " Как предыдущ. ..." Пользователю будет показано диалоговое окно

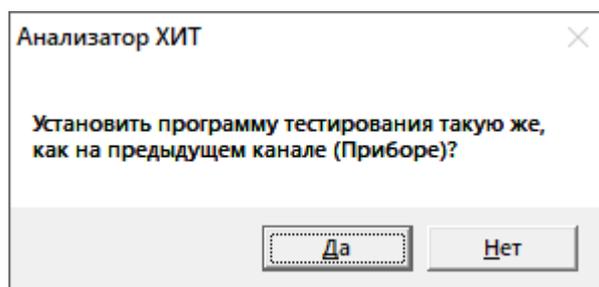


Рисунок 98 - Окно подтверждения задания программы тестирования ХИТ как для предыдущего прибора

Программа тестирования для выбранного прибора будет заменена на заданную программу тестирования для предыдущего прибора только если будет нажата кнопка "Да".

Кнопка "Сохранить..." (см. рисунок 97) позволяет сохранить подготовленную программу тестирования ХИТ в специальном файле программы тестирования. В данный файл сохраняются значения всех настроек и значения всех параметров, введенных в областях "Подготовка", "Программа", "Завершение", "Ограничения. Пусто = отключено", "-dU" и "Настройки сохранения результатов измерений". Нажатие на кнопку вызывает диалоговое окно выбора файла для сохранения заданной программы тестирования ХИТ. Диалоговое окно выбора файла для сохранения заданной программы тестирования ХИТ представлено на рисунке 99.

Кнопка "Загрузить..." (см. рисунок 97) позволяет загрузить сохраненную ранее программу тестирования ХИТ в соответствующие окна настройки параметров. Нажатие на кнопку вызывает стандартное диалоговое окно выбора файла для загрузки заданной программы тестирования ХИТ. Диалоговое окно выбора файла для загрузки заданной программы тестирования ХИТ представлено на рисунке 100.

Использование функции сохранения и загрузки заданной программы тестирования ХИТ может быть удобным в случае необходимости частной смены различных программ тестирования ХИТ из некоторого набора программ, выполняемых на одном приборе.

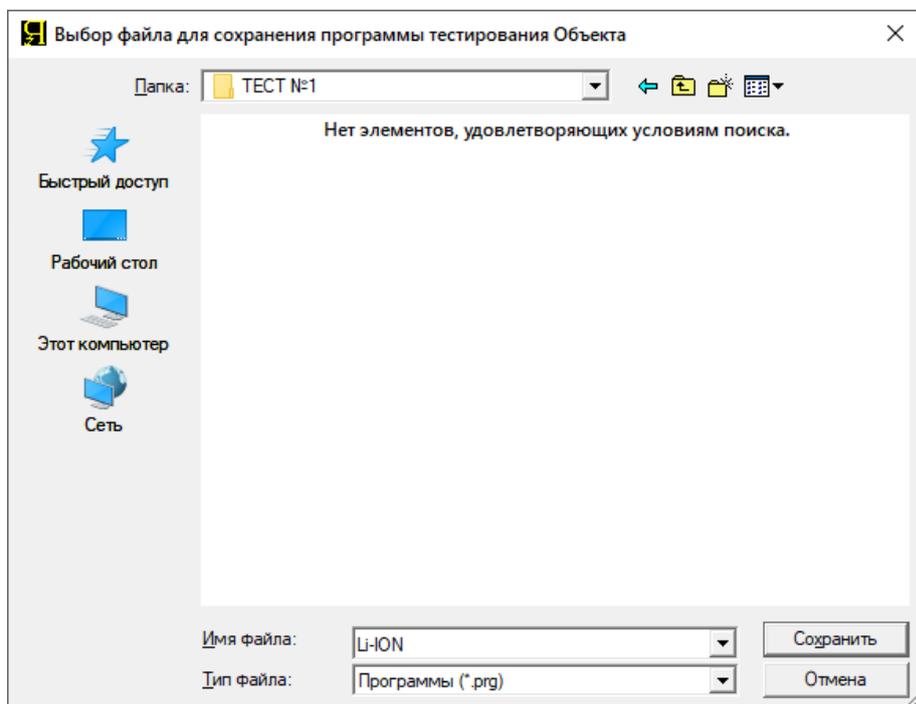


Рисунок 99 - Выбор файла для сохранения заданной программы тестирования ХИТ

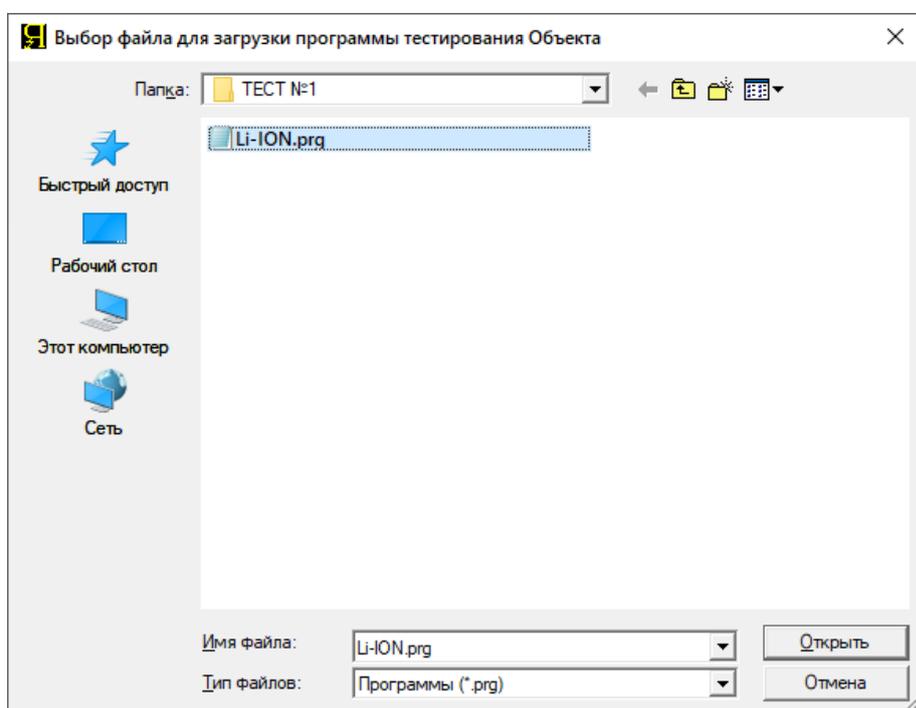


Рисунок 100 - Выбор файла для загрузки программы тестирования ХИТ

В ряде режимов, например таких как развёртка тока, невозможно предсказать заранее максимальное напряжение на ХИТ, равно как в режиме развёртки напряжения, невозможно предсказать заранее максимальный ток через ХИТ.

Во избежание возможного перезаряда, переразряда, переохлаждения, перегрева, а также перегрузки ХИТ по току заряда и разряда, используется область **"Ограничения. Пусто = отключено"**:



Рисунок 101 - Заданные ограничения основных параметров для тестируемого ХИТ

В области "Ограничения. Пусто = отключено" задаются:

- Ограничение минимального напряжения на ХИТ "Umin:", В;
- Ограничение максимального напряжения на ХИТ "Umax:", В;
- Ограничение максимального тока заряда ХИТ, "ICmax:", А;
- Ограничение максимального тока разряда ХИТ, "IDmax:", А;
- Ограничение минимальной температуры ХИТ, "t°min:", °С;
- Ограничение максимальной температуры ХИТ, "t°max:", °С.

Если в процессе выполнения программы тестирования напряжение на ХИТ снизится до заданного ограничения минимального напряжения "Umin:", выполнение программы тестирования ХИТ будет прервано, а прибор перейдет в аварийное состояние **"U MIN LMT"**. Дальнейший разряд ХИТ будет остановлен. В файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: **"ULL"**. Заданное ограничение минимального напряжения на ХИТ должно попадать в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3), или оставаться пустым. В случае отсутствия введенного значения (окно ввода значения параметра ограничения оставлено пустым), ограничение по минимальному напряжению на ХИТ срабатывать не будет. Параметр является важным, поэтому для напоминания Пользователю окно ввода параметра ограничения всегда подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 101).

Если в процессе выполнения программы тестирования напряжение на ХИТ возрастет до заданного ограничения максимального напряжения "Umax:", выполнение программы тестирования ХИТ будет прервано, а прибор перейдет в аварийное состояние **"U MAX LMT"**. Дальнейший заряд ХИТ будет остановлен. В файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: **"UHL"**. Заданное ограничение максимального напряжения на ХИТ должно попадать в рабочий диапазон напряжения прибора (см. таблицу 3), или оставаться пустым. В случае отсутствия введенного значения (окно ввода значения параметра ограничения оставлено пустым), ограничение по максимальному напряжению на ХИТ срабатывать не будет. Параметр является важным, поэтому для напоминания Пользователю окно ввода параметра ограничения всегда подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 101).

Если в процессе выполнения программы тестирования положительный ток через ХИТ (ток заряда) возрастет до заданного ограничения тока заряда "ICmax:", выполнение программы тестирования ХИТ будет прервано, а прибор перейдет в аварийное состояние **"IC MX LMT"**. Дальнейший заряд ХИТ будет остановлен. В файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: **"ICL"**. Заданное ограничение максимального тока заряда ХИТ должно попадать в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3), или оставаться пустым. В случае отсутствия введенного значения (окно ввода значения параметра ограничения оставлено пустым), ограничение по максимальному току заряда через ХИТ срабатывать не будет. Параметр является важным, поэтому для напоминания Пользователю окно ввода параметра ограничения всегда подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 101).

Если в процессе выполнения программы тестирования абсолютное значение отрицательного тока через ХИТ (тока разряда) возрастет до заданного ограничения тока разряда "IDmax:", выполнение программы тестирования ХИТ будет прервано, а прибор перейдет в аварийное состояние **"ID MX LMT"**. Дальнейший разряд ХИТ будет остановлен. В файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: **"IDL"**. Заданное ограничение максимального тока разряда ХИТ должно попадать в рабочий диапазон прибора, или оставаться пустым. В случае отсутствия введенного значения (окно ввода значения параметра ограничения оставлено пустым), ограничение по максимальному току разряда через ХИТ срабатывать не будет. Параметр является важным, поэтому для

напоминания Пользователю окно ввода параметра ограничения всегда подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 101).

Кроме защитных функций, параметры "Umin:", "Umax:", "ICmax:" и "IDmax:" используются для выбора необходимого аппаратного поддиапазона тока. Это становится необходимо для тех режимов работы прибора (шагов программы тестирования ХИТ), для которых необходимый поддиапазон тока не может быть определен явно, исходя из заданных параметров тестирования ХИТ. Более подробно об этом см. описание конкретных режимов тестирования ХИТ (раздел 12).

ВНИМАНИЕ! Для корректного выбора прибором подходящего поддиапазона тока и повышения точности измерений, настоятельно рекомендуется вводить разумные значения в поля ввода параметров ограничения "Umin:", "Umax:", "ICmax:" и "IDmax:"!

Например, при тестировании некоторого аккумулятора с характеристиками:

- Максимальное напряжение заряда 4,2 В;
- Минимальное напряжение разряда 3,0 В;
- Максимальный ток заряда и разряда 0,75 А.

в поля ввода ограничений параметров тестирования ХИТ разумно ввести:

- Umin = 2,95 В;
- Umax = 4,25 В;
- ICmax = 0,8 А;
- IDmax = 0,8 А.

В этом случае, прибор для тестирования данного аккумулятора будет использовать аппаратный поддиапазон тока 1 А. Точность воспроизведения и измерения тока через ХИТ будет максимальной.

Если в процессе выполнения программы тестирования температура ХИТ упадет до заданного ограничения минимальной температуры "t°min:", выполнение программы тестирования ХИТ будет прервано, а прибор перейдет в аварийное состояние "**T MIN LMT**". Дальнейшая работа с ХИТ будет остановлена. В файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**TLL**". Заданное ограничение минимальной температуры ХИТ должно попадать в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3), или оставаться пустым. В случае отсутствия введенного значения (окно ввода значения параметра ограничения оставлено пустым), ограничение по минимальной температуре ХИТ срабатывать не будет. Параметр является важным, поэтому для напоминания Пользователю окно ввода параметра ограничения всегда подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 101).

Если в процессе выполнения программы тестирования температура ХИТ возрастет до заданного ограничения максимальной температуры "t°max:", выполнение программы тестирования ХИТ будет прервано, а прибор перейдет в аварийное состояние "**T MAX LMT**". Дальнейшая работа с ХИТ будет остановлена. В файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**TJMX**". Заданное ограничение максимальной температуры ХИТ должно попадать в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3), или оставаться пустым. В случае отсутствия введенного значения (окно ввода значения параметра ограничения оставлено пустым), ограничение по максимальной температуре ХИТ срабатывать не будет. Параметр является важным, поэтому для напоминания Пользователю окно ввода параметра ограничения всегда подсвечивается желтым цветом (см. рисунок 101).

Область "Настройки сохранения результатов измерений" предназначена для настройки периода записи данных в файлы первичных данных, способа записи данных в файлы результатов, формата времени в файлах результатов, ввода названия тестируемого ХИТ, а также выбора пути к файлам результатов измерений (см. рисунок 102).

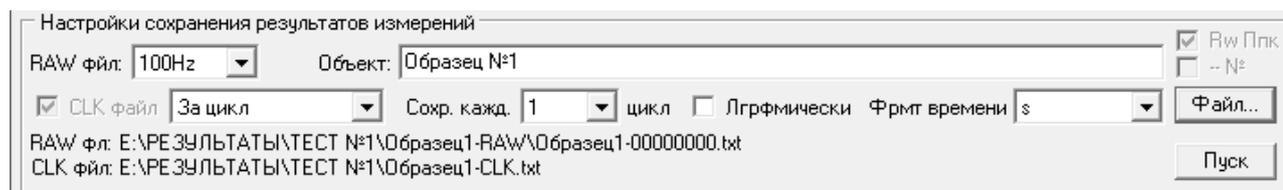


Рисунок 102 - Область настройки сохранения результатов измерений

Подробная информация о типах и структуре файлов результатов измерений, а также информация о порядке их именования и сохранения представлена в разделе 16.

Период сохранения результатов измерений в файлы первичных данных выбирается из выпадающего списка "RAW файл:" (файлы первичных данных) (см. рисунок 102).

Период записи результатов измерений может принимать следующие значения:

- "100Hz" (100 Гц);
- "25Hz" (25 Гц);
- "10Hz" (10 Гц);
- "5Hz" (5 Гц);
- "2Hz" (2 Гц);
- "1s" (1 с);
- "2s" (2 с);
- "5s" (5 с);
- "10s" (10 с);
- "20s" (20 с);
- "1min" (1 мин);
- "2min" (2 мин);
- "5min" (5 мин);
- "10min" (10 мин);
- "20min" (20 мин);
- "1h" (1 ч).

Событие срабатывания критерия окончания текущего шага программы тестирования, а также событие смены очередного импульса в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления, имеет бóльший приоритет для записи результатов измерений в файл первичных данных, чем заданный способ сохранения данных. Например, если выбран период записи данных "10min" (10 мин), очередная строка (точка*) в файлы первичных данных будет записываться один раз каждые 10 минут процесса тестирования ХИТ. Однако, если критерий окончания текущего шага или смены импульса в режимах импульсов сработает раньше момента записи очередной точки (например, через 5 минут после записи предыдущей точки), текущие параметры ХИТ все равно будут записаны в файл первичных данных и таким образом будет сформирована последняя (крайняя) точка в данном шаге программы или в данном импульсе. Сразу за этим будет совершен переход к следующему шагу (или циклу) тестирования ХИТ, или к следующему импульсу, в момент начала которого будет сформирована первая точка данных для нового шага или импульса, и отсчет периода записи данных начнется сначала. Таким образом, первые и последние точки для конкретного шага или конкретного импульса всегда сохраняются в файл первичных данных именно в момент наступления заданного события, без привязки к выбранному способу записи данных.

Выбор периода сохранения результатов измерений в файлы первичных данных зависит от предполагаемой скорости процессов при тестировании конкретного ХИТ и необходимой подробности записи результатов измерений. В большинстве случаев хороший выбор периода записи данных будет такой, при котором на каждом шаге тестирования ХИТ (например, СНСС или ДСНСС) будет сохранено от 100 до 500 точек* измерения рабочих параметров ХИТ (строк в файле первичных данных).

Например, для некоторого аккумулятора ожидаемая длительность шага заряда или разряда составляет 1 ч. В этом случае, разумный выбор для периода сохранения данных будет составлять 10 с. При этом, в течение шага заряда или разряда будет сохранено около 400 точек, что более чем достаточно для вычисления необходимых характеристик тестируемого ХИТ с максимальной точностью.

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

Меньшие периоды записи первичных данных, в данном случае, приведут к неоправданному возрастанию объема результатов измерений и к снижению быстродействия Компьютерного Интерфейса при обработке полученных данных.

ВНИМАНИЕ! Не следует для длительных процессов тестирования ХИТ (с длительностью 10 минут и более) выбирать малые периоды сохранения результатов измерений (1 с и менее). Это приведет к неоправданному возрастанию объема результатов измерений, к замедлению работы Компьютерного Интерфейса, а также к уменьшению времени автономной работы прибора (см. раздел 22).

Поле "Объект:" необходимо для ввода названия тестируемого ХИТ, которое попадет в файлы результатов измерений (см. рисунок 103).



Рисунок 103 - Поле ввода названия тестируемого ХИТ

Введенное название ХИТ будет сохраняться во всех файлах результатов измерений для данного теста и позволит без труда идентифицировать полученные результаты в будущем (см. рисунок 104).

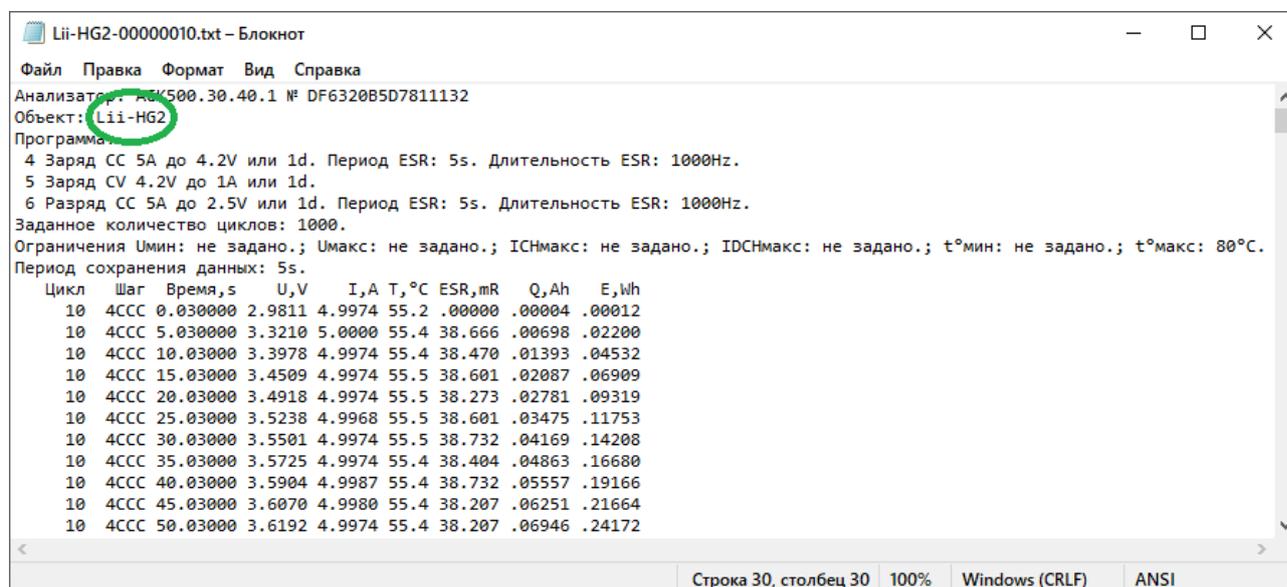


Рисунок 104 - Введенное в поле "Объект:" название ХИТ (см. рисунок 101) попадает в файлы результатов измерений

ВНИМАНИЕ! Настоятельно рекомендуется в поле "Объект:" вводить разумное название тестируемого ХИТ. Это позволит в будущем правильно идентифицировать файлы с результатами испытаний.

Галка "CLK файл" (Файл по циклам) (см. рисунок 102) позволяет включить или отключить создание файла сводных результатов измерений. Выпадающий список, расположенный рядом с этой галкой, позволяет выбрать тип файла сводных результатов – по каждому выполненному шагу или по каждому выполненному циклу программы тестирования ХИТ. Подробная информация по файлам сводных результатов измерений, представлена в подразделе 16.3.

Выпадающий список "Сохранять каждый цикл" и галка "Логфмически" (см. рисунок 102) служат для настройки прореживания результатов измерений. Прореживание результатов измерений позволяет существенно сократить объем создаваемых прибором файлов результатов измерений в случае необходимости

выполнения значительного числа циклов заряда-разряда тестируемого ХИТ (например, при испытаниях суперконденсаторов). Подробная информация о прорезивании результатов измерений представлена в разделе 17.

Выпадающий список "**Фрмт времени**" (Формат времени) (см. рисунок 102) позволяет выбрать один из доступных форматов сохранения единиц времени в файлах результатов измерений. Подробная информация о различных форматах времени представлена в разделе 18.

Кнопка "**Файл...**" (см. рисунок 102) открывает диалоговое окно для выбора места сохранения результатов измерений и ввода базового имени файлов результатов. Подробная информация о файлах результатов измерений представлена в разделе 16.

К базовому имени файла в процессе работы прибора будут добавлены номера циклов тестирования (при создании и сохранении файлов первичных данных), либо метка "-CLK" для файла сводных результатов измерений. Например, при выборе в диалоговом окне базового имени файла "ТЕСТ.txt", будет создано множество файлов результатов, по одному для каждого цикла программы, и один общий, со сводными результатами измерений (если установлена галка "CLK файл" - Файл по циклам) (см. рисунок 102). Имена созданных файлов будут следующими:

ТЕСТ-00000000.txt – для файла первичных данных для шагов подготовки (если есть);
ТЕСТ-00000001.txt – для файла первичных данных для цикла №1;
ТЕСТ-00000002.txt – для файла первичных данных для цикла №2;
ТЕСТ-00000003.txt – для файла первичных данных для цикла №3;
.....
ТЕСТ-CLK.txt – для файла сводных результатов измерений (если задано).

Все файлы будут сохраняться в выбранную Пользователем папку и после завершения выполнения заданной программы теста их количество будет соответствовать количеству выполненных циклов программы тестирования ХИТ, включая файл результатов выполнения шагов подготовки и файл результатов выполнения шагов завершения программы тестирования, а также файл сводных результатов измерений.

ВНИМАНИЕ! Во избежание сбоев в работе и путаницы в файлах результатов измерений, на компьютере Пользователя необходимо каждый раз при запуске очередного теста создавать отдельную папку для размещения его результатов!

Установка галки "**Rw Ппк**" (Отдельная подпапка для файлов первичных данных) (см. рисунок 102) перед выбором пути к файлам результатов измерений дает команду Компьютерному Интерфейсу сохранять все файлы первичных данных в отдельную подпапку с именем, соответствующим введенному Пользователем названию файла. В нашем примере, при выборе в диалоговом окне базового имени файла "ТЕСТ.txt", будет автоматически создана подпапка "ТЕСТ-RAW", и все файлы первичных данных будут сохраняться именно в нее. Путь к файлам результатов измерений в этом случае будет таким:

\ТЕСТ-RAW\ТЕСТ-00000000.txt – для файла первичных данных для шагов подготовки;
\ТЕСТ-RAW\ТЕСТ-00000001.txt – для файла первичных данных для цикла №1;
\ТЕСТ-RAW\ТЕСТ-00000002.txt – для файла первичных данных для цикла №2;
\ТЕСТ-RAW\ТЕСТ-00000003.txt – для файла первичных данных для цикла №3;
.....
ТЕСТ-CLK.txt – для файла сводных результатов измерений (если задано).

Кнопка "**Пуск**" (см. рисунок 102) предназначена для запуска подготовленной программы тестирования на выполнение.

Кнопка "Пуск" будет *не* активна, а запуск теста ХИТ будет *невозможен*, если:

- Нет установленной связи между прибором и Компьютерным Интерфейсом;
- Прибор находится в состоянии, отличном от "**ПРОСТОЙ**" (прибор не готов к работе);

- Не введены или введены некорректные значения для одного или для нескольких параметров заданной программы тестирования ХИТ (окна с некорректными значениями подсвечиваются красным цветом). Окно с неверно введенным значением параметра может находиться в невидимой части области "Программа" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса. Следует использовать полосу прокрутки в правой части области "Программа" для просмотра всех введенных значений параметров для всех возможных 42 шагов циклической части заданной программы тестирования ХИТ;
- Заданная программа тестирования не содержит ни одного шага (для всех шагов из выпадающих списков выбран пункт);
- Не введено название тестируемого ХИТ;
- Не выбран путь к файлам результатов измерений.

После выполнения всех вышеперечисленных условий, запуск подготовленного теста кнопкой "Пуск" будет разрешен.

При нажатии на кнопку "Пуск" Пользователю будет предложено предупредительное окно, в котором Пользователь должен согласиться принять на себя всю ответственность за нарушение техники безопасности работы с ХИТ и за любые последствия эксплуатации прибора (см. рисунок 105):

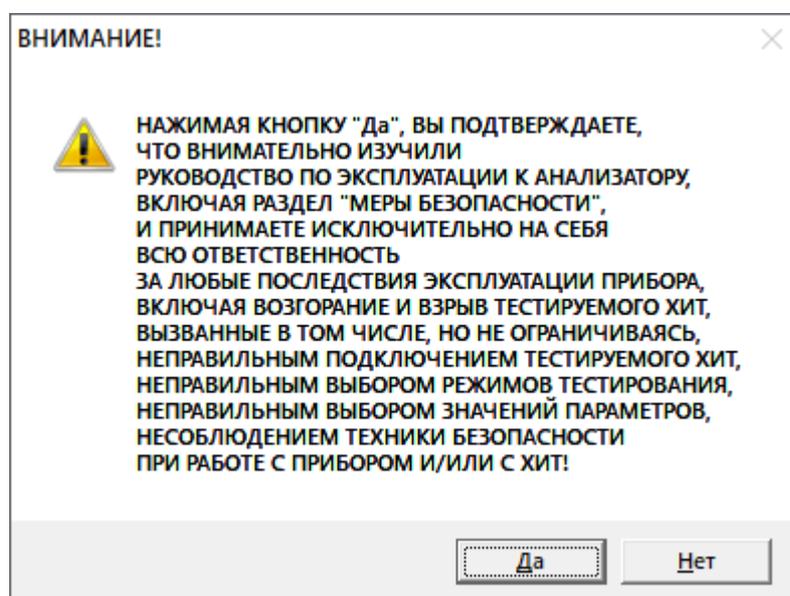


Рисунок 105 - Окно соглашения с Пользователем о принятии Пользователем всей ответственности за любые последствия эксплуатации прибора

Подготовленная программа тестирования будет запущена на выполнение только при нажатии кнопки "Да". При нажатии кнопки "Нет" запуск выполнения подготовленной программы тестирования произведен не будет.

20.3 Страница "ТАБЛИЦЫ"

Страница "Таблицы" Компьютерного Интерфейса Ym128 предназначена для выбора и подготовки таблиц напряжения, тока, мощности и сопротивления для режимов работы Анализатора по заданным таблицам напряжения, тока, мощности и сопротивления.

The screenshot displays the 'Tables' page of the Ym128 software. It features four main data tables, each with a list of time-based data points and summary statistics. The tables are labeled 'Таблица U', 'Таблица I', 'Таблица P', and 'Таблица R'. Each table has a 'Открыть...' (Open) and 'Закрыть' (Close) button. Below each table, there are summary statistics such as minimum and maximum values, and duration. At the bottom of the interface, there are three instrument status panels labeled 'Прибор 1', 'Прибор 2', and 'Прибор 3', each showing 'Ведущ' (Lead) and 'Ведом' (Follow) status, along with various electrical parameters like current, voltage, and resistance.

Таблица U	Таблица I	Таблица P	Таблица R
Время, с; Напряжение, V	Время, с; Ток, A	Время, с; Мощность, W	Time, s; Resistance, Ohm
0;1	211.88;18.98865898	0;76.99999959	100;10
1;5	211.89;19.22071477	0.01;76.53225957	200;100
2;7.23	211.9;19.4621596	0.02;76.06451958	
3;3.8	211.91;19.68349516	0.03;75.59677212	
4;5	211.92;19.91440852	0.04;75.12903213	
5;8.48	211.93;20.14486492	0.05;74.66129214	
6;17.24	211.94;20.37496368	0.06;74.19354468	
7;14.394	211.95;20.60478926	0.07;73.72580469	
8;7.86	211.96;20.83417773	0.08;73.2580647	
9;5.1	211.97;21.06320858	0.09;72.79032468	
10;3.78	211.98;21.29188677	0.1;72.32257725	
11;1	211.99;21.52011295	0.11;71.85483723	
12;2.657	212;21.74807588	0.12;71.38709724	
13;6.98	212.01;21.97594444	0.13;70.91935725	
14;11.43	212.02;22.20332126	0.14;70.45160979	
15;8.47	212.03;22.43037025	0.15;69.9838698	
16;5.31	212.04;22.65692254	0.16;69.51612978	
17;9.675	212.05;22.10342884	0.17;69.04838979	
18;7.46	212.06;21.5511173	0.18;68.58064233	
19;6.15	212.07;20.99981407	0.19;68.11290234	
20;3.01	212.08;20.44852309	0.2;67.64516235	
	212.09;19.90025739	0.21;67.17742233	
	212.1;19.35217281	0.22;66.709674	
	212.11;18.80501707	0.23;66.24193491	
	212.12;18.25889945	0.24;65.77419489	
	212.13;17.71386961	0.25;65.3064549	
	212.14;17.16983815	0.26;64.83870744	
	212.15;16.62678023	0.27;64.37096745	

Summary statistics for each table:

- Таблица U:** Мин. напряжение по таблице: 1.000 V, Макс. напряжение по таблице: 17.240 V, Исходная длительность таблицы: 20.00 s
- Таблица I:** Минимальный ток по таблице: -329.415 A, Максимальный ток по таблице: 433.794 A, Исходная длительность таблицы: 250.41 s
- Таблица P:** Мин. мощность по таблице: -988.246 W, Макс. мощность по таблице: 1301.383 W, Исходная длительность таблицы: 1238.00 s
- Таблица R:** Мин. сопротивление по таблице: 10.000 Ohm, Макс. сопротивление по таблице: 100.000 Ohm, Исходная длительность таблицы: 100.00 s

Рисунок 106 - Страница "Таблицы" Компьютерного Интерфейса Ym128

Страница "Таблицы" содержит четыре одноименные области: "Таблица U" (Таблица напряжения), "Таблица I" (Таблица тока), "Таблица P" (Таблица мощности) и "Таблица R" (Таблица сопротивления).

Область "Таблица U" (Таблица напряжения) предназначена для выбора и загрузки таблицы напряжения, которая может быть использована при тестировании ХИТ, если в программу тестирования включены шаги работы по таблице напряжения (см. подраздел 12.19.2).

Область "Таблица I" (Таблица тока) предназначена для выбора и загрузки таблицы тока, которая может быть использована при тестировании ХИТ, если в программу тестирования включены шаги работы по таблице тока (см. подраздел 12.19.3).

Область "Таблица P" (Таблица мощности) предназначена для выбора и загрузки таблицы мощности, которая может быть использована при тестировании ХИТ, если в программу тестирования включены шаги работы по таблице мощности (см. подраздел 12.19.4).

Область "Таблица R" (Таблица сопротивления) предназначена для выбора и загрузки таблицы сопротивления, которая может быть использована при тестировании ХИТ, если в программу тестирования включены шаги работы по таблице сопротивления (см. подраздел 12.19.5).

Выбранные файлы таблиц являются общими для всех приборов, подключенных к одному Компьютерному Интерфейсу Ym128.

Кнопки "Открыть..." предназначены для выбора и загрузки необходимого файла с таблицей. Нажатие на соответствующую кнопку "Открыть..." вызывает диалоговое окно выбора файла с таблицей. Компьютерный Интерфейс позволяет загружать файлы таблиц двух форматов – текстовые (*.txt) и файлы с разделителями (*.csv) (см. рисунок 107).

К структуре и содержанию файлов с таблицами предъявляются специальные требования, изложенные в подразделе 12.19.1.

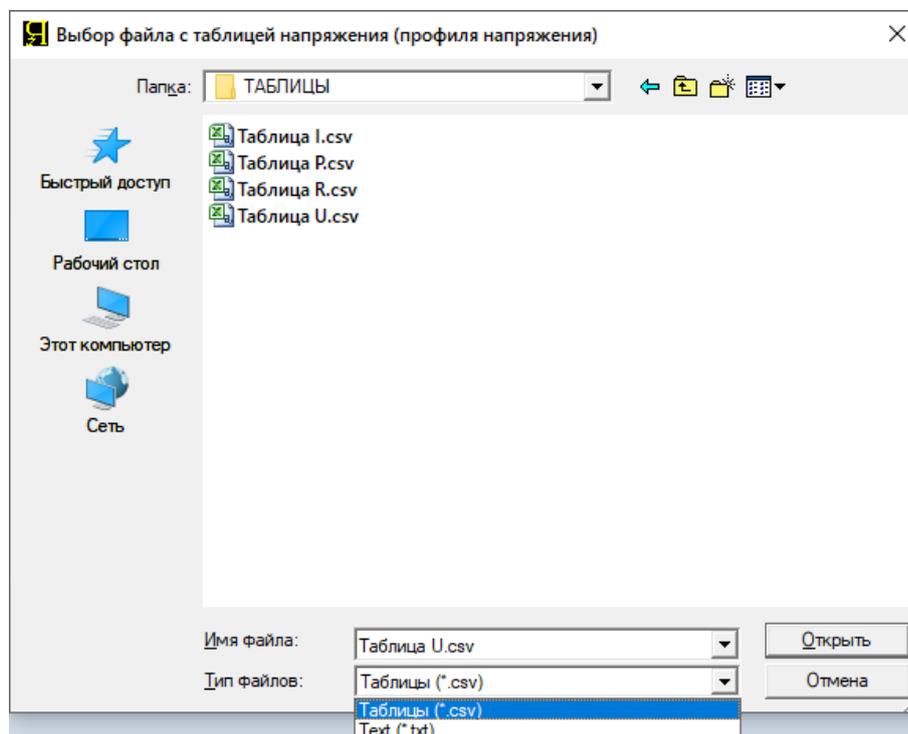


Рисунок 107 - Окно выбора файла с таблицей

Выбранный файл с таблицей загружается в окно соответствующей таблицы (см. рисунок 107) и проходит процедуру автоматической проверки. В случае обнаружения ошибок Пользователю будет продемонстрировано окно с сообщением о типе и месте обнаружения ошибки, выбранный файл будет автоматически закрыт, а работа по соответствующей таблице будет заблокирована.

В результате автоматической проверки выбранного файла с таблицей находятся и выделяются следующие значения:

- Минимальное значение напряжения, тока, мощности или сопротивления, оно же может быть максимальным значением тока или мощности разряда (со знаком минус), В, А, Вт или Ом;
- Максимальное значение напряжения, тока, мощности или сопротивления, В, А, Вт или Ом;
- Общая длительность таблицы по времени, с.

Общая длительность таблицы определяется как разность значения времени из последней строки файла таблицы и значения времени из первой строки файла таблицы. Значение времени из первой строки таблицы не обязательно должно быть нулевым и может иметь любое значение. Отсчет времени в ходе выполнения таблицы ведется от значения времени из первой строки (см. подраздел 12.19.1).

Найденные минимальное и максимальное значения напряжения ("Мин. напряжение по таблице:", "Макс. напряжение по таблице:"), тока ("Минимальный ток по таблице:", "Максимальный ток по таблице:"), мощности ("Мин. мощность по таблице:", "Макс. мощность по таблице:") или сопротивления ("Мин. сопротивление по таблице:",

"Макс. сопротивление по таблице:"), а также вычисленная длительность таблиц ("Исходная длительность таблицы:") в соответствии с исходными данными в выбранных файлах таблиц, отображаются в соответствующих полях под окнами таблиц (см. рисунок 108).

Мин. напряжение по таблице:	1.000 V	Минимальный ток по таблице:	-329.415 A
Макс. напряжение по таблице:	17.240 V	Максимальный ток по таблице:	433.794 A
Исходная длительность таблицы:	20.00 s	Исходная длительность таблицы:	250.41 s

Рисунок 108 - Результаты анализа выбранных файлов с таблицами напряжения и тока (для таблицы мощности и таблицы сопротивления – аналогично)

Значения напряжения, тока, мощности и сопротивления, заданные в выбранных файлах с таблицами, могут быть смещены на необходимую величину, индивидуальную для каждой таблицы (смещение напряжения, смещение тока, смещение мощности и смещение сопротивления).

После применения смещения, смещенные табличные значения могут быть отмасштабированы (увеличены или уменьшены) на необходимый множитель, задаваемый индивидуально для каждой таблицы (множитель напряжения, множитель тока, множитель мощности и множитель сопротивления).

Смещения значений напряжения, тока, мощности и сопротивления задаются в соответствующих окнах "Смещение U, V:", "Смещение I, A:", "Смещение P, W:" и "Смещение R, Ohm" (см. рисунок 106).

Множители для смещенных значений для каждой таблицы задаются в соответствующих окнах "Множитель U:", "Множитель I:", "Множитель P:" и "Множитель R:" (см. рисунок 109).

Используя необходимые значения смещений и множителей, можно подогнать исходные табличные значения напряжения, тока, мощности и сопротивления из выбранных файлов под параметры тестируемых ХИТ или под параметры Анализатора.

Используя множители со знаком минус, можно сменить знак параметра. Например, заданные в таблице значения тока разряда использовать как ток заряда ХИТ, и наоборот, заданные в исходной таблице значения тока заряда использовать как ток разряда ХИТ.

Длительность выбранных таблиц может быть отмасштабирована (умножена) на индивидуальный для каждой таблицы множитель времени. Множители времени для каждой таблицы задаются в соответствующих окнах "Множитель времени:" (см. рисунок 109). Множители времени могут иметь любое положительное значение, как больше единицы (растягивание таблицы по времени), так и меньше единицы (сжатие таблицы по времени).

Смещение U, V:	<input type="text" value="2"/>	Смещение тока, A:	<input type="text" value="0"/>
Множитель U:	<input type="text" value="0.75"/>	Множитель тока:	<input type="text" value="-0.01"/>
Множитель времени:	<input type="text" value="1"/>	Множитель времени:	<input type="text" value="1"/>

Рисунок 109 – Параметры для настройки таблицы напряжения и таблицы тока (для таблицы мощности и таблицы сопротивления – аналогично)

Максимальные и минимальные значения напряжения ("Мин. напряжение к исполнению:", "Макс. напряжение к исполнению:"), тока ("Минимальный ток к исполнению:", "Максимальный ток к исполнению:"), мощности ("Мин. мощность к исполнению:", "Макс. мощность к исполнению:") и сопротивления ("Минимальное R к исполнению:", "Максимальное R к исполнению:"), скорректированные на заданные коэффициенты, и подготовленные к исполнению прибором, отображаются в соответствующих полях под окнами ввода коэффициентов сдвига и масштаба

(см. рисунок 110). Там же отображаются итоговые длительности исполнения соответствующих таблиц ("Длительность к исполнению:").

Мин. напряжение к исполнению: 2.250 V	Минимальный ток к исполнению: -4.338 A
Макс. напряжение к исполнению: 14.430 V	Максимальный ток к исполнению: 3.294 A
Длительность к исполнению: 20.00 s	Длительность к исполнению: 250.41 s

Рисунок 110 - Итоговые минимальные и максимальные значения напряжения и тока, а также итоговые длительности таблиц напряжения и тока, которые будет исполнять прибор (для таблицы мощности и сопротивления – аналогично)

Скорректированные значения напряжения, тока, мощности, сопротивления и длительности должны попадать в рабочий диапазон прибора (см. таблицу 3). Значения параметров, выходящие за пределы рабочего диапазона прибора, выделяются **красным** цветом, а включение такой таблицы в программу тестирования ХИТ становится невозможным.

Кнопки "Закреть" (см. рисунок 106) предназначены для отказа от выбранной таблицы напряжения, тока, мощности или сопротивления, и очистки соответствующего окна таблицы.

Все кнопки "Открыть...", "Закреть" (см. рисунок 106), а также окна ввода смещений и множителей для всех таблиц (см. рисунок 109), будут доступны для работы (активны) только, если ни одна таблица в данный момент не используется для работы ни на одном из приборов, подключенных к Компьютерному Интерфейсу Ym128. Другими словами, если нет ни одного прибора, программа тестирования ХИТ для которого содержит работу по любой таблице (таблице напряжения, тока, мощности или сопротивления), и который в данный момент не находится в режиме "**ПРОСТОЙ**".

При работе хотя бы одного прибора, который в своей программе тестирования имеет шаг работы по любой из таблиц (таблице напряжения, тока, мощности, или сопротивления), все кнопки "Открыть...", "Закреть", а также все окна ввода смещений и множителей для всех таблиц будут заблокированы.

20.4 Страница "ГРАФИКИ"

Страница "Графики" необходима для отображения зарядно-разрядных кривых тестируемых на приборе ХИТ и позволяет следить за ходом процесса тестирования в реальном времени (см. рисунок 111).

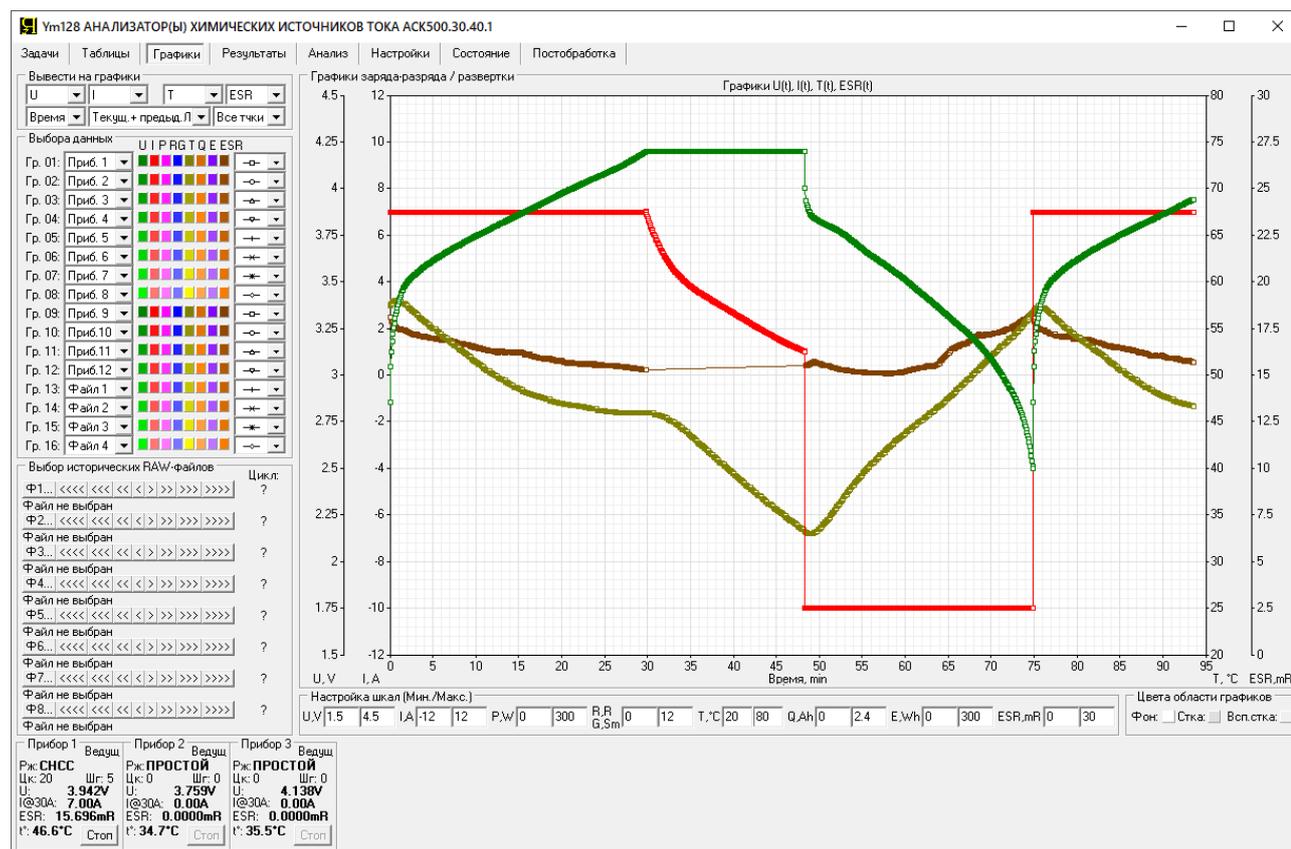


Рисунок 111 - Страница "Графики" Компьютерного Интерфейса Ym128

Главным компонентом страницы "Графики" является область построения графиков заряда-разряда тестируемых ХИТ.

Кроме того, страница "Графики" содержит панель "Выбор исторических RAW-файлов" (Выбор сохраненных файлов первичных данных), которая позволяет выбрать, открыть и пролистывать файлы первичных данных, ранее сохраненные на компьютере Пользователя (исторические файлы). Одновременно могут быть выбраны, открыты и просмотрены восемь исторических файлов независимо друг от друга. Данные из выбранных исторических файлов могут быть выведены в область построения графиков, в дополнение к графикам заряда-разряда, отображаемым в реальном времени в ходе тестирования ХИТ. Такая возможность позволяет, например, визуально сравнить кривые заряда-разряда тестируемых ХИТ и некоторого эталонного ХИТ, или даже сравнить кривые заряда-разряда одного и того же ХИТ, но на различных циклах тестирования в ходе выполнения испытаний.

Подробнее о просмотре сохраненных ранее файлов первичных данных и файлов сводных результатов измерений см. раздел 21.

В область построения графиков могут быть одновременно выведены 16 групп данных, причем на каждую группу по выбору Пользователя могут быть выведены результаты измерений из следующих источников:

- "Нет" – Группа не выводится на графики;
- "Файл 1" – Файл с историческими первичными данными №1;
- "Файл 2" – Файл с историческими первичными данными №2;
- "Файл 3" – Файл с историческими первичными данными №3;
- "Файл 4" – Файл с историческими первичными данными №4;

- "Файл 5" – Файл с историческими первичными данными №5;
- "Файл 6" – Файл с историческими первичными данными №6;
- "Файл 7" – Файл с историческими первичными данными №7;
- "Файл 8" – Файл с историческими первичными данными №8;
- "Приб. 1" – Текущие данные для прибора №1;
- "Приб. 2" – Текущие данные для прибора №2;
- "Приб. 3" – Текущие данные для прибора №3;
- "Приб. 4" – Текущие данные для прибора №4;
- "Приб. 5" – Текущие данные для прибора №5;
- "Приб. 6" – Текущие данные для прибора №6;
- "Приб. 7" – Текущие данные для прибора №7;
- "Приб. 8" – Текущие данные для прибора №8;
- "Приб. 9" – Текущие данные для прибора №9;
- "Приб. 10" – Текущие данные для прибора №10;
- "Приб. 11" – Текущие данные для прибора №11;
- "Приб. 12" – Текущие данные для прибора №12.

Выбор желаемого источника данных для конкретной группы графиков осуществляется с помощью соответствующего выпадающего списка в области "Выбор данных".

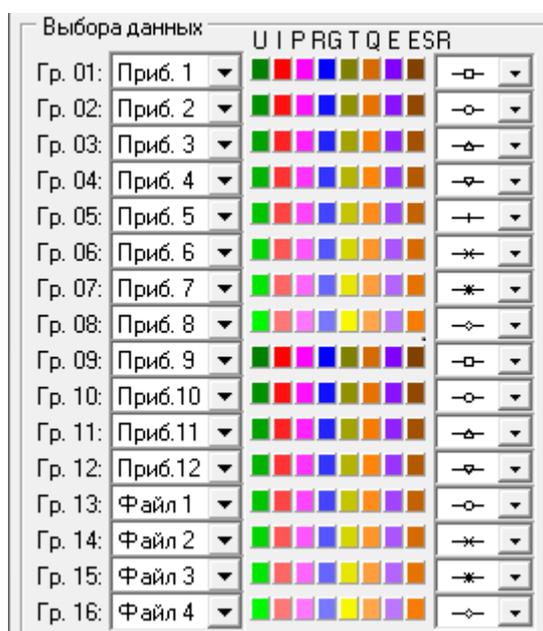


Рисунок 112 - Панель выбора данных и настройки отображения

В область построения графиков заряда-разряда могут быть выведены следующие параметры тестирования ХИТ:

- Напряжение на ХИТ, **U**, В;
- Ток через ХИТ, **I**, А;
- Мощность на ХИТ, **P**, Вт (Мощность $P = \text{Напряжение } U \cdot \text{Ток } I$);
- Сопротивление разряда ХИТ, **R**, Ом (Сопротивление $R = \text{Напряжение } U / \text{Ток } I$);
- Температура ХИТ, **T**, °С;
- Полученный ХИТ заряд от начала очередного цикла **Q**, А·ч;
- Полученная ХИТ энергия от начала очередного цикла **E**, Вт·ч;
- **ESR** ХИТ (см. раздел 14.2, 14.3), мОм.

Из этих восьми параметров одновременно в область построения графиков могут быть выведены до четырех параметров в любых комбинациях в зависимости от времени или в зависимости друг от друга.

Мощность на ХИТ выводится на графики с тем же знаком, что и ток через ХИТ.

Сопротивление разряда ХИТ R выводится на графики только для тех точек*, для которых напряжение на ХИТ положительно, а ток через ХИТ отрицателен (то есть происходит разряд ХИТ). Для остальных точек сопротивление разряда ХИТ не вычисляется и на графики не выводится.

ESR ХИТ выводится на графики только для тех шагов программы, на которых производится измерение ESR методом периодического прерывания тока (см. подраздел 14.2), либо производится измерение ESR ХИТ при смене импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления на соответствующих шагах (см. подраздел 14.3). Для всех прочих шагов программы тестирования значения ESR на графики не выводится.

Для каждого параметра каждой группы данных можно задать индивидуальный цвет графика. Для выбора цвета графика конкретного параметра конкретной группы данных необходимо нажать на соответствующий цветной прямоугольник на панели "Выбор данных" (см. рисунок 112). При этом открывается диалоговое окно выбора цвета, которое позволяет задать цвет для конкретного графика (см. рисунок 113).

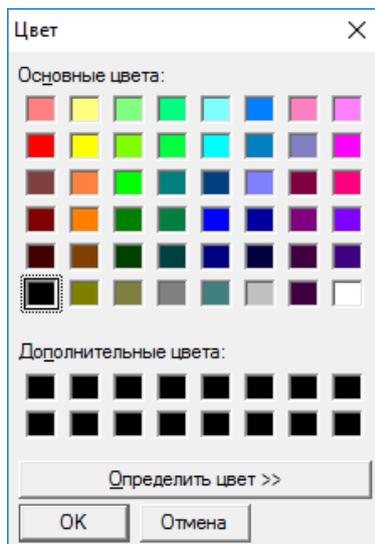


Рисунок 113 - Окно выбора цвета графиков параметров (U, I, P, R, T, Q, E, ESR)

Для каждой группы данных можно настроить толщину линии или вид точек, по которым строятся графики. Выбор толщины линии или вида точек осуществляется из выпадающих списков в правой части панели "Выбор данных" (см. рисунок 114).

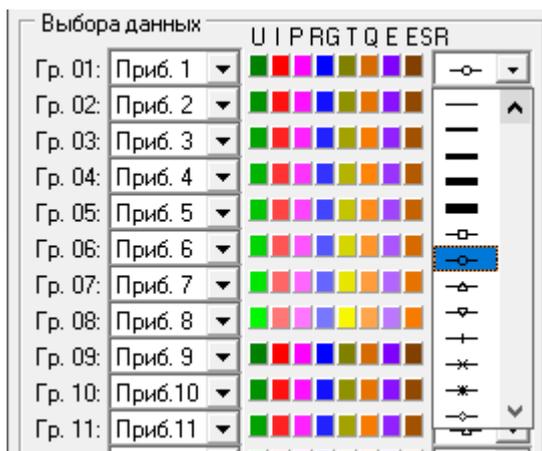


Рисунок 114 - Настройка вида точек для групп графиков заряда-разряда

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

Область построения графиков содержит четыре вертикальные оси и одну горизонтальную ось. Выбор данных для каждой оси производится из соответствующих выпадающих списков в области "Вывести на графики" в левом верхнем углу страницы "Графики". Соотношение конкретного выпадающего списка с конкретной осью области построения графиков показано на рисунке 115.

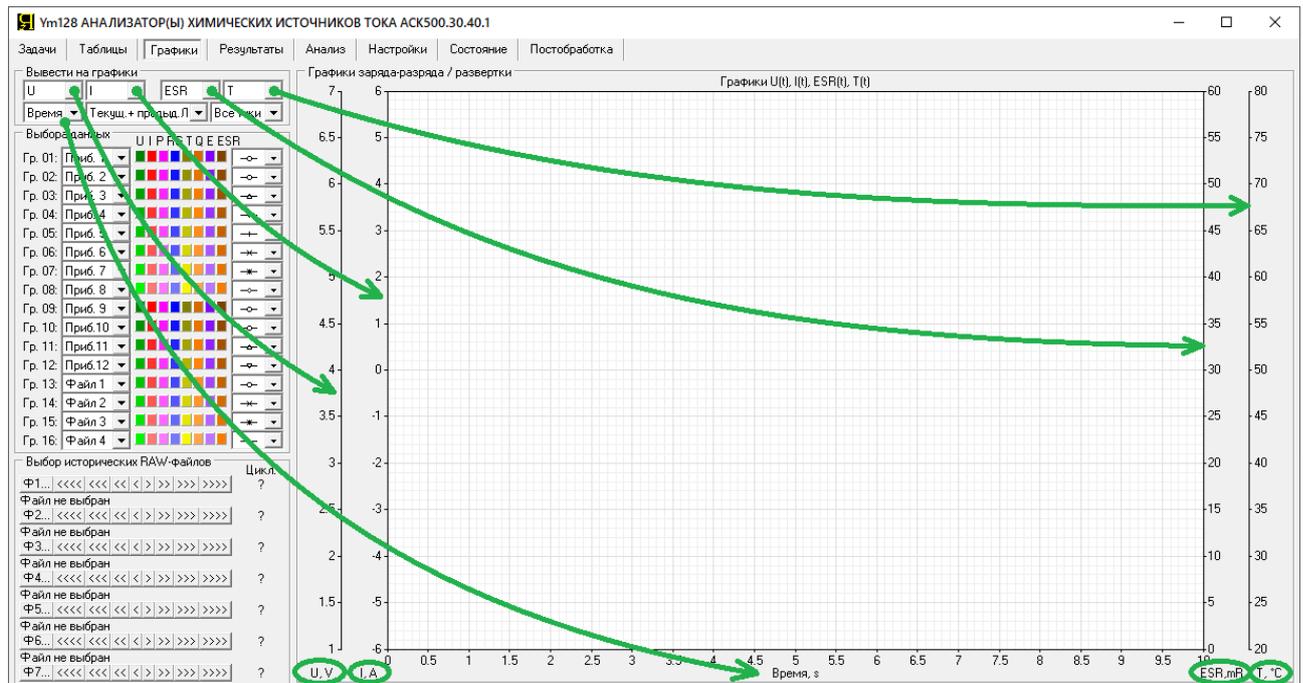


Рисунок 115 - Выбор параметров для осей области построения графиков

Для каждой вертикальной оси области построения графиков из соответствующего выпадающего списка можно выбрать один из параметров:

- "U" – напряжение на ХИТ;
- "I" – ток через ХИТ;
- "P" – мощность на ХИТ;
- "R" – сопротивление разряда ХИТ;
- "G" – проводимость разряда ХИТ;
- "T" – температура ХИТ;
- "Q" – полученный ХИТ заряд от начала текущего цикла;
- "E" – полученная ХИТ энергия от начала текущего цикла;
- "ESR" – эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ;
- "-I" – ток через ХИТ с перевернутым знаком (удобен для режима MPPT);
- "-P" – мощность на ХИТ с перевернутым знаком (удобна для режима MPPT);
- "-Q" – отданный ХИТ заряд от начала текущего цикла;
- "-E" – отданный ХИТ заряд от начала текущего цикла;
- либо не выбрать ни один ("Нет").

Для нижней горизонтальной оси области построения графиков из соответствующего выпадающего списка можно выбрать:

- "Time" – время;
- "U" – напряжение на ХИТ;
- "I" – ток через ХИТ;
- "P" – мощность на ХИТ;
- "R" – сопротивление разряда ХИТ;
- "G" – проводимость разряда ХИТ;
- "T" – температура ХИТ;

- "Q" – полученный ХИТ заряд от начала текущего цикла;
- "E" – полученная ХИТ энергия от начала текущего цикла;
- "-Q" – возвращенный ХИТ заряд в процессе разряда;
- "-E" – возвращенная ХИТ энергия в процессе разряда;
- "ESR" – эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ;
- "-I" – ток через ХИТ с перевернутым знаком (удобен для испытаний СБ);
- "-P" – мощность на ХИТ с перевернутым знаком.

Выбранная комбинация параметров выводится в заголовке области построения графиков непосредственно над графиками (см. рисунок 115).

Минимум и максимум шкал области построения графиков настраивается отдельно для каждого параметра (U, I, P, R, T, Q, E, ESR). Настройка шкал для параметров осуществляется в области "Настройка шкал (Мин./Макс.)" (см. рисунок 116).

Настройка шкал (Мин./Макс.)																							
U,V	0	48	I,A	-36	36	P,W	-600	600	R,R G,Sm	0	12	T,°C	20	80	Q,Ah	0	6	E,Wh	0	60	ESR,mR	0	30

Рисунок 116 - Настройка шкал параметров (U, I, P, R, T, Q, E, ESR)

Шкалы параметров в области построения графиков разделены на 12 основных делений. Для правильного отображения сетки области построения графиков, рекомендуется вводить такие значения минимума и максимума для конкретного параметра, чтобы разница между введенным максимумом и минимумом хорошо делилась на 12 без возникновения иррациональных чисел.

Шкала времени всегда настраивается автоматически на основе группы данных с максимальной длительностью процессов.

Данные на графики заряда-разряда можно выводить в следующих режимах:

- Только текущий выполняемый цикл либо данные для цикла из выбранного исторического файла первичных данных ("**Текущий цикл**", см. рисунок 117);
- Текущий выполняемый цикл (либо данные для цикла из выбранного исторического файла первичных данных), а также предыдущий завершённый цикл (либо данные из исторического файла для предыдущего цикла, относительно цикла в выбранном историческом файле). При этом графики для предыдущего цикла расположены слева от текущего цикла (так, как это происходило по ходу времени) ("**Текущ. + предыд. Л**", см. рисунок 117). Данный режим отображения удобен для наблюдения за ходом тестирования в реальном времени. При этом в области графиков отображается один полный предыдущий цикл, и неполный текущий. При завершении текущего цикла он становится предыдущим, а прошлый предыдущий цикл удаляется из области графиков. Таким образом, графики динамически обновляются, но на графиках всегда можно наблюдать один полный завершённый цикл программы тестирования и частично текущий выполняемый цикл.
- Текущий выполняемый цикл (либо данные для цикла из выбранного исторического файла первичных данных), а также предыдущий завершённый цикл (либо данные из исторического файла для предыдущего цикла, относительно цикла в выбранном историческом файле). При этом графики для предыдущего цикла расположены сзади, под графиками для текущего цикла, таким образом, графики для текущего выполняемого цикла оказываются наложенными на графики для предыдущего завершённого цикла ("**Текущ. + предыд. Н**", см. рисунок 117). Данный режим отображения удобен для наблюдения за поведением тестируемого ХИТ с быстро изменяющимися характеристиками. В этом режиме легко видеть, насколько изменились графики заряда-разряда ХИТ на текущем цикле относительно графиков заряда-разряда того же ХИТ, но на предыдущем цикле.

Выбор режима отображения данных для текущего и предыдущего циклов осуществляется с помощью выпадающего списка, расположенного внизу в середине в области "Вывести на графики" (см. рисунок 117).

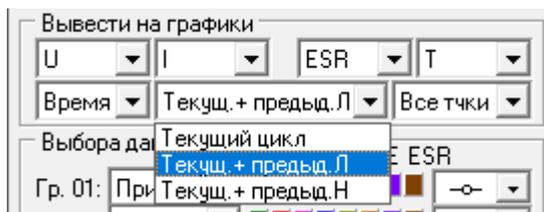


Рисунок 117 - Настройка режима отображения данных для текущего и предыдущего циклов программы тестирования

Примеры отображения графиков заряда-разряда в различных вариантах настройки режима отображения данных для текущего и предыдущего циклов представлены на рисунках 118 – 120.

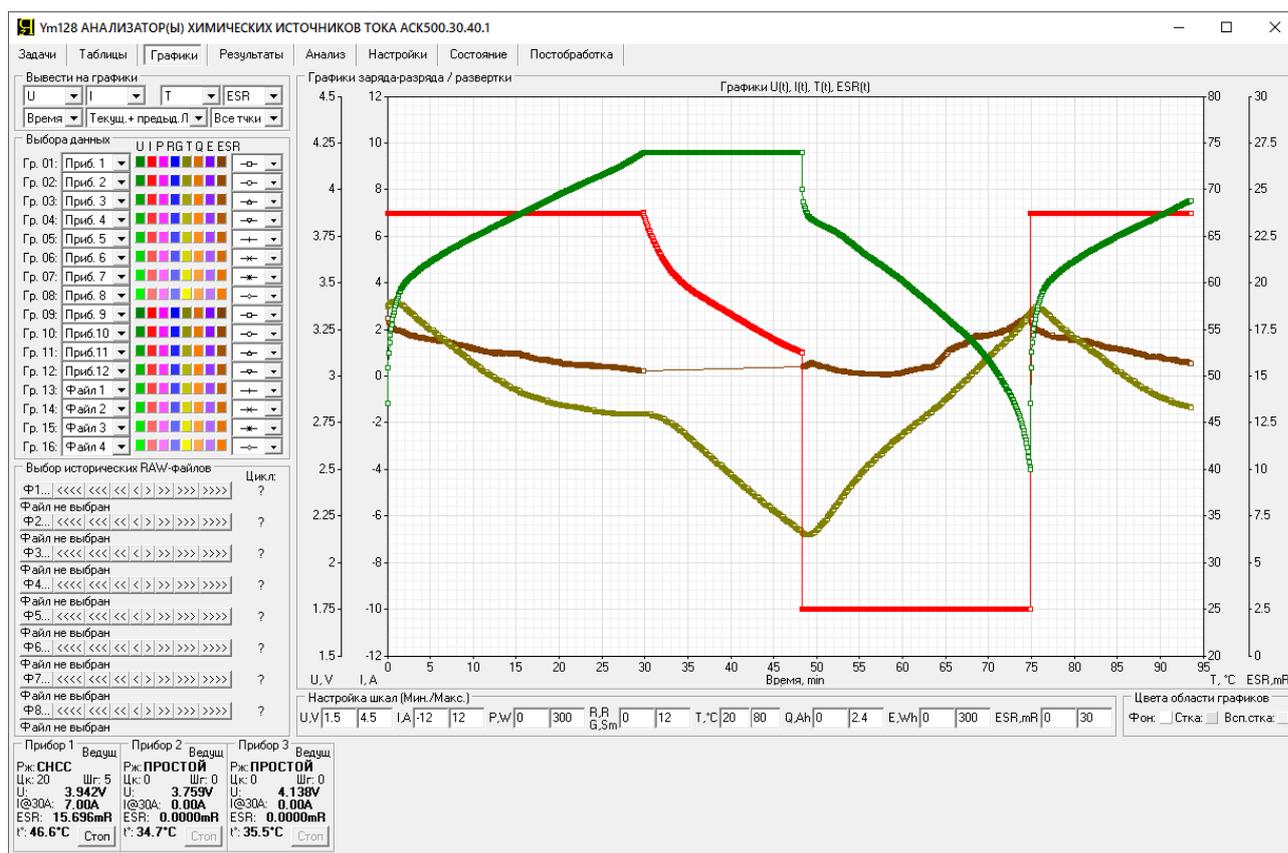


Рисунок 118 - Вывод на графики данных для текущего выполняемого цикла, а также для предыдущего завершенного цикла. Графики для предыдущего цикла выводятся слева от графиков выполняемого цикла, в соответствии с ходом времени ("Текущ. + предыд. Л", см. рисунок 117).

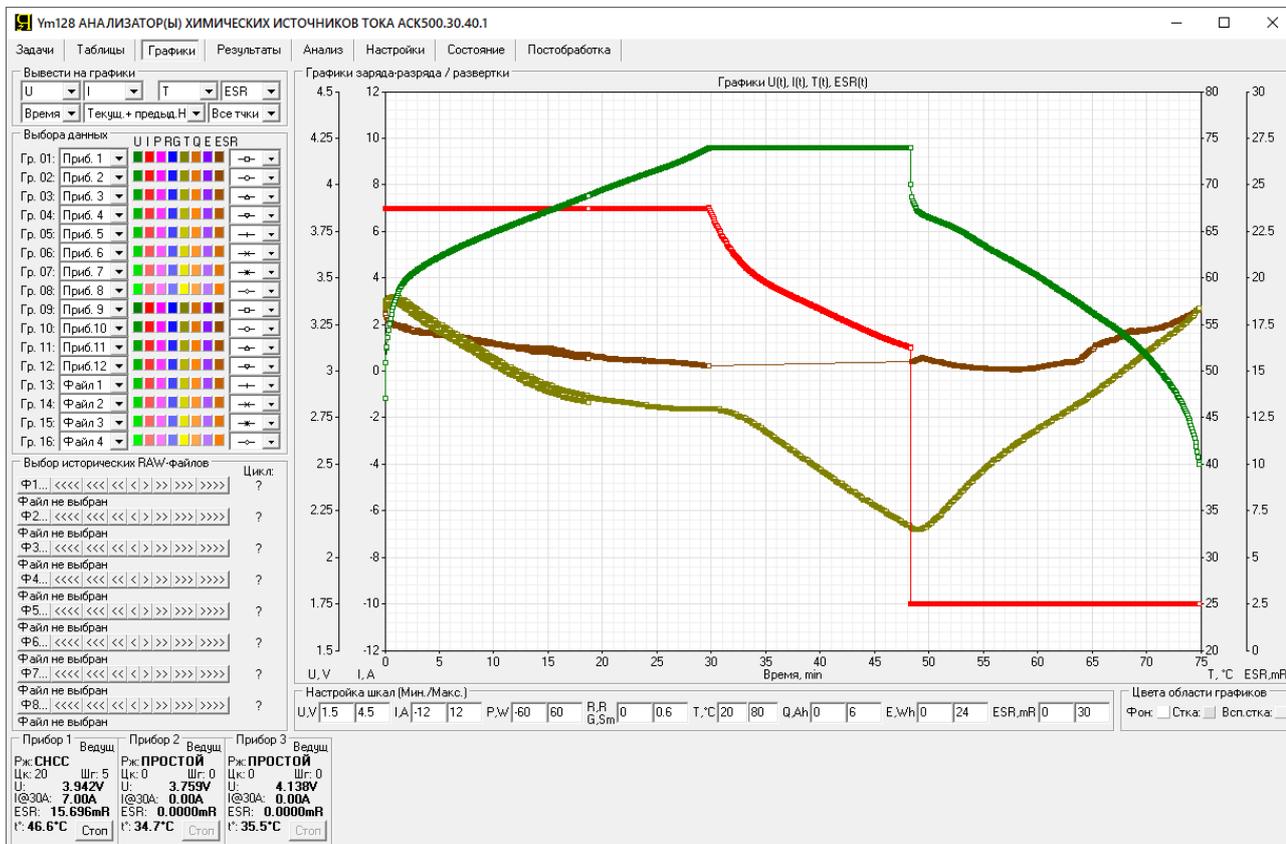


Рисунок 119 - Вывод на графики данных для текущего выполняемого цикла, а также для предыдущего завершенного цикла. Графики для предыдущего завершенного цикла выводятся сзади за графиками для текущего выполняемого цикла и оказываются подложенными под графики для текущего выполняемого цикла ("Текущ. + предыд. Н", см. рисунок 117).

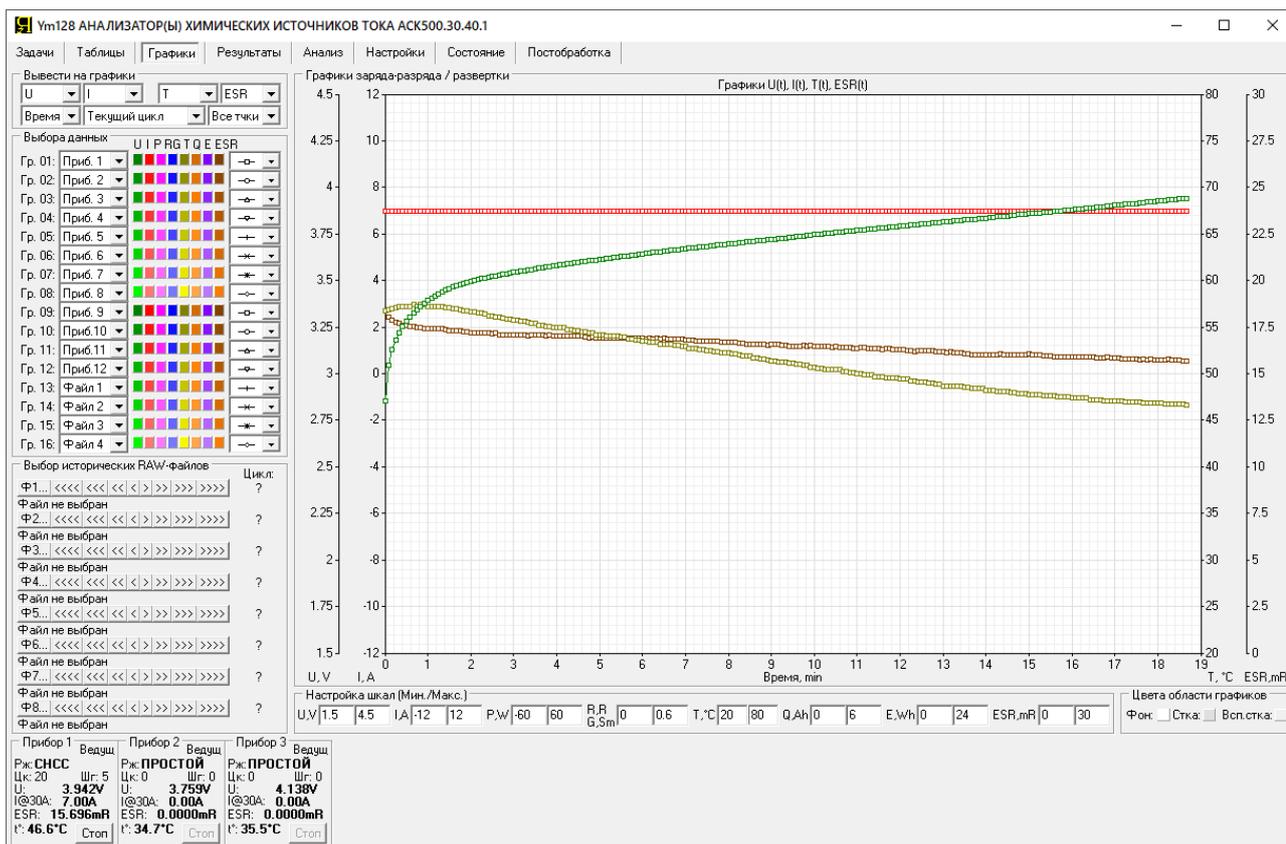


Рисунок 120 - Вывод на графики данных только для текущего выполняемого цикла ("Текущий цикл", см. рисунок 117)

Панель "Цвета области графиков", расположенная в правом нижнем углу страницы "Графики" содержит элементы настройки цвета фона и сетки области построения графиков.

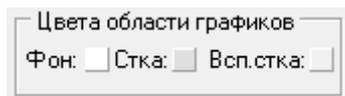


Рисунок 121 - Панель "Цвета области графиков"

Настройка цвета фона и цвета сетки области построения графиков заряда-разряда осуществляется путем нажатия на соответствующий цветной квадрат (см. рисунок 221). При этом открывается диалоговое окно выбора цвета (см. рисунок 113), которое позволяет задать необходимый цвет.

Квадрат "Фон:" задает цвет фона области построения графиков.

Квадрат "Сетка:" (Сетка) задает цвет основных линий сетки области построения графиков.

Квадрат "Всп.сетка:" (Вспомогательная сетка) задает цвет промежуточных линий сетки области построения графиков.

В случае работы с большими объемами результатов измерений, скорость работы страницы "Графики" Компьютерного Интерфейса может быть замедлена. Существенного ускорения обработки больших объемов данных можно достичь, используя прореживание данных, выводимых на графики заряда-разряда. Настройка прореживания отображаемых на графиках данных задается с помощью выпадающего списка, расположенного внизу справа в области "Вывести на графики" (см. рисунок 122).

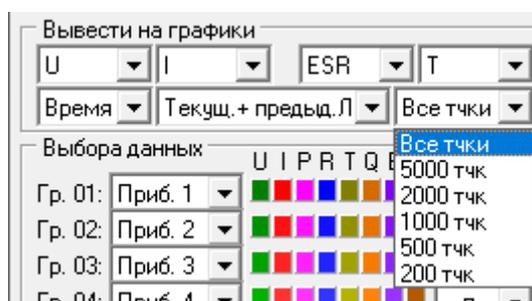


Рисунок 122 - Выбор ограничения количества точек, выводимых на графики

При выборе пункта "Все точки" (Все точки) (см. рисунок 122) графики выбранной комбинации параметров выводятся с использованием всех имеющихся точек* из текущих результатов тестирования в реальном времени или из выбранных исторических файлов.

При выборе пунктов "5000 тчк" (5000 точек), "2000 тчк" (2000 точек), "1000 тчк" (1000 точек), "500 тчк" (500 точек) или "200 тчк" (200 точек), количество выводимых на графики точек будет уменьшено (прорежено) таким образом, чтобы общее количество точек, по которым будут построены графики для конкретной группы данных, не превысило заданное ограничение.

Пример ограничения количества точек, по которым строятся графики заряда-разряда, до 200 точек, приведен на рисунке 123 (вывод графиков без ограничения количества точек для этого же случая показан на рисунке 124).

На рисунках 124 – 130 приведены графики заряда-разряда для некоторых комбинаций параметров ХИТ.

Для сохранения области графиков заряда-разряда в виде картинки и использования в различных отчетах, любую область графиков (как и любую область экрана компьютера) можно скопировать в буфер, нажав одновременно клавиши Win + Shift + S, после чего выделив необходимую область экрана компьютера с помощью мыши. Скопированная в буфер часть экрана затем может быть вставлена в виде картинки в программу "Paint", "Microsoft Word", "Microsoft Excel" и множество других программ, а также вставлена в текст электронного письма, в чаты различных мессенджеров и так далее.

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

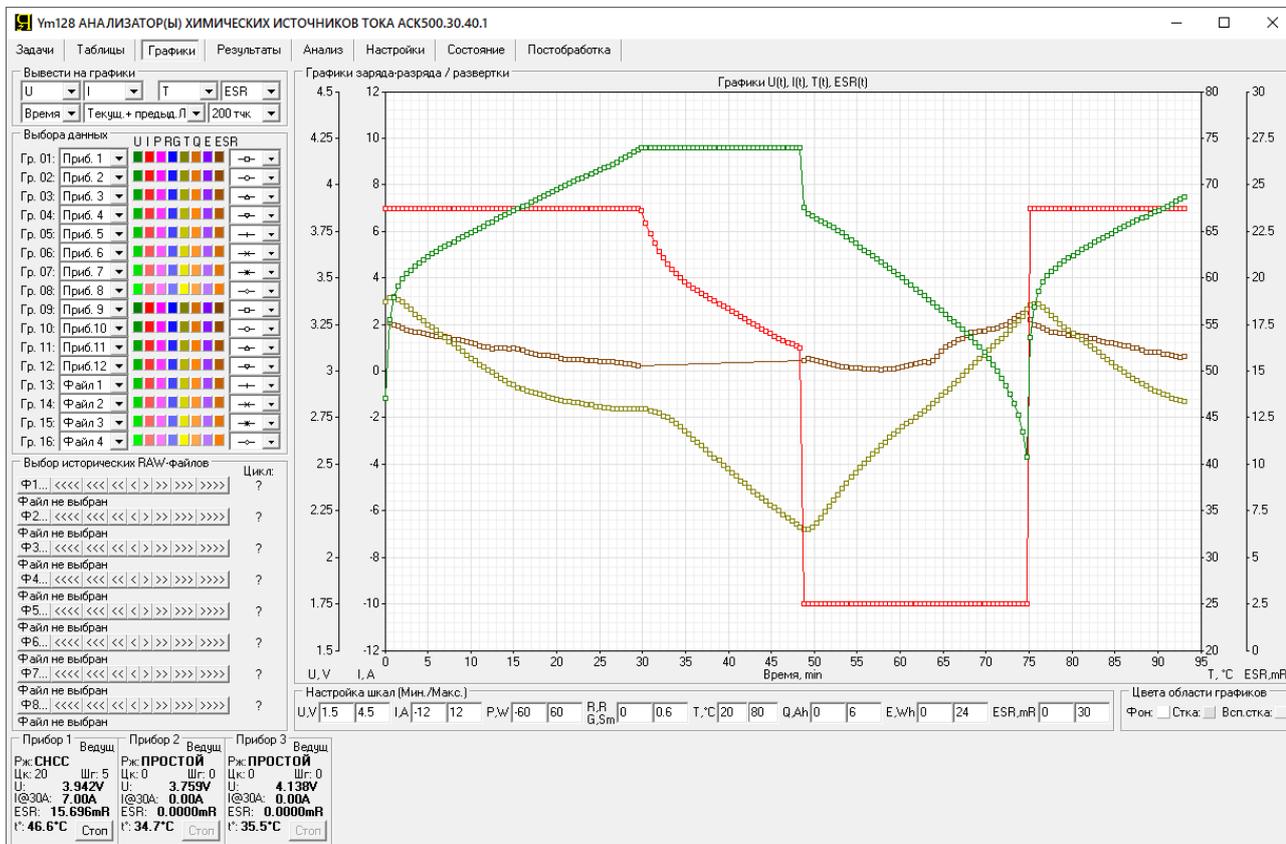


Рисунок 123 - На графики заряда-разряда для каждой группы данных выводится не более 200 точек (сравните с рисунком 124, где на графики выведены все точки)

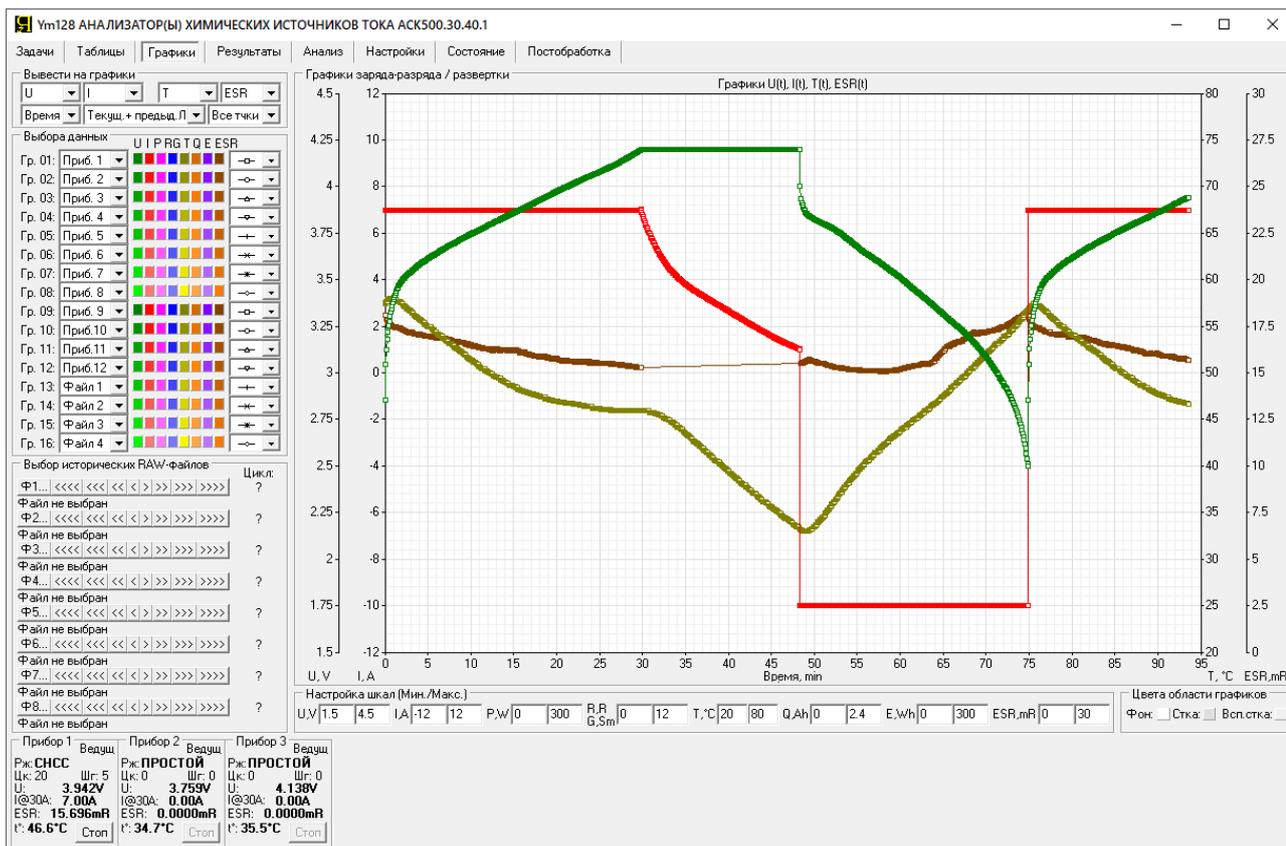


Рисунок 124 - На графики выведена комбинация параметров U(t), I(t), T(t), ESR(t)

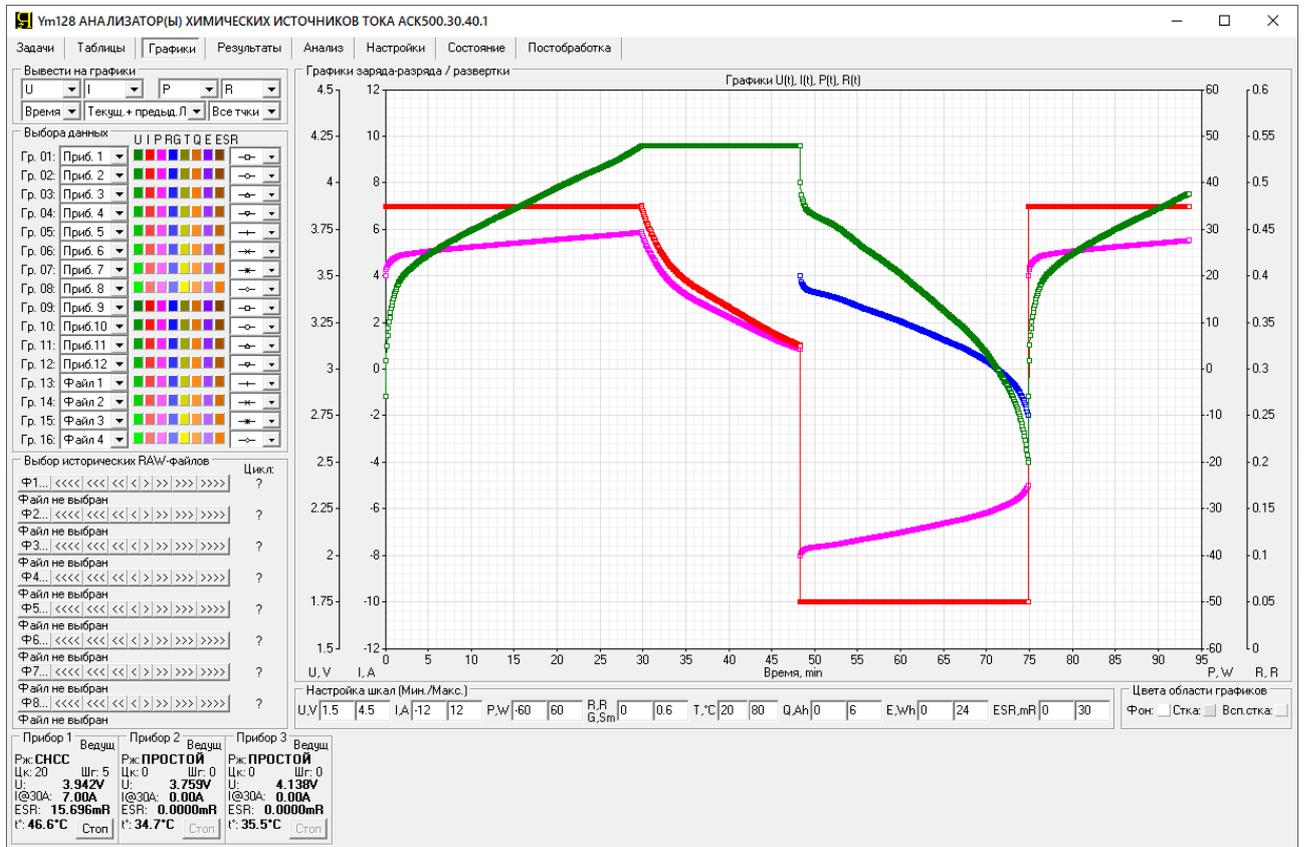


Рисунок 125 - На графики выведена комбинация параметров U(t), I(t), P(t), R(t)

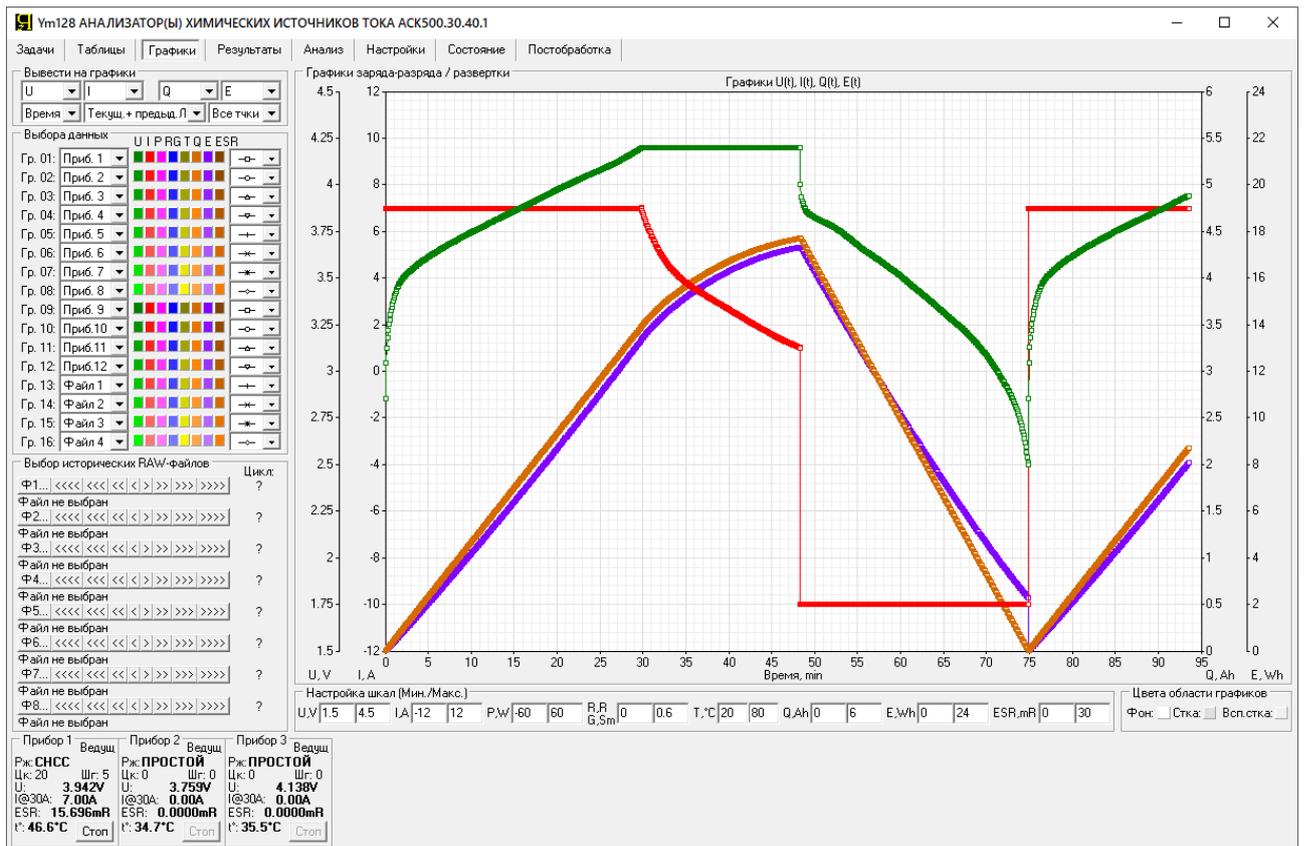


Рисунок 126 - На графики выведена комбинация параметров U(t), I(t), Q(t), E(t)

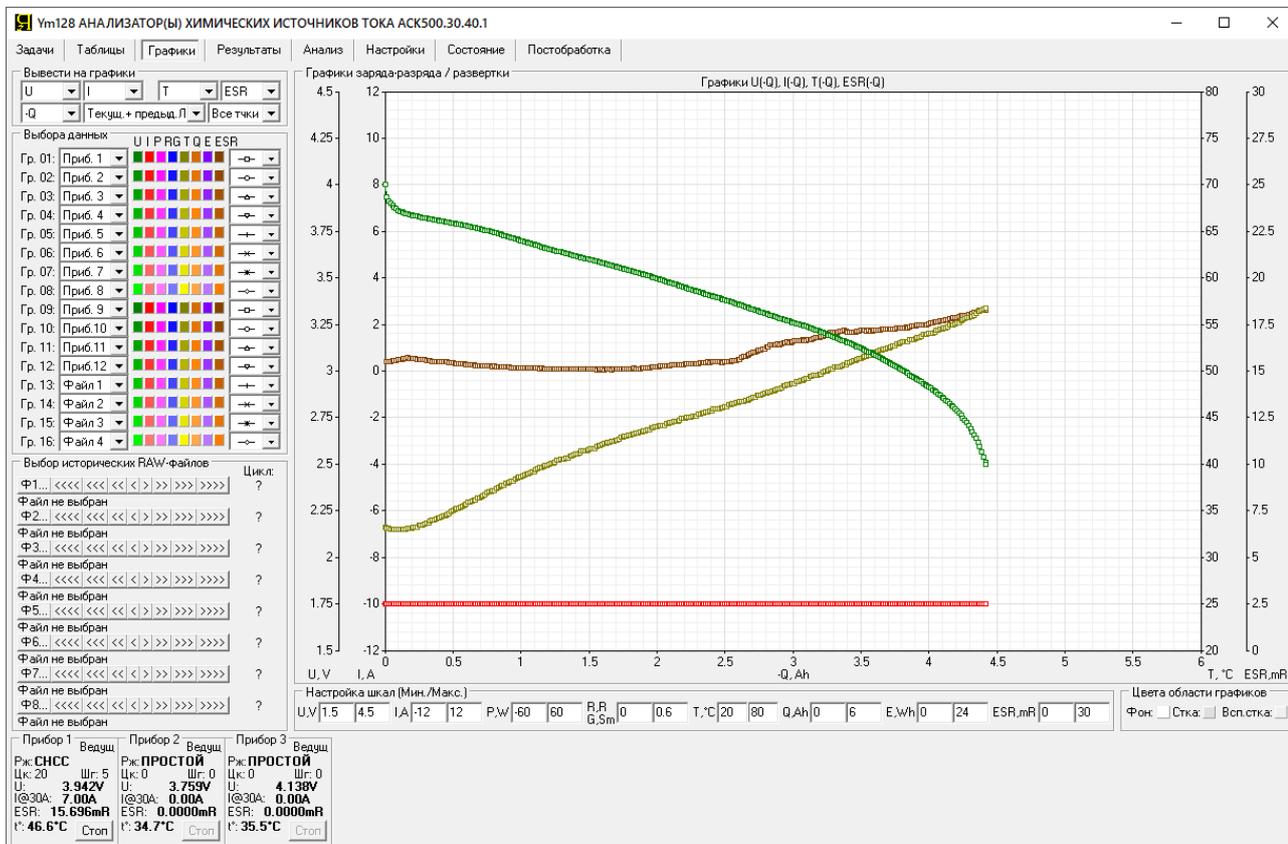


Рисунок 127 - На графики выведена комбинация параметров U(-Q), I(-Q), T(-Q), ESR(-Q)

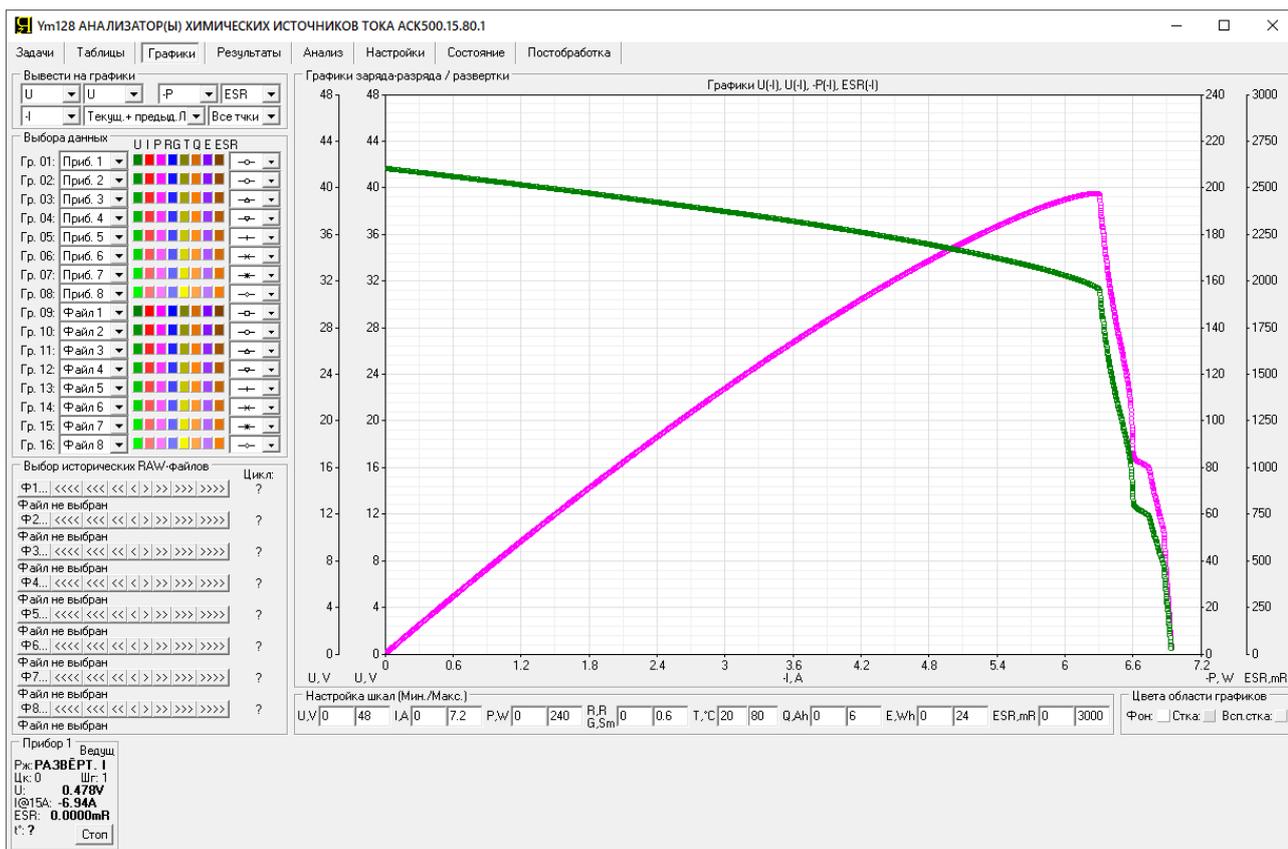


Рисунок 128 - На графики выведена комбинация параметров U(-I), -P(-I) (Вольт-Амперная и Ватт-Амперная характеристика солнечной батареи 24 В, 300 Вт)

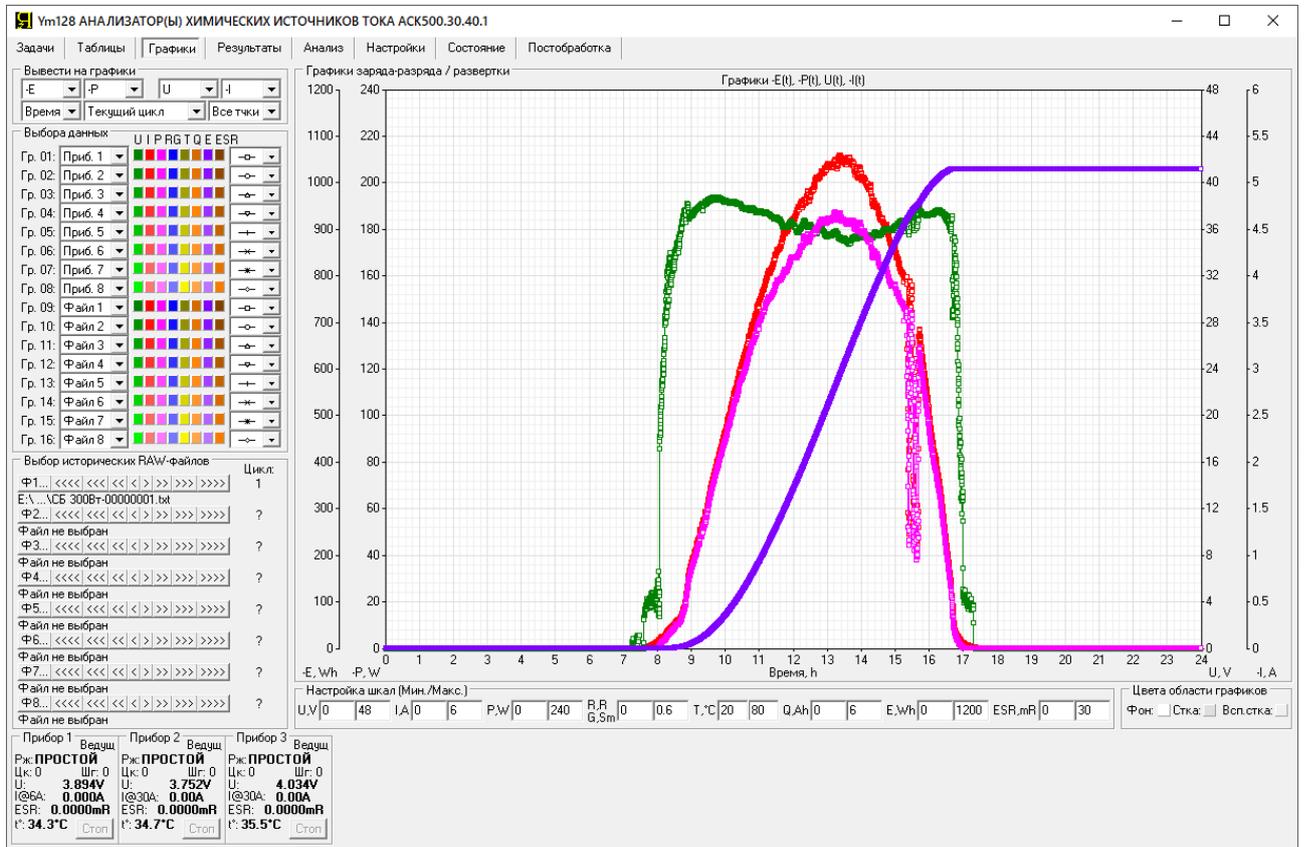


Рисунок 129 - На графики выведена комбинация параметров -P(t), U(t), -I(t), -E(t) (суточная выработка солнечной батареи 24 В, 300 Вт в ясный солнечный день; с 15 до 16 часов поток света от Солнца был ослаблен небольшой облачностью)

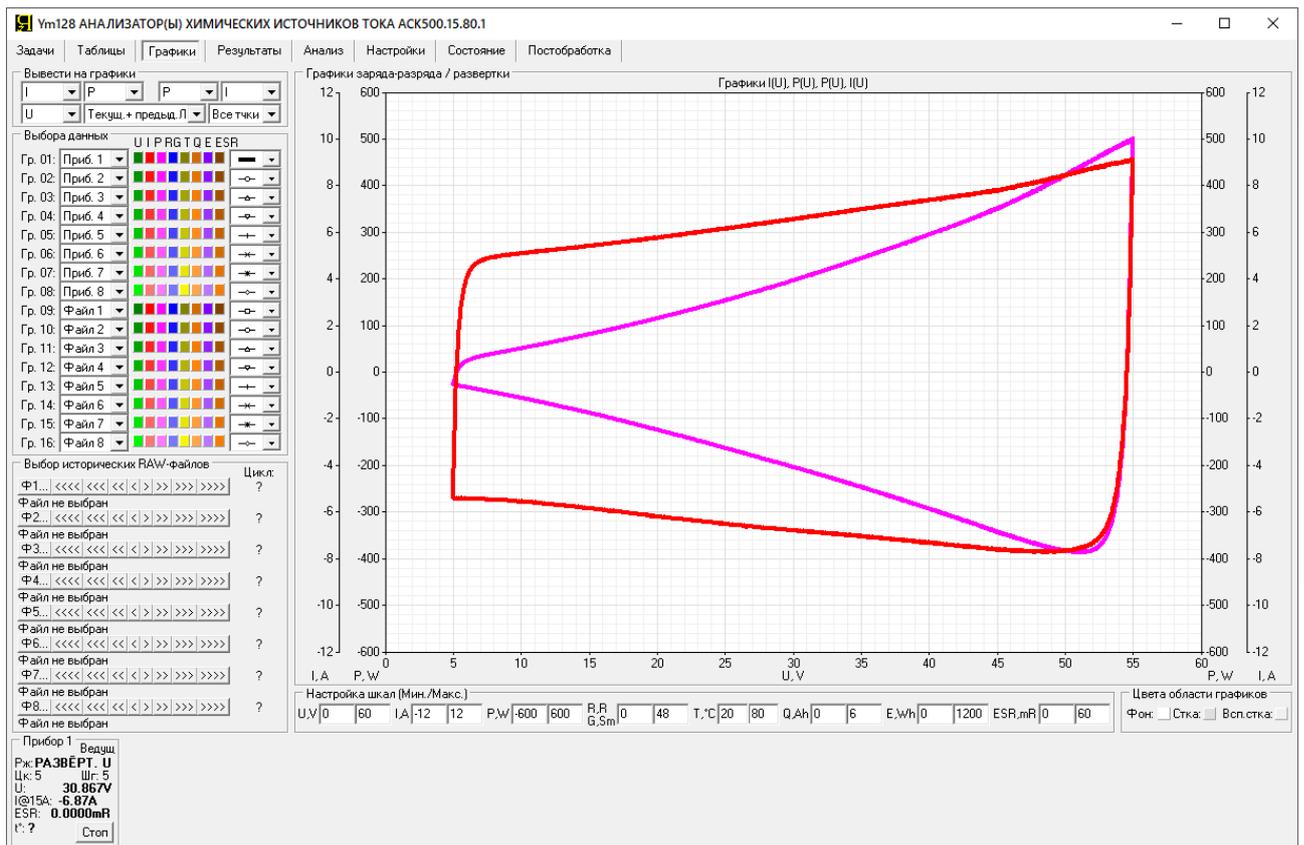


Рисунок 130 - На графики выведена комбинация параметров I(U) (развертка напряжения на батарее суперконденсаторов)

20.5 Страница "РЕЗУЛЬТАТЫ"

Страница "Результаты" Компьютерного Интерфейса Ym128 предназначена для отображения текущего состояния массивов нарабатанных результатов измерений.

Рисунок 131 - Страница "Результаты" Компьютерного Интерфейса Ym128

Страница "Результаты" демонстрирует текущее состояние файлов результатов измерений, окончательный вид которых будет доступен Пользователю после завершения тестирования ХИТ (см. раздел 16).

На странице "Результаты" отображаются окна результатов обоих типов. Окно слева предназначено для отображения первичных данных, окно справа – для отображения сводных результатов измерений.

В окна результатов могут быть выведены результаты измерений для одного из приборов, подключенных к Компьютерному Интерфейсу Ym128 или из одного из восьми файлов результатов, сохраненных ранее на компьютере Пользователя (из исторических файлов) и выбранных Пользователем для просмотра (см. раздел 21).

Выбор источника данных для просмотра осуществляется переключателями в верхней части страницы. Количество приборов, предлагаемых к выбору, будет зависеть от количества приборов, подключенных в данный момент к Компьютерному Интерфейсу Ym128.

Рисунок 132 - переключатели выбора источника данных для вывода в окна результатов страницы "Результаты"

Выбор, открытие и пролистывание исторических файлов первичных данных осуществляется в области "Выбор исторических RAW-файлов" на странице "Графики". Выбор и открытие исторических файлов сводных результатов осуществляется в области "Выбор исторических CLK-файлов" на странице "Анализ". Подробнее о просмотре сохраненных ранее файлов первичных данных и файлов сводных результатов измерений см. раздел 21.

20.6 Страница "АНАЛИЗ"

Страница "Анализ" Компьютерного Интерфейса Ym128 содержит область построения графиков анализа параметров тестируемых ХИТ и позволяет наблюдать изменение характеристик ХИТ в зависимости от числа пройденных циклов заряда-разряда или от температуры ХИТ (см. рисунок 133).

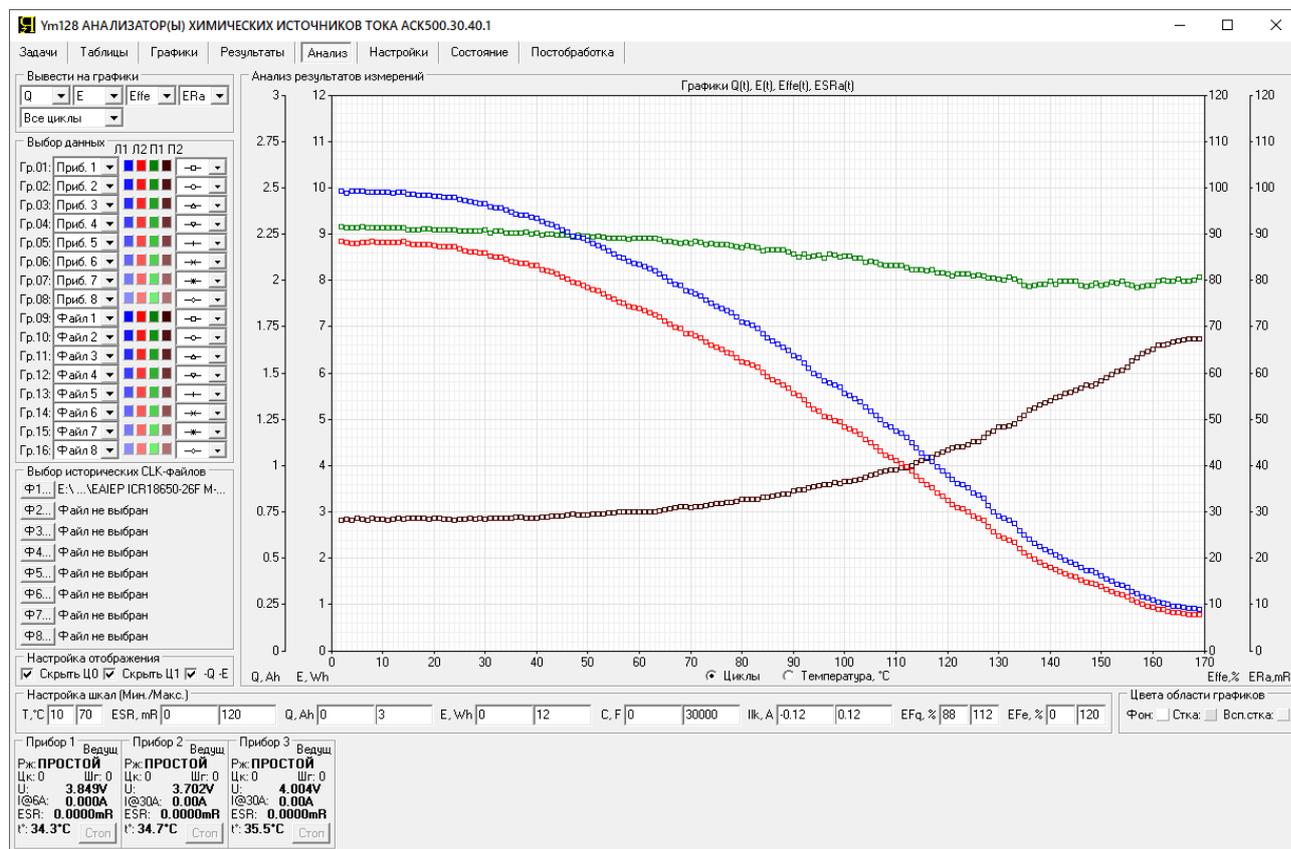


Рисунок 133 - Страница "Анализ" Компьютерного Интерфейса Ym128

Главным компонентом страницы "Анализ" является область построения графиков анализа изменения характеристик тестируемых ХИТ.

Кроме того, страница "Анализ" содержит панель "Выбор исторических CLK-файлов" (Выбор сохраненных файлов сводных результатов измерений), которая позволяет выбрать, открыть и просматривать файлы сводных результатов измерений, ранее сохраненные на компьютере (исторические файлы). Одновременно могут быть выбраны, открыты и просмотрены восемь исторических файлов независимо друг от друга. Данные из выбранных исторических файлов могут быть выведены в область построения графиков, в дополнение к графикам анализа изменения характеристик ХИТ, отображаемым в реальном времени в ходе тестирования. Такая возможность позволяет, например, визуально сравнить изменение характеристик тестируемых ХИТ и некоторого эталонного ХИТ.

Подробнее о просмотре сохраненных ранее файлов первичных данных и файлов сводных результатов измерений см. раздел 21.

В область построения графиков анализа могут быть одновременно выведены 16 групп данных, причем на каждую группу по выбору Пользователя могут быть выведены результаты измерений из следующих источников данных:

- "Нет" – Группа не выводится на графики;
- "Файл 1" – Файл с историческими сводными результатами измерений №1;
- "Файл 2" – Файл с историческими сводными результатами измерений №2;
- "Файл 3" – Файл с историческими сводными результатами измерений №3;

- "Файл 4" – Файл с историческими сводными результатами измерений №4;
- "Файл 5" – Файл с историческими сводными результатами измерений №5;
- "Файл 6" – Файл с историческими сводными результатами измерений №6;
- "Файл 7" – Файл с историческими сводными результатами измерений №7;
- "Файл 8" – Файл с историческими сводными результатами измерений №8;
- "Приб. 1" – Текущие данные для прибора №1;
- "Приб. 2" – Текущие данные для прибора №2;
- "Приб. 3" – Текущие данные для прибора №3;
- "Приб. 4" – Текущие данные для прибора №4;
- "Приб. 5" – Текущие данные для прибора №5;
- "Приб. 6" – Текущие данные для прибора №6;
- "Приб. 7" – Текущие данные для прибора №7;
- "Приб. 8" – Текущие данные для прибора №8;
- "Приб. 9" – Текущие данные для прибора №9;
- "Приб. 10" – Текущие данные для прибора №10;
- "Приб. 11" – Текущие данные для прибора №11;
- "Приб. 12" – Текущие данные для прибора №12.

Выбор желаемого источника данных для конкретной группы графиков осуществляется с помощью соответствующего выпадающего списка в области "Выбор данных".

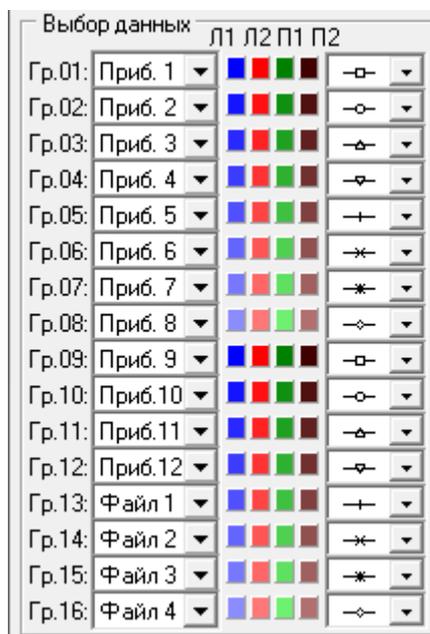


Рисунок 134 - Панель выбора данных и настройки отображения графиков анализа

В область построения графиков могут быть выведены параметры, определяемые Анализаторами серии АСК500 в процессе тестирования ХИТ и находящиеся в файлах сводных результатов измерений в строках с маркером "GNRL" (в строках с общими параметрами за цикл) (см. подраздел 16.3), а именно:

- "Та" - Усредненная за цикл температура ХИТ, °С;
- "ESRa" - Усредненное за цикл значение ESR ХИТ, измеренное методом периодического прерывания тока через ХИТ или в режимах импульсов напряжения, тока, мощности или сопротивления, мОм (см. подраздел 14.2 и подраздел 14.3);
- "Q" - Заряд (ёмкость), отданный ХИТ при разряде, А·ч;
- "E" - Энергия, отданная ХИТ при разряде, Вт·ч;
- "C" - Электрическая ёмкость ХИТ, Ф (определяется только на шагах DCHCC);
- "ESRc" - ESR ХИТ, измеренное по скачку напряжения вначале шагов заряда, мОм (см. подраздел 14.4);

- "ESRd" - ESR ХИТ, измеренное по скачку напряжения вначале шагов разряда, мОм (см. подраздел 14.4);
- "IIk" - Средний ток утечки через ХИТ за цикл, А (см. раздел 13);
- "EFq" - КПД ХИТ по заряду (по А·ч), %;
- "EFe" - КПД ХИТ по энергии (по Вт·ч), %.

Из этих десяти параметров одновременно в область построения графиков могут быть выведены до четырех параметров в любых комбинациях в зависимости от числа пройденных циклов программы тестирования или в зависимости от средней температуры ХИТ за цикл.

Область построения графиков содержит четыре вертикальные оси и одну горизонтальную ось. Выбор данных для каждой вертикальной оси производится из верхних выпадающих списков, расположенных в области "Вывести на графики" в левом верхнем углу страницы "Анализ" (см. рисунок 135).

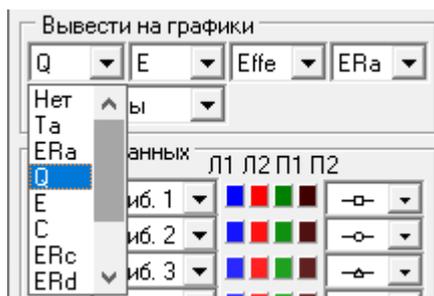


Рисунок 135 - Выбор параметров для отображения по вертикальным осям графиков

Левый выпадающий список позволяет выбрать параметр для первой левой вертикальной оси области построения графиков, второй выпадающий список – для второй левой вертикальной оси, третий выпадающий список – для первой правой вертикальной оси, четвертый список – для второй правой вертикальной оси (см. рисунок 136). При выборе пункта "Нет", данные по конкретной вертикальной оси выводиться не будут.

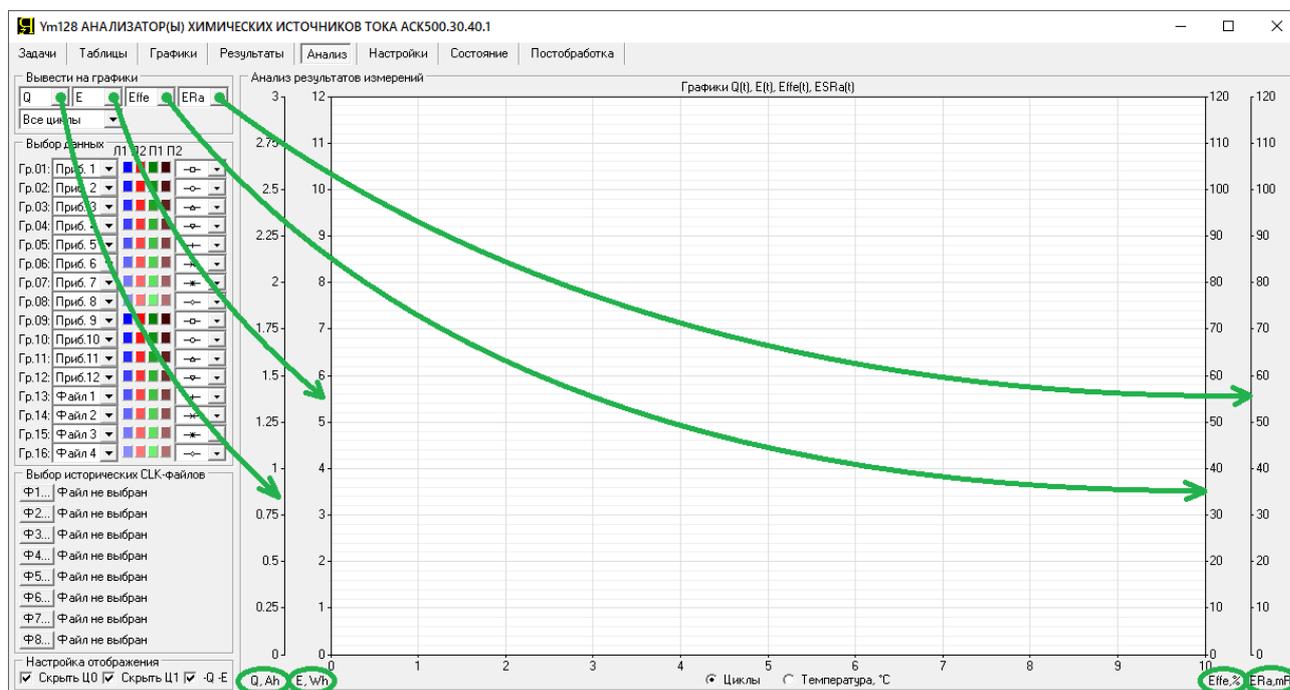


Рисунок 136 - Выбор параметров для вертикальных осей графиков анализа

Для каждой группы данных для каждой вертикальной оси могут быть выбраны индивидуальные цвета графиков. Выбор цвета для конкретной группы данных и конкретной вертикальной оси осуществляется с помощью нажатия на соответствующий цветной прямоугольник (см. рисунок 134). "Л1" – цвета графиков параметров, выводимых по первой левой вертикальной оси, "Л2" – цвета графиков параметров, выводимых по второй левой вертикальной оси, "П1" – цвета графиков параметров, выводимых по первой правой вертикальной оси, и "П2" – цвета графиков параметров, выводимых по второй правой вертикальной оси. При нажатии на соответствующий цветной прямоугольник, открывается диалоговое окно выбора цвета (см. рисунок 113), которое позволяет задать необходимый цвет.

Дополнительно, для каждой группы данных можно настроить толщину линии или вид точек, по которым строятся графики. Выбор толщины линии или вида точек осуществляется из выпадающих списков в правой части панели "Выбор данных" (см. рисунок 137).



Рисунок 137 - Настройка толщины линии или вида точек для групп графиков анализа

Параметры в область построения графиков анализа могут быть выведены в зависимости от числа пройденных циклов программы тестирования или в зависимости от средней температуры ХИТ за цикл. Выбор осуществляется переключателями, расположенными непосредственно под областью построения графиков (см. рисунок 136).

Выбор переключателя "Циклы" позволяет вывести параметры ХИТ в зависимости от числа пройденных циклов программы тестирования. По нижней оси будет отложено количество пройденных циклов. Ось масштабируется автоматически, по группе данных с максимальным числом пройденных циклов.

Выбор переключателя "Температура, °С" позволяет вывести параметры ХИТ в зависимости от их средней температуры. По нижней оси будет отложена средняя температура ХИТ за каждый выполненный цикл программы тестирования. Этот способ отображения чрезвычайно удобен при проведении климатических испытаний ХИТ, при которых определяются характеристики ХИТ в зависимости от их температуры.

С помощью нижнего выпадающего списка в области "Вывести на графики" (см. рисунок 138) можно задать ограничение количества точек, по которым строятся графики анализа. Ограничение количества точек может быть полезно при работе с большими объемами результатов измерений и существенно ускоряет работу Компьютерного Интерфейса.

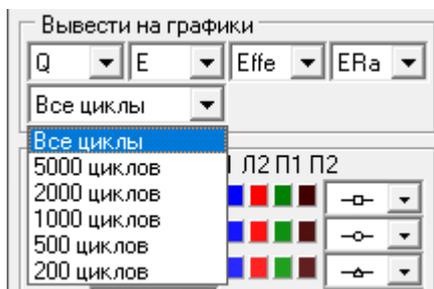


Рисунок 138 - Выбор ограничения количество точек, выводимых на графики анализа

При выборе пункта "Все циклы" (см. рисунок 138) графики выбранной комбинации параметров выводятся с использованием всех имеющихся точек (строк с маркером "GNRL") из текущих файлов сводных результатов измерений в реальном времени или из выбранных исторических файлов сводных результатов измерений.

При выборе пунктов "5000 циклов", "2000 циклов", "1000 циклов", "500 циклов" или "200 циклов", количество выводимых на графики точек будет уменьшено (прорежено) таким образом, чтобы общее количество точек, по которым будут построены графики для конкретной группы данных, не превысило заданное ограничение.

Минимум и максимум шкалы для каждого параметра настраивается отдельно, в области "Настройка шкал (Мин./Макс.)" (см. рисунок 139).



Рисунок 139 - Настройка шкал параметров, выводимых на графики анализа

В зависимости от заданной программы тестирования и начального состояния тестируемых ХИТ, результаты измерений для цикла №0 (шаги подготовки тестирования, см. раздел 12) и для цикла №1 могут существенно отличаться от результатов измерений на последующих циклах тестирования ХИТ. Галки "Скрыть Ц0" (Скрыть данные для цикла №0) и "Скрыть Ц1" (Скрыть данные для цикла №1) в области "Настройка отображения" (см. рисунок 140) позволяют запретить вывод на графики результаты измерений, полученные, соответственно, для цикла №0 и для цикла №1.

В общем случае, заряд Q и энергия E, выводимые на графики анализа, имеют отрицательные значения, поскольку в строки "GNRL" файлов сводных результатов измерений попадают значения заряда Q и энергии E, *возвращаемые* тестируемым ХИТ на шагах разряда. Работа с отрицательными значениями заряда Q и энергии E является неудобной для визуального восприятия изменений в характеристиках тестируемых ХИТ. Установка галки "-Q -E" (см. рисунок 140) инвертирует знак заряда Q и энергии E, выводимых на графики анализа, позволяя перевести графики изменения возвращаемого тестируемыми ХИТ заряда Q и энергии E в положительную область, что делает графики данных параметров более наглядными.

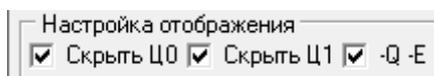


Рисунок 140 - Область "Настройка отображения" графиков анализа

Панель "Цвета области графиков", расположенная в правом нижнем углу страницы "Анализ" содержит элементы настройки цвета фона и сетки области построения графиков анализа (см. рисунок 141).

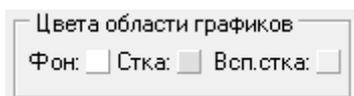


Рисунок 141 - Панель "Цвета области графиков"

Настройка цвета фона и цвета сетки области построения графиков анализа осуществляется путем нажатия на соответствующий цветной квадрат (см. рисунок 141). При этом открывается диалоговое окно выбора цвета (см. рисунок 113), которое позволяет задать необходимый цвет.

Квадрат "Фон:" задает цвет фона области построения графиков.

Квадрат "Сетка:" задает цвет основных линий сетки области построения графиков.

Квадрат "Всп.сетка:" (Вспомогательная сетка) задает цвет промежуточных линий сетки области построения графиков.

Для сохранения области графиков анализа в виде картинки и использования в различных отчетах, любую область графиков (как и любую область экрана компьютера) можно скопировать в буфер, нажав одновременно клавиши Win + Shift + S, после чего выделив необходимую область экрана компьютера с помощью мыши. Скопированная в буфер часть экрана затем может быть вставлена в виде картинки в программу "Paint", "Microsoft Word", "Microsoft Excel" и множество других программ, а также вставлена в текст электронного письма, в чаты различных мессенджеров и так далее.

20.7 Страница "НАСТРОЙКИ"

Страница "Настройки" Компьютерного Интерфейса Ym128 предназначена для настройки подключения между Анализаторами серии АСК500 (от 1 до 12 приборов) и Компьютерным Интерфейсом, просмотра серийных номеров подключенных приборов, просмотра номеров версий микропрограмм приборов, просмотра времени наработки подключенных Анализаторов, а также обновления микропрограммы (прошивки) приборов.

Кроме того, на странице "Настройки" можно выбрать язык Компьютерного Интерфейса Ym128 – Русский или Английский.

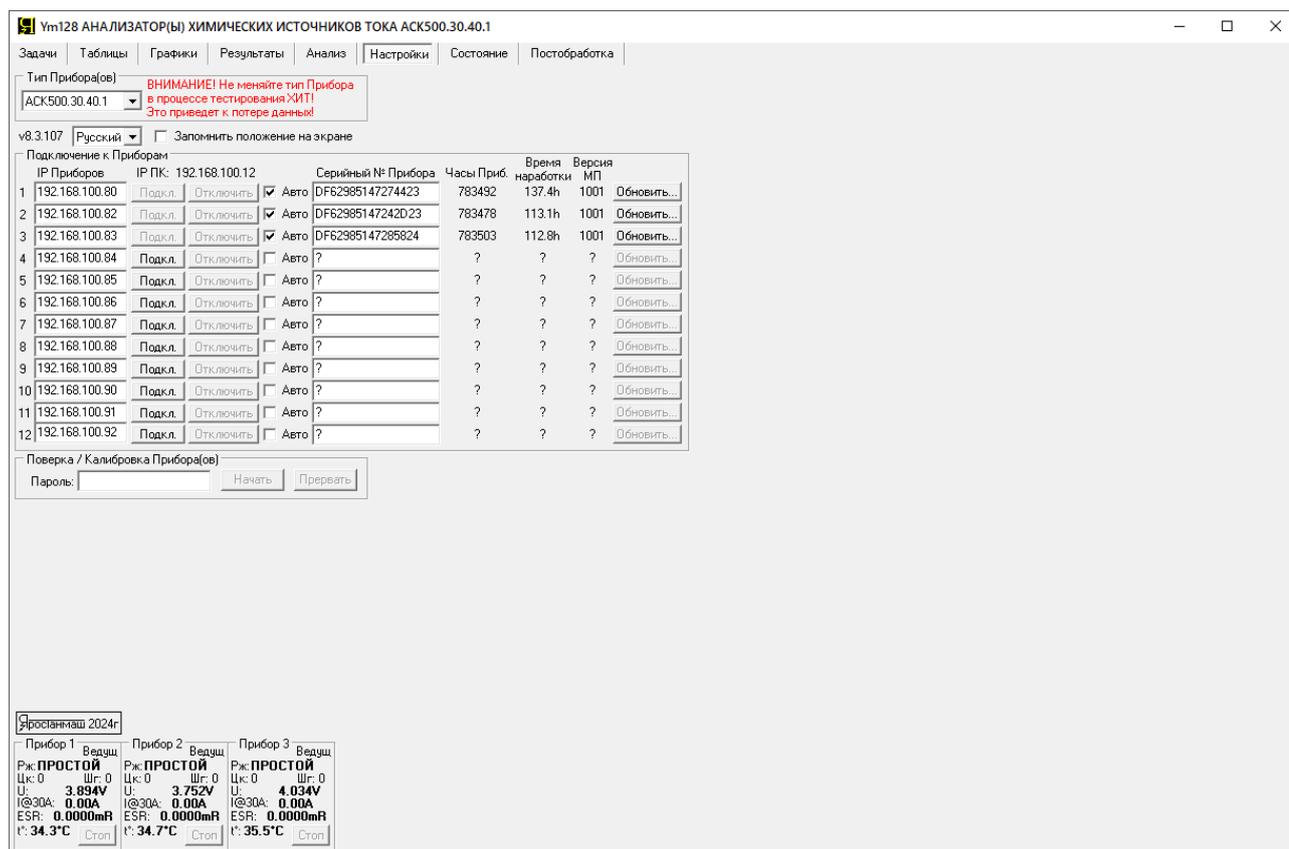


Рисунок 142 - Страница "Настройки" Компьютерного Интерфейса Ym128

Прежде чем начать работу с Анализатором или Анализаторами АСК500.30.40.1 или АСК500.15.80.1, необходимо выбрать конкретный тип используемых приборов из выпадающего списка в области "Тип Прибора(ов)", расположенной в верхнем левом углу страницы "Настройки" (см. рисунок 143).

ВНИМАНИЕ! Не изменяйте тип приборов во время выполнения тестирования ХИТ! Это может привести к сбоям в работе приборов и к потере результатов тестирования!

Для подключения к приборам служит одноименная область "Подключение к Приборам". Данная область содержит двенадцать программных каналов Компьютерного Интерфейса, к каждому из которых возможно подключить один Анализатор серии АСК500 (см. рисунок 144).

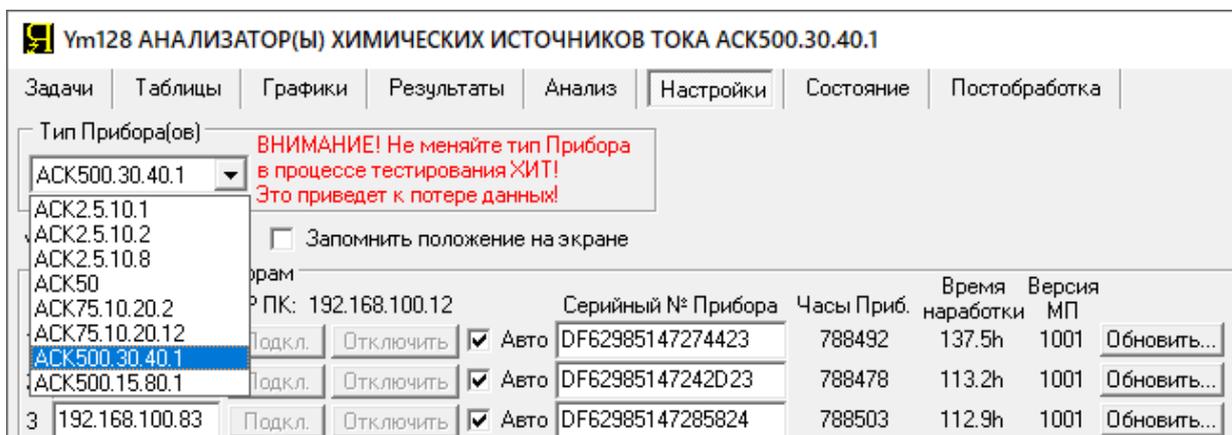


Рисунок 143 - Выбор типа используемых Анализаторов

Подключение к Приборам								
IP Приборов	IP ПК: 192.168.100.12			Серийный № Прибора	Часы Приб.	Время наработки	Версия МП	
1 192.168.100.80	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	DF62985147274423	783492	137.4h	1001	Обновить...
2 192.168.100.82	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	DF62985147242D23	783478	113.1h	1001	Обновить...
3 192.168.100.83	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	DF62985147285824	783503	112.8h	1001	Обновить...
4 192.168.100.84	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...
5 192.168.100.85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...
6 192.168.100.86	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...
7 192.168.100.87	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...
8 192.168.100.88	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...
9 192.168.100.89	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...
10 192.168.100.90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...
11 192.168.100.91	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...
12 192.168.100.92	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Автоматическое подключение	?	?	?	?	Обновить...

Рисунок 144 - Настройка подключения к Анализаторам

"IP ПК" – это IP-адрес компьютера Пользователя. В общем случае, для установления соединения между Компьютерным Интерфейсом и Анализатором (Анализаторами), необходимым условием является совпадение первых трех цифр в IP-адресе прибора и компьютера (то есть в данном примере 192.168.100). Подробнее об этом см. раздел 9.

В соответствующее окно "IP Приборов" необходимо вписать IP-адрес прибора, указанный на передней панели Анализатора (позиция 7, рисунок 1). После этого необходимо установить галку "Автоматическое подключение" (Подключаться автоматически).

После успешного соединения в соответствующем окне "Серийный № Прибора" (см. рисунок 144) будет показан заводской номер подключенного Анализатора, а значение "Часы Приб." (внутренний тактовый сигнал Анализатора) будет непрерывно возрастать. Этот параметр может использоваться как индикатор установления связи между Анализатором и Компьютерным Интерфейсом при подключении прибора.

Параметр "Время наработки" (см. рисунок 144) отражает время наработки конкретного Анализатора (в часах). Время наработки отсчитывается с момента изготовления прибора и учитывает суммарное время, в течение которого прибор был включен в сеть (на Анализатор было подано питание). Параметр участвует в гарантийных условиях на прибор.

Параметр "Версия МП" демонстрирует номер версии микропрограммы, находящейся в памяти микроконтроллера Анализатора (см. рисунок 2).

Кнопки "Обновить..." предназначены для обновления микропрограммы Анализаторов. Подробнее об обновлении микропрограммы приборов см. раздел 24.

Номер версии Компьютерного Интерфейса Ym128 отображается непосредственно над областью "Подключение к Приборам" (в нашем примере "v8.3.107", см. рисунок 145).

Здесь же с помощью выпадающего списка смены языка можно выбрать язык Компьютерного Интерфейса – Русский или Английский. После смены языка рекомендуется перезапустить Компьютерный Интерфейс (закрыть и заново открыть).



Рисунок 145 - Номер версии Компьютерного Интерфейса Ym128 и другие параметры

Установка галки "**Запомнить положение приложения на экране**" (см. рисунок 145) перед закрытием Компьютерного Интерфейса, позволяет запомнить его положение на экране монитора компьютера Пользователя. При следующем запуске Компьютерного Интерфейса он будет открыт в том же месте на экране.

Область "**Поверка / Калибровка Прибора(ов)**" используется для калибровки и поверки Анализатора в заводских условиях.

20.8 Страница "СОСТОЯНИЕ"

Страница "Состояние" Компьютерного Интерфейса Ym128 предназначена для наблюдения за работой внутренних систем Анализаторов серии АСК500, а также выяснения причин аварийных режимов приборов в случае их возникновения (см. рисунок 146).

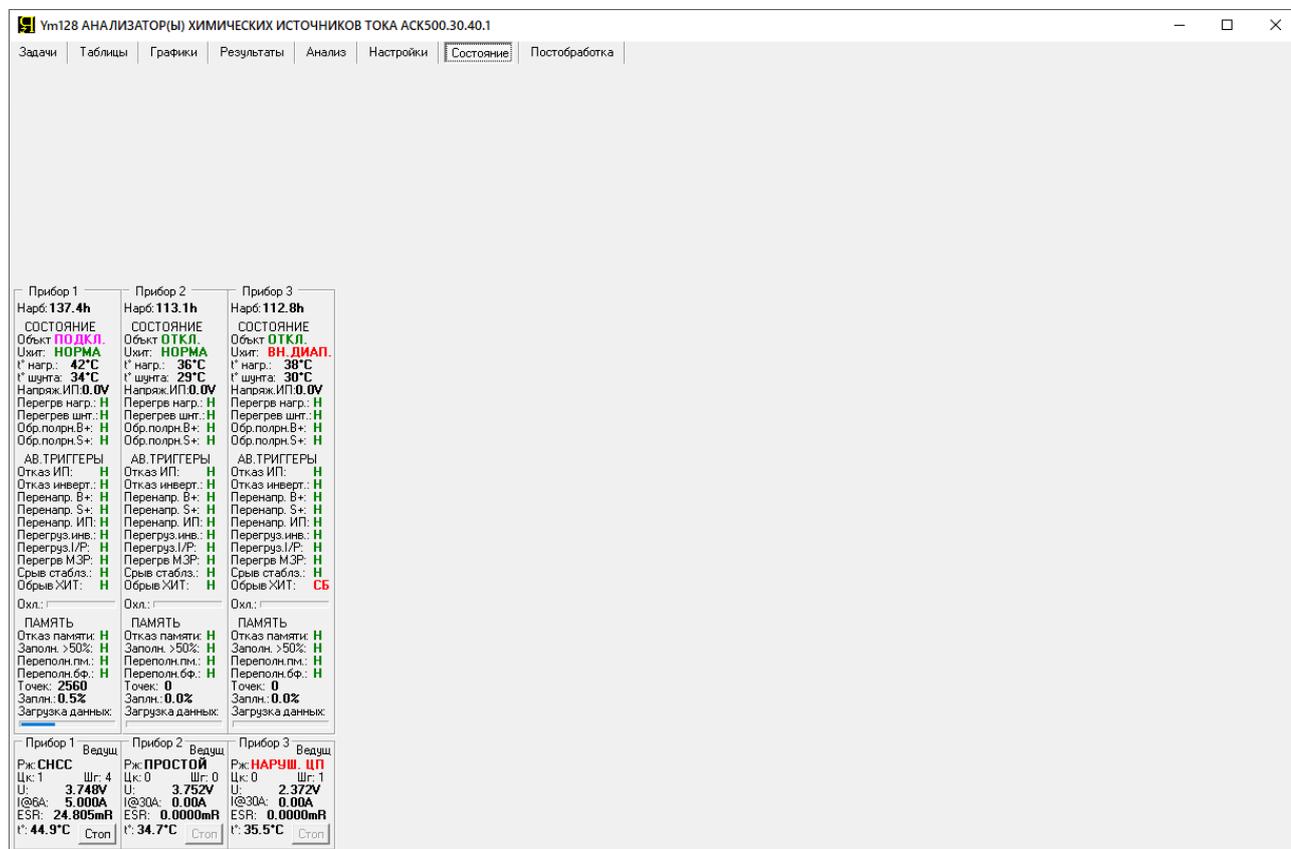


Рисунок 146 - Страница "Состояние" Компьютерного Интерфейса Ym128

Страница "Состояние" содержит однотипные области "Прибор 1" – "Прибор 12", отражающие внутренние параметры и аварийные триггеры подключенных приборов.

Параметр "Нарб:" (Наработка прибора, см. рисунок 147) дублирует время наработки конкретного Анализатора (в часах). Время наработки отсчитывается с момента изготовления прибора и учитывает суммарное время, в течение которого прибор был включен в сеть (на Анализатор было подано питание). Параметр участвует в гарантийных условиях на прибор.

Блок параметров "СОСТОЯНИЕ" содержит текущие значения параметров прибора.

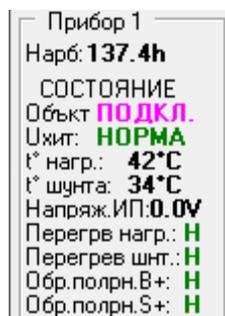


Рисунок 147 - Параметры состояния прибора

Индикатор "Объект" (объект испытаний, ХИТ, см. рисунок 147) отражает состояние ключа **К** подключения ХИТ к силовым схемам прибора (см. рисунок 2). Значение "**ПОДКЛ.**" означает, что тестируемый ХИТ подключен к силовой схеме прибора и готов к заряду или разряду. Значение "**ОТКЛ.**" означает, что тестируемый ХИТ отключен от силовой части прибора, и прибор может только контролировать напряжение на клеммах ХИТ и его температуру. Подключение и отключение тестируемого ХИТ к силовой схеме прибора происходит автоматически, в соответствии с заданной программой тестирования.

Состояние "**НОРМА**" индикатора "Ухит:" (см. рисунок 147) означает, что напряжение на ХИТ попадает в рабочий диапазон прибора, и прибор может обеспечить заявленные параметры тестирования ХИТ в полной мере. При выходе напряжения из рабочего диапазона прибора значение индикатора изменяется на "**ВН.ДИАП.**" (ВНЕ ДИАПАЗОНА). Это состояние индикатора само по себе не запрещает работу прибора, однако надо иметь ввиду, что за пределами рабочего диапазона напряжения действительные параметры тестирования ХИТ могут не соответствовать заданным (например, при напряжении на ХИТ менее 2 В, прибор не сможет обеспечить полный ток разряда).

Параметр "t° нагр:" (см. рисунок 147) отражает текущую температуру нагрузочного резистора **R** (см. рисунок 2). Температура нагрузочного резистора существенно возрастает на режимах разряда тестируемого ХИТ. Предельная температура нагрузочного резистора, приводящая к срабатыванию защиты от перегрева, составляет 115 °С.

Параметр "t° шунта:" (см. рисунок 147) отражает текущую температуру датчика тока **A** (см. рисунок 2). Предельная температура датчика тока, приводящая к срабатыванию защиты от перегрева, составляет 80 °С.

"Напряж.ИП:" (см. рисунок 147) - значение напряжение на выходе источника питания **ИП** (см. рисунок 2), подаваемое на схемы Анализатора. Номинальное значение – 24 или 48 В.

Параметр "Перегрв нагр.:" является индикатором перегрева нагрузочного резистора **R** (см. рисунок 2). Значение "**Н**" говорит об отсутствии перегрева и нормальной работе нагрузочного резистора, значение "**Е**" свидетельствует о перегреве резистора.

Параметр "Перегрв шнт.:" является индикатором перегрева датчика тока **A** прибора (см. рисунок 2). Значение "**Н**" говорит об отсутствии перегрева, значение "**Е**" свидетельствует о перегреве датчика тока.

Параметр "Обр.полрн.В+:" является индикатором обратной полярности напряжения на силовых клеммах прибора (см. позиции 3 и 6, рисунок 1). Значение "**Н**" говорит об отсутствии обратной полярности на силовых клеммах прибора, значение "**Е**" свидетельствует о наличии обратной полярности напряжения.

Параметр "Обр.полрн.С+:" является индикатором обратной полярности напряжения на потенциальных клеммах прибора (см. позиции 2 и 11, рисунок 1). Значение "**Н**" говорит об отсутствии обратной полярности на потенциальных клеммах прибора, значение "**Е**" свидетельствует о наличии обратной полярности напряжения.

Блок параметров "АВ.ТРИГГЕРЫ" (АВАРИЙНЫЕ ТРИГГЕРЫ, см. рисунок 146) отражает состояние аварийных триггеров прибора. Подробнее об аварийных триггерах, аварийных защитах и аварийных состояниях прибора см. раздел 23.

Анализаторы серии АСК500 имеют адаптивную систему охлаждения, производительность которой настраивается автоматически в зависимости от температуры компонентов прибора. Параметр "Охл:" (Интенсивность охлаждения, см. рисунок 146) отражает текущую мощность системы охлаждения конкретного Анализатора в графической форме от минимума до 100 %.

Блок параметров "ПАМЯТЬ" (см. рисунок 146) содержит сведения о состоянии внутренней памяти конкретного Анализатора, используемой для сохранения результатов измерений во время автономной работы. Подробнее об этом см. раздел 22.

20.9 Страница "ПОСТОБРАБОТКА"

Страница "Постобработка" Компьютерного Интерфейса Ym128 предназначена для корректировки файлов результатов измерений в случае такой необходимости.

Основное назначение данной страницы – сращивание двух отдельных файлов результатов (как файлов первичных данных, см. подраздел 16.2, так и файлов сводных результатов измерений, см. подраздел 16.3), полученных для одного и того же тестируемого ХИТ, в случае отключения электроснабжения в ходе выполнения испытаний.

Описание работы со страницей "Постобработка" выходит за рамки настоящего Руководства и может быть найдено в сети Интернет на сайте <https://battery-analyzers.ru/>.

21 ПРОСМОТР РАНЕЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Компьютерный Интерфейс Ym128 (см. раздел 20) позволяет не только управлять Анализаторами различных типов, а также получать и обрабатывать результаты измерений в реальном времени, но и просматривать результаты измерений, зарегистрированные ранее, в прошлом, и сохраненные на компьютере Пользователя (исторические файлы результатов).

Загружать и просматривать можно как исторические файлы первичных данных, так и исторические файлы сводных результатов измерений (см. раздел 16). Компьютерный Интерфейс Ym128 позволяет одновременно выбрать, открыть и пролистывать до восьми исторических файлов первичных данных и до восьми исторических файлов сводных результатов измерений.

Результаты измерений из выбранных и открытых исторических файлов могут быть выведены в окна результатов измерений на странице "Результаты" (см. подраздел 20.5), а также на графики заряда-разряда на странице "Графики" (для исторических файлов первичных данных, см. подраздел 20.4) и на графики анализа на странице "Анализ" (для исторических файлов сводных результатов измерений, см. подраздел 20.6).

Вывод данных из исторических файлов на графики на страницах "Графики" и "Анализ" может осуществляться в дополнение к графикам результатов измерений, отображаемым в реальном времени в ходе тестирования ХИТ. Такая возможность позволяет визуально сравнить графики изменения параметров тестируемых ХИТ с графиками для некоторого эталонного ХИТ, или сравнить кривые заряда-разряда даже для одного и того же ХИТ, но на различных циклах тестирования в ходе выполнения испытаний.

Просмотр исторических файлов результатов измерений возможен, в том числе, без подключения к прибору, в режиме "Offline".

Для просмотра исторических файлов *первичных данных* (см. раздел 16) и вывода результатов измерений на графики заряда-разряда (см. подраздел 20.4), предназначена область "Выбор исторических RAW-файлов", расположенная на странице "Графики" Компьютерного интерфейса (см. рисунок 148).

В области находится восемь однотипных полей, предназначенных для выбора, открытия и пролистывания исторических файлов первичных данных.



Рисунок 148 - Область управления просмотром исторических файлов первичных данных на странице "Графики"

Нажатие на соответствующую кнопку "Ф1..." – "Ф8..." (для примера рассмотрим нажатие на кнопку "Ф2...", см. рисунок 149) приводит к вызову диалогового окна выбора исторического файла первичных данных (см. рисунок 150).

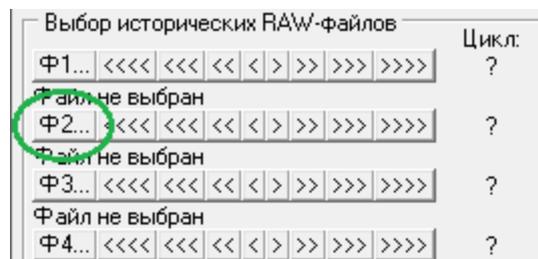


Рисунок 149 - Кнопка выбора исторического файла для группы данных "Ф2..."

В открывшемся окне следует выбрать файл первичных данных для цикла с желаемым номером цикла (см. рисунок 150).

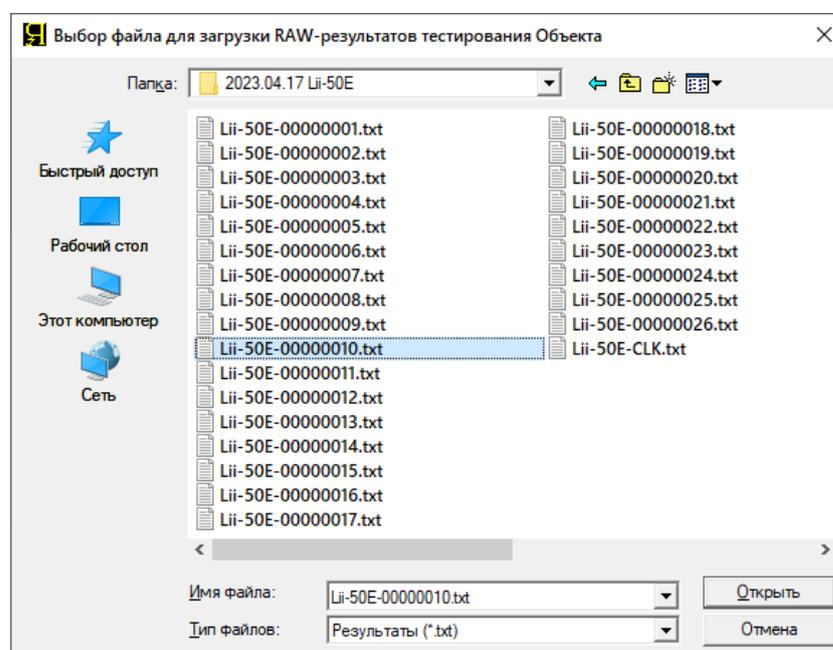


Рисунок 150 - Выбор исторических файлов первичных данных

Данные из выбранного исторического файла загружаются во внутреннюю память Компьютерного Интерфейса в выбранную группу данных (в нашем случае – Ф2), одновременно под использованной кнопкой выбора файла отображается путь к выбранному историческому файлу первичных данных, а справа от группы кнопок выбора и пролистывания исторических файлов – номер цикла, данные для которого получены из открытого исторического файла (см. рисунок 151).

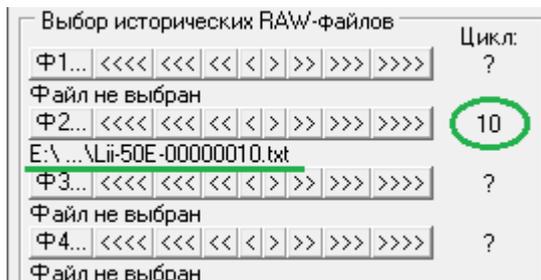


Рисунок 151 - Путь к выбранному историческому файлу и номер цикла, полученный из него

Просмотреть загруженные исторические результаты измерений можно на странице "Результаты", установив переключатель на требуемую группу данных (в нашем примере это группа "Ф2") (см. рисунок 152).

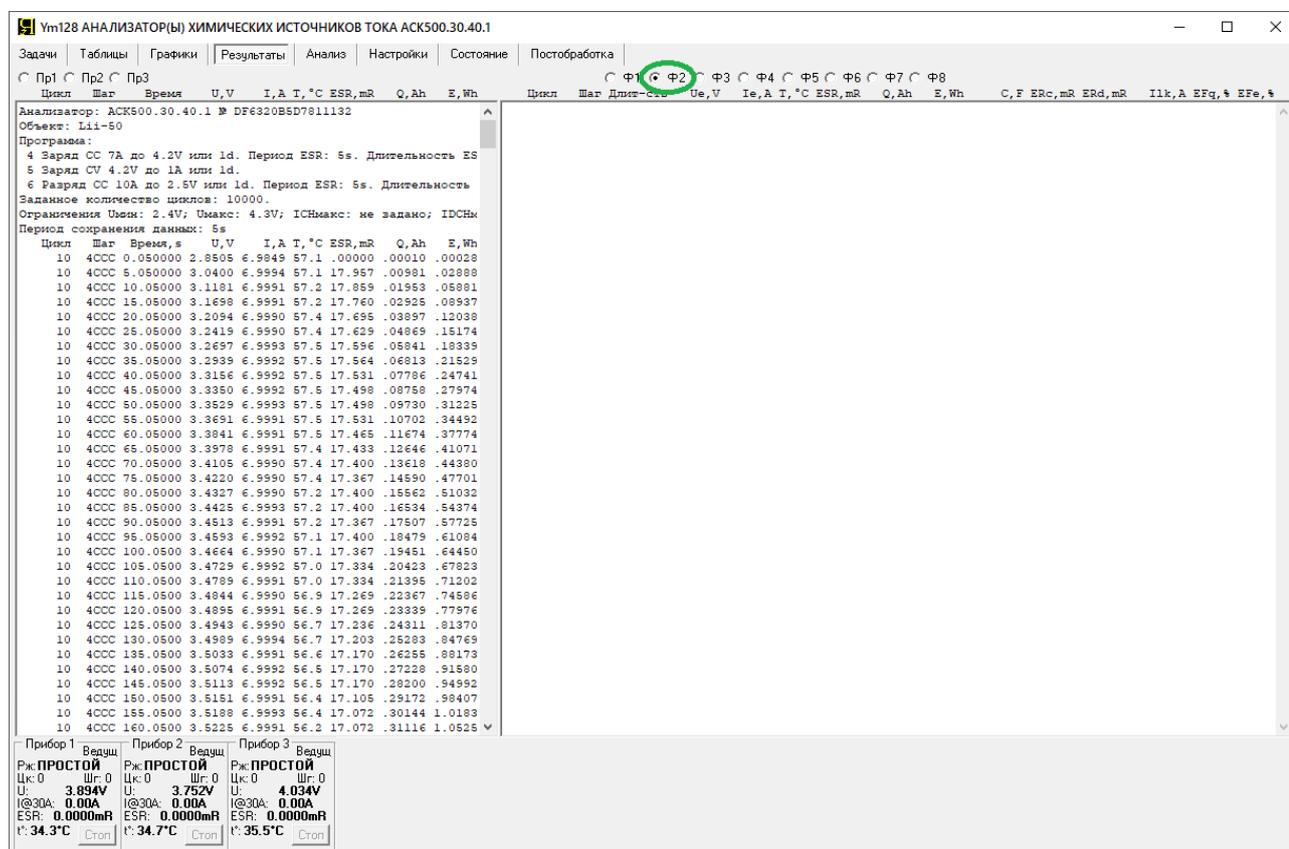


Рисунок 152 - Данные из загруженного исторического файла можно просмотреть, установив переключатель на требуемый источник данных

Данные из открытого файла могут быть выведены на графики заряда-разряда. Для этого для одной из групп графиков необходимо выбрать требуемый источник данных (в нашем случае – "Файл 2") (см. рисунок 153).

Одновременно, при открытии и загрузке исторического файла для выбранного номера цикла, производится попытка открытия исторического файла для предыдущего цикла. Это необходимо для отображения графиков заряда-разряда в варианте вывода графиков

- Кнопка ">>>>" позволяет выбрать цикл с номером "+1000" от текущего;
- Кнопка "<" позволяет выбрать для просмотра предыдущий цикл;
- Кнопка "<<" позволяет выбрать цикл с номером "-10" от текущего;
- Кнопка "<<<<" позволяет выбрать цикл с номером "-100" от текущего;
- Кнопка "<<<<<<" позволяет выбрать цикл с номером "-1000" от текущего.

При нажатии необходимой кнопки, Компьютерный Интерфейс попытается найти и загрузить исторический файл первичных данных для цикла с требуемым номером. Поиск производится в пределах папки, из которой был выбран Пользователем начальный файл при нажатии соответствующей кнопки открытия файла (в нашем это была кнопка "Ф2...").

При попытке выбора файла для номера цикла, файл для которого не существует, будет открыт и показан исторический файл первичных данных для следующего доступного цикла или для цикла с наибольшим или с наименьшим номером, который удалось найти в текущей папке с файлами результатов измерений.

Данные из выбранных исторических файлов могут быть выведены в область построения графиков заряда-разряда, в дополнение к графикам, отображаемым в реальном времени в ходе тестирования ХИТ. Такая возможность позволяет, например, визуально сравнить кривые заряда-разряда тестируемых ХИТ и некоторого эталонного ХИТ, или даже сравнить кривые заряда-разряда одного и того же ХИТ, но на различных циклах тестирования в ходе выполнения испытаний. Подробнее про графики заряда-разряда см. подраздел 20.4.

Для просмотра исторических файлов *сводных результатов измерений* (см. раздел 16) и вывода результатов измерений на графики анализа (см. подраздел 20.6), предназначена область "Выбор исторических CLK-файлов", расположенная на странице "Анализ" Компьютерного интерфейса (см. рисунок 155).

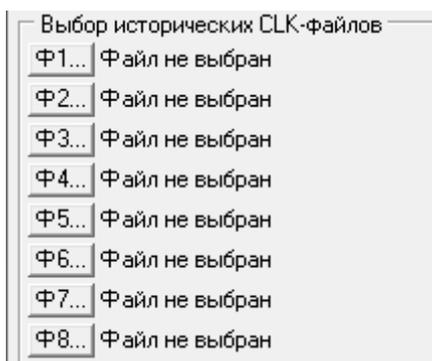


Рисунок 155 - Область управления просмотром исторических файлов сводных результатов измерений на странице "Анализ"

Нажатие на соответствующую кнопку "Ф1..." – "Ф8..." (для примера рассмотрим нажатие на кнопку "Ф3...", см. рисунок 156) приводит к вызову диалогового окна выбора исторического файла сводных результатов.

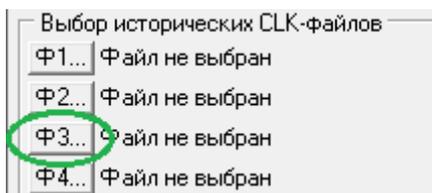


Рисунок 156 - Выбор исторического файла сводных результатов для группы данных "Ф3"

В открывшемся окне следует выбрать файл сводных результатов измерений (см. рисунок 157).

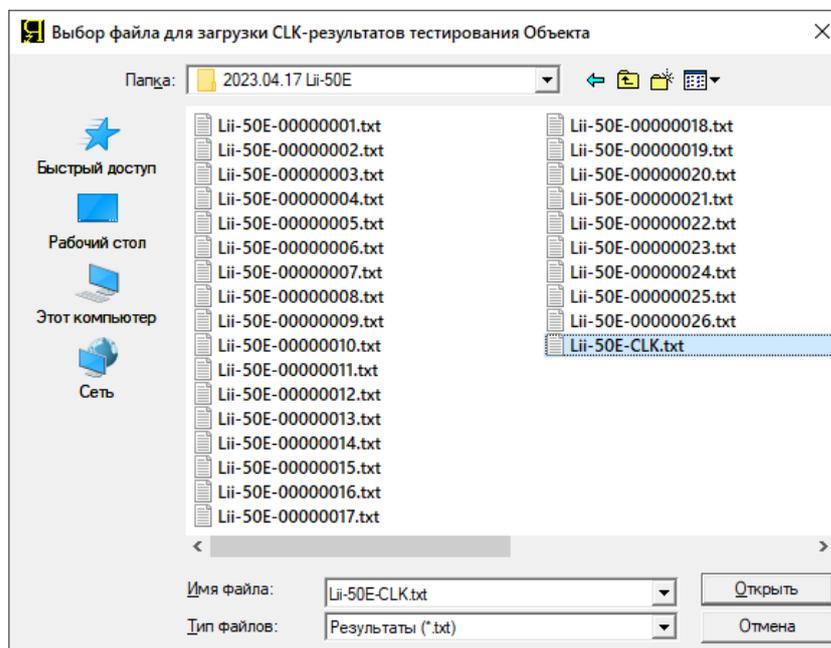


Рисунок 157 - Выбор исторического файла сводных результатов измерений

Данные из выбранного исторического файла загружаются во внутреннюю память Компьютерного Интерфейса в выбранную группу данных (в нашем случае – Ф3), одновременно справа от использованной кнопки выбора файла отображается путь к выбранному историческому файлу сводных результатов измерений (см. рисунок 158).

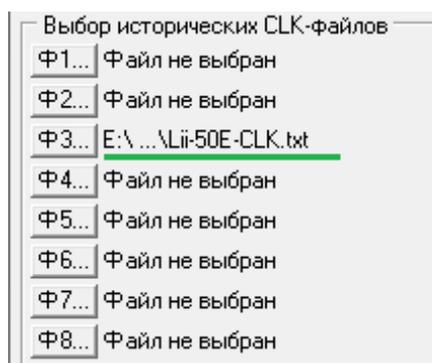


Рисунок 158 - Путь к выбранному историческому файлу сводных результатов

Просмотреть загруженные исторические результаты измерений можно на странице "Результаты", установив переключатель на требуемую группу данных (в нашем примере это группа "Ф3") (см. рисунок 159).

Данные из открытого файла могут быть выведены на графики анализа. Для этого для одной из групп графиков анализа необходимо выбрать требуемый источник данных (в нашем случае это "Файл 3") (см. рисунок 160).

Данные из выбранного исторического файла могут быть выведены в область построения графиков анализа, в дополнение к графикам, отображаемым в реальном времени в ходе тестирования ХИТ. Такая возможность позволяет, например, визуально сравнить кривые деградации параметров тестируемых ХИТ с графиками деградации некоторого эталонного ХИТ, либо сравнить поведение тестируемых ХИТ в ходе климатических испытаний с поведением некоторого эталонного ХИТ. Подробнее про графики анализа см. подраздел 20.6.

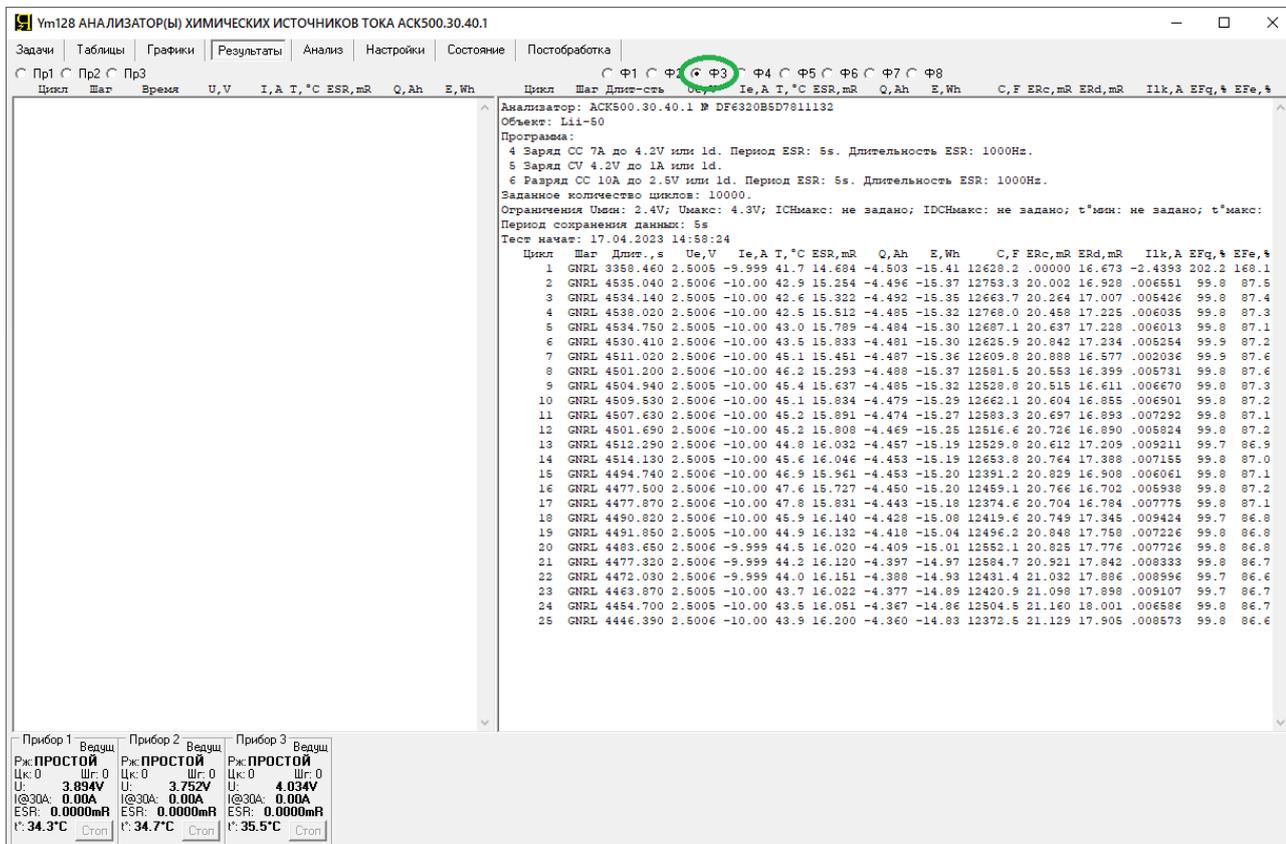


Рисунок 159 - Данные из загруженного исторического файла можно просмотреть, установив переключатель на требуемый источник данных

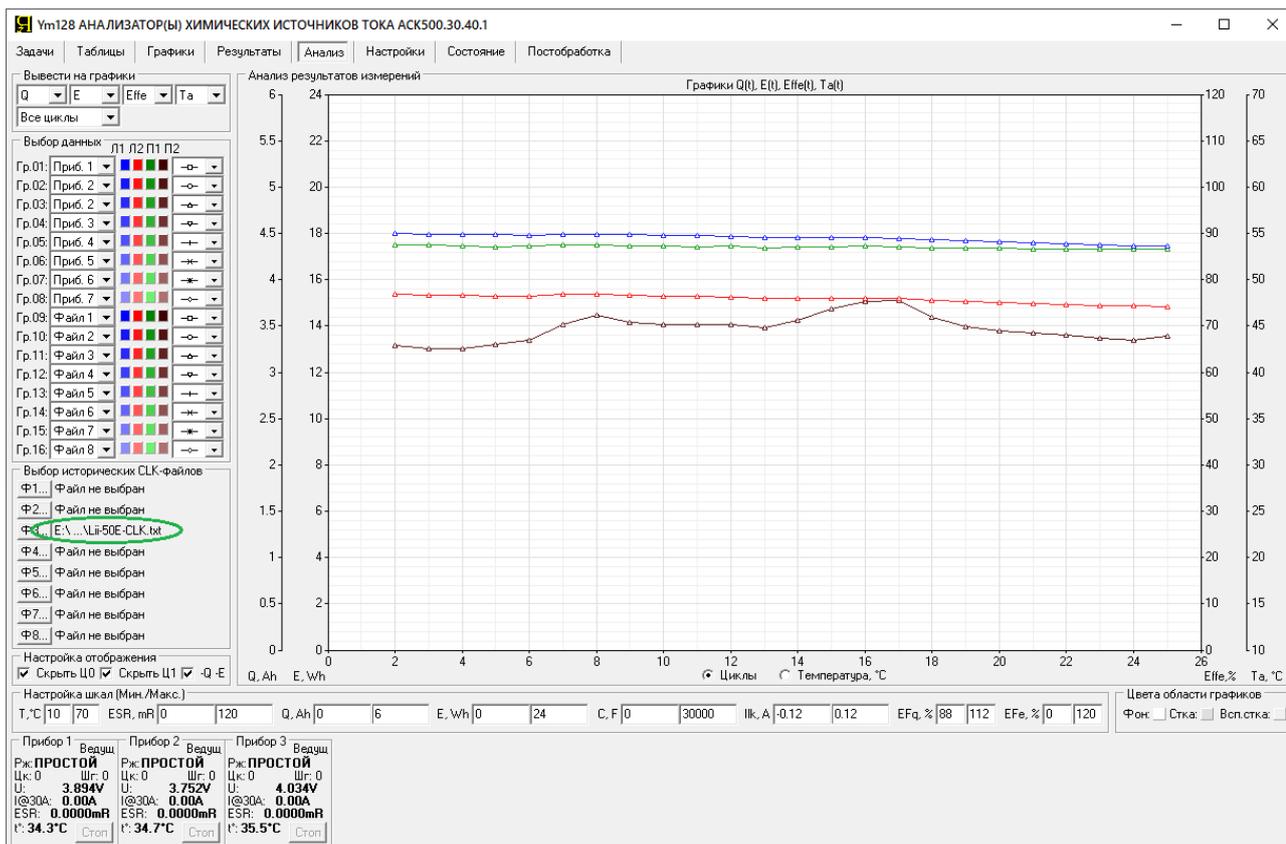


Рисунок 160 - Данные из загруженного исторического файла можно вывести на графики анализа, выбрав соответствующий источник для одной из групп графиков

22 РАБОТА ПРИБОРА В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ

Управление прибором осуществляется с помощью Компьютерного Интерфейса (см. раздел 20). Компьютерный Интерфейс необходим для составления и запуска программы тестирования ХИТ (см. раздел 12), а также для наблюдения за ходом выполнения тестирования, получения и обработки результатов измерений.

Однако, после запуска программы тестирования ХИТ, Компьютерный Интерфейс может быть закрыт, а компьютер Пользователя – выключен. При этом Анализатор продолжит работу в автономном режиме по заданной Пользователем программе тестирования.

ВНИМАНИЕ! Работа прибора по таблицам напряжения, тока, мощности и сопротивления (см. подраздел 12.19), а также параллельная работа двух и более Анализаторов (см. раздел 11), возможна только при установленном соединении между прибором и Компьютерным Интерфейсом. Автономная работа в этих условиях невозможна!

Результаты измерений в автономном режиме сохраняются во внутреннюю память прибора, которая способна вместить 524 288 результатов измерений (точек*). При следующем включении компьютера Пользователя и запуске Компьютерного Интерфейса, накопленные в памяти прибора данные будут переданы на компьютер и сохранены в файлы результатов измерений (см. раздел 16). После этого внутренняя память прибора очищается без прерывания тестирования ХИТ и становится готова к следующему периоду автономной работы.

Время автономной работы прибора напрямую зависит от периода (частоты) сохранения данных в файлы первичных результатов измерений, настройка которого осуществляется в области "Настройки сохранения результатов измерений" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2).

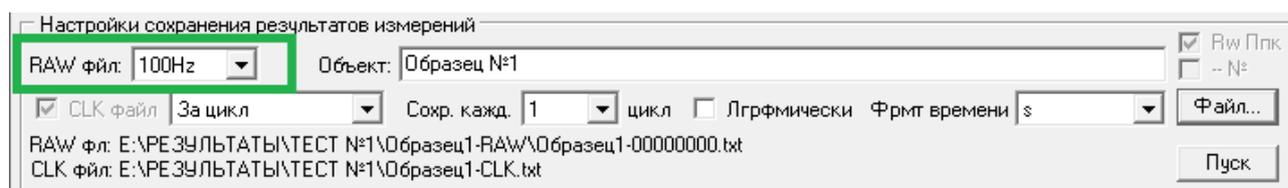


Рисунок 161 - Настройка периода сохранения результатов измерений

При меньшем периоде (большей частоте) сохранения данных, результаты измерений сохраняются чаще, внутренняя память прибора заполняется быстрее, время автономной работы сокращается. Примерное время автономной работы в зависимости от выбранного периода сохранения данных приведено в таблице 8.

Таблица 8 - Время автономной работы в зависимости от периода сохранения данных

Период сохранения данных	Примерное время автономной работы прибора
100 Гц	1 ч 25 мин
25 Гц	5 ч 50 мин
10 Гц	14 ч 30 мин
5 Гц	29 ч
2 Гц	3 сут
1 с	6 сут
2 с	12 сут
5 с	1 мес

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

Следует помнить, что вне зависимости от выбранного периода сохранения данных, прибор дополнительно сохраняет результаты измерений вначале и в конце каждого шага заданной программы тестирования, а также вначале и в конце каждого импульса при работе прибора в импульсных режимах (см. подразделы 12.15 – 12.18). При частой смене шагов программы тестирования, либо при частных сменах импульсов в импульсных режимах, внутренняя память прибора в автономном режиме работы может быть израсходована значительно быстрее, чем указано в таблице 8.

В случае переполнения внутренней памяти прибора новые результаты измерений будут замещать наиболее старые данные, и часть наиболее старых результатов измерений будет безвозвратно потеряна.

Для контроля над состоянием внутренней памяти Анализатора с помощью Компьютерного Интерфейса, на странице "Состояние" для каждого подключенного к Компьютерному Интерфейсу прибора предусмотрен раздел параметров "ПАМЯТЬ" (см. рисунок 162).

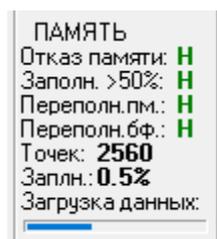


Рисунок 162 - Параметры состояния памяти Анализатора

Раздел "ПАМЯТЬ" содержит подробные сведения о состоянии памяти прибора. При очередном установлении связи с компьютером (Компьютерным Интерфейсом) после автономной работы, данные из памяти прибора загружаются в Компьютерный Интерфейс, обрабатываются и сохраняются в файлы результатов измерений. Этот процесс занимает некоторое время, наблюдать за его ходом позволяют значения "Точек:" (количество сохраненных результатов измерений в памяти прибора) и "Заплн:" (Заполнение), первое из которых является абсолютным количеством результатов измерений, находящихся в памяти прибора, а второе выражено в процентной доле от объема внутренней памяти прибора. Оба значения будут уменьшаться по мере загрузки данных на компьютер. Наблюдать за загрузкой данных также можно с помощью линейной шкалы "Загрузка данных:".

По мере заполнения и переполнения памяти Анализатора, индикаторы "Заполн. >50%" (Заполнение >50%), "Переполн.пм.:" (Переполнение памяти), "Переполн.бф.:" (Переполнение буфера) вместо значений "Н" (НЕТ) будут принимать значения "Е" (ЕСТЬ). При переполнении памяти часть результатов измерений будет безвозвратно потеряна.

В случае отказа микросхемы памяти, индикатор "Отказ памяти:" вместо значения "Н" (НЕТ) примет значение "Е" (ЕСТЬ). При повторяющемся появлении этого сообщения обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации и замены микросхемы памяти.

23 ЗАЩИТЫ ПРИБОРА И АВАРИЙНЫЕ РЕЖИМЫ

Анализаторы серии АСК500 имеют следующие аппаратные и программные защиты:

- Защита по срыву стабилизации заданного параметра;
- Защита по нарушению целостности цепей подключения ХИТ;
- Защита по перенапряжению на силовых клеммах прибора;
- Защита по перенапряжению на потенциальных клеммах прибора;
- Защита по обратной полярности напряжения на силовых клеммах прибора;
- Защита по обратной полярности напряжения на потенциальных клеммах;
- Защита по ограничению минимального напряжения на ХИТ (перезаряду ХИТ);
- Защита по ограничению максимального напряжения на ХИТ (перезаряду ХИТ);
- Защита по ограничению максимального тока заряда через ХИТ;
- Защита по ограничению максимального тока разряда ХИТ;
- Защита по ограничению минимальной температуры ХИТ (переохлаждению ХИТ);
- Защита по ограничению максимальной температуры ХИТ (перегреву ХИТ);
- Защита по потере связи между прибором и компьютером при работе по таблицам;
- Защита по перенапряжению на источнике питания **ИП** (см. рисунок 2);
- Защита по отказу источника питания **ИП** прибора (см. рисунок 2);
- Защита по перегрузке силовых транзисторов прибора;
- Защита по отказу силового инвертора прибора;
- Защита по перегрузке прибора по току;
- Защита по перегрузке прибора по мощности;
- Защита по перегреву нагрузочного резистора **R** (см. рисунок 2);
- Защита по перегреву токового шунта прибора;
- Защита по отказу инициализации внутренних систем прибора;
- Защита по отказу вентилятора охлаждения;
- Защита по потере связи с компьютером при параллельной работе приборов;
- Защита по потере связи с Анализатором при параллельной работе приборов;
- Защита по неверному режиму работы прибора при параллельной работе приборов;
- Защита по отказу прибора.

Срабатывание любой из защит приводит к прерыванию процесса тестирования ХИТ и переходу прибора в аварийный режим.

Тип аварийного режима отображается в панели состояния соответствующего прибора внизу Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.1), при этом причина, вызвавшая переход в аварийное состояние, отображается на странице "Состояние" Компьютерного Интерфейса в разделе "АВ.ТРИГГЕРЫ" (АВАРИЙНЫЕ ТРИГГЕРЫ) для конкретного прибора (см. рисунок 163).

Аварийные триггеры предназначены для фиксации причины возникновения некоторых типов аварийных состояний. Например, при одновременном возникновении перенапряжения и на силовых, и на измерительных клеммах прибора, сработает защита либо по перенапряжению на силовых клеммах, либо защита по перенапряжению на потенциальных клеммах прибора (только по одному событию перенапряжения). Узнать о том, что возникновению аварии предшествовало перенапряжение и на силовых, и на потенциальных клеммах (оба события) помогут аварийные триггеры, каждый из которых устанавливается независимо от другого и сохраняет свое состояние до квитирования аварийного состояния.

Не каждое аварийное событие имеет соответствующий ему аварийный триггер.

Кроме того, некоторые типы аварийных триггеров устанавливаются при возникновении нескольких типов аварийных событий (один и тот же триггер устанавливается при возникновении нескольких аварийных событий).

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных для текущего цикла (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии.

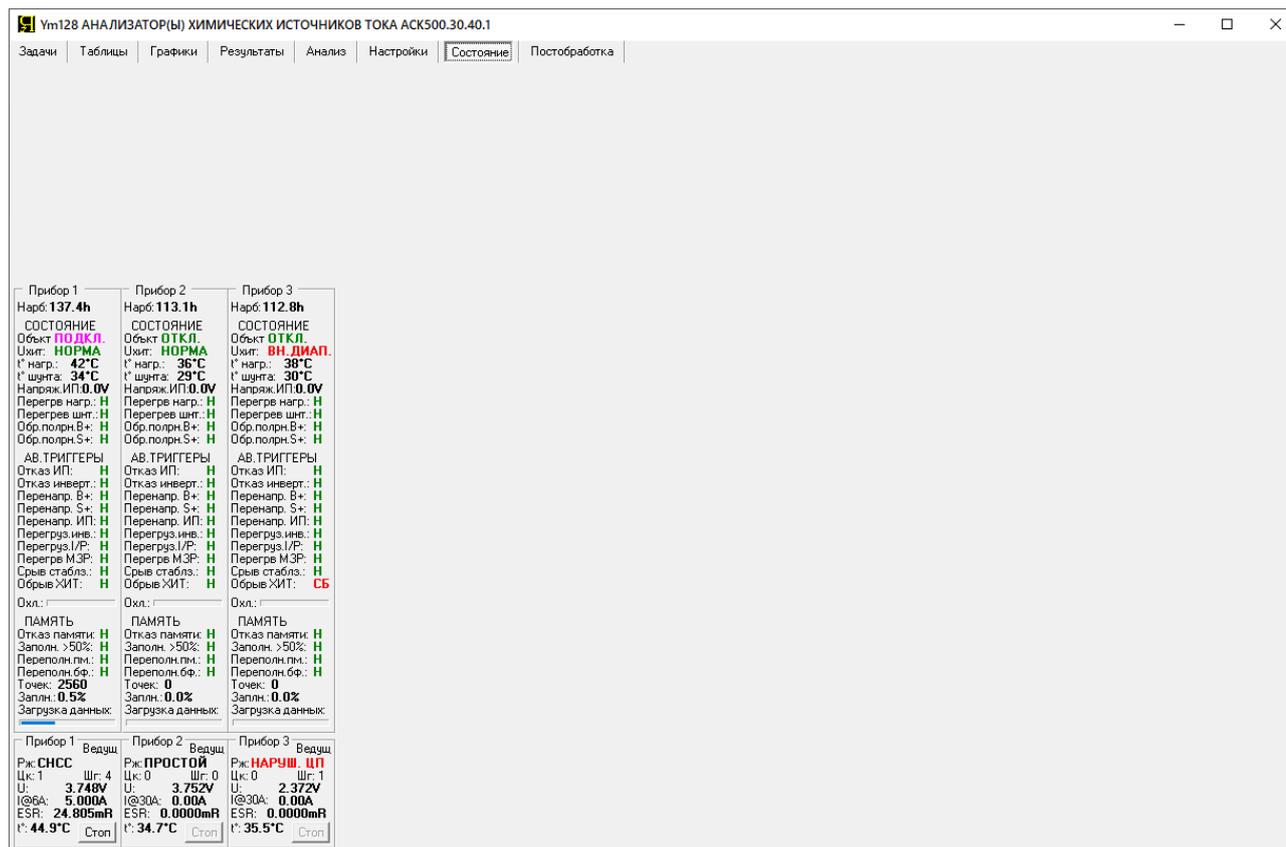


Рисунок 163 - Аварийные триггеры помогают выявить причину аварии

Защита по срыву стабилизации заданного параметра срабатывает при регистрации несоответствия между заданным и действительным значением стабилизируемого параметра (тока, мощности или сопротивления разряда) на величину более чем 6% от максимального значения конкретного параметра, которое достижимо на выбранном аппаратном поддиапазона тока. Для режимов работы с напряжением (например, СНСV) защита срабатывает, если действительное напряжение на ХИТ отличается более чем на 2 В от заданного напряжения.

При напряжении на ХИТ менее 2 В данная защита отключается для режимов, вызывающих прохождение через ХИТ отрицательного тока (тока разряда) или отбор от ХИТ отрицательной мощности (мощности разряда).

Срабатывание защиты свидетельствует о невозможности по тем или иным причинам поддерживать на тестируемом ХИТ заданное значение требуемого параметра. Причины могут быть следующие:

- Неверно заданные параметры при составлении программы тестирования ХИТ, неверно выбранный режим тестирования, несоответствующий типу тестируемого ХИТ или его исходному состоянию перед началом выполнения заданного шага;
- Используются неверная последовательность шагов программы тестирования ХИТ;
- Задана слишком высокая скорость развёртки напряжения в режиме развёртки напряжения на клеммах ХИТ (см. подраздел 12.11);
- Эквивалентное последовательное сопротивление (ESR) ХИТ слишком велико для заданных параметров тестирования;
- Нарушена целостность силовых, либо потенциальных цепей подключения ХИТ;
- Прибор неисправен.

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**СРЫВ СТАБ.**" (СРЫВ СТАБИЛИЗАЦИИ), при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "*Срыв стаблз.:*" (Срыв стабилизации) вместо состояния "**Н**" (Нет) устанавливается в состояние "**СБ**" (Сработал), а в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**OAL**".

Если программа тестирования ХИТ задана верно, а цепи подключения ХИТ к прибору исправны и надежны, при повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по нарушению целостности цепей подключения ХИТ срабатывает в случае, если регистрируется разница между напряжением на клеммах ХИТ (оно же напряжение на потенциальных клеммах прибора) и напряжением на силовых клеммах прибора, превышающая 1 В, другими словами падение напряжения на соединительных проводах подключения ХИТ составляет более 1 В.

Срабатывание защиты свидетельствует о плохом контакте в цепях подключения ХИТ, о слишком длинных или слишком тонких силовых проводах подключения ХИТ, если используются силовые провода подключения ХИТ не из комплекта поставки прибора (см. пункт 2 таблицы 1), либо о неисправности прибора.

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**НАРУШ. ЦП**" (НАРУШЕНИЕ ЦЕПЕЙ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ХИТ), при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "*Обрыв ХИТ:*" (Нарушение цепей подключения ХИТ) вместо состояния "**Н**" (Нет) устанавливается в состояние "**СБ**" (Сработал), а в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**OAL**".

Если качество цепей подключения ХИТ не вызывает сомнений, при повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по перенапряжению на силовых клеммах прибора срабатывает при напряжении на силовых клеммах (позиция 3 и 6 рисунок 1) свыше 45 В для Анализатора типа АСК500.30.40.1 и свыше 90 В для прибора типа АСК500.15.80.1.

Срабатывание защиты приводит к переходу прибора в аварийный режим "**ПЕРЕНАП.В+**" (ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ НА СИЛОВЫХ КЛЕММАХ), при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "*Перенапр. В+:*" (Перенапряжение на силовых клеммах) вместо состояния "**Н**" (Нет) устанавливается в состояние "**СБ**" (Сработал), а в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**OUB**".

При повторяющемся возникновении данной аварии без видимых причин обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по перенапряжению на потенциальных клеммах прибора срабатывает при напряжении на потенциальных клеммах (позиция 2 и 11 рисунок 1) свыше 45 В для Анализатора типа АСК500.30.40.1 и свыше 90 В для прибора типа АСК500.15.80.1.

Срабатывание защиты приводит к переходу прибора в аварийный режим "**ПЕРЕНАП.С+**" (ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ НА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КЛЕММАХ), при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "*Перенапр. С+:*" (Перенапряжение на потенциальных клеммах) вместо состояния "**Н**" (Нет) устанавливается в состояние "**СБ**" (Сработал), а в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**OUS**".

При повторяющемся возникновении данной аварии без видимых причин обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по обратной полярности напряжения на силовых клеммах прибора срабатывает при регистрации на силовых клеммах (позиция 3 и 6 рисунок 1) обратной полярности напряжения (перепутан "+" и "-" при подключении ХИТ).

Обратная полярность напряжения регистрируется при подаче отрицательного напряжения с абсолютным значением более 0,2 В.

Срабатывание защиты происходит в момент попытки запуска тестирования ХИТ и приводит к переходу в аварийный режим "**ОБР.ПОЛ.В+**" (ОБРАТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ НА СИЛОВЫХ КЛЕММАХ), при этом в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**RPB**".

При повторяющемся возникновении данной аварии без видимых причин обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по обратной полярности напряжения на потенциальных клеммах прибора срабатывает при регистрации на потенциальных клеммах (позиция 2 и 11 рисунок 1) обратной полярности напряжения (перепутан "+" и "-" при подключении ХИТ).

Обратная полярность напряжения регистрируется при подаче отрицательного напряжения с абсолютным значением более 0,2 В.

Срабатывание защиты происходит в момент попытки запуска тестирования ХИТ и приводит к переходу в аварийный режим "**ОБР.ПОЛ.S+**" (ОБРАТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КЛЕММАХ), при этом в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**RPS**".

При повторяющемся возникновении данной аварии без видимых причин обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по ограничению минимального напряжения на ХИТ (по переразряду ХИТ) срабатывает в случае, если напряжение на ХИТ упадет до или станет меньше заданного ограничения минимального напряжения на ХИТ, введенного в окне "Umin:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2).

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**ЛМТ U МИН.**", при этом в файле первичных данных для текущего цикла тестирования (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**ULL**".

Работа защиты отключается, если окно "Umin:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса оставлено пустым (см. подраздел 20.2).

Если срабатывание данной защиты происходит без видимых объективных причин, обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по ограничению максимального напряжения на ХИТ (по перезаряду ХИТ) срабатывает в случае, если напряжение на ХИТ возрастет до или станет больше заданного ограничения максимального напряжения на ХИТ, введенного в окне "Umax:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2).

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**ЛМТ U МКС.**", при этом в файле первичных данных для текущего цикла тестирования (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**UHL**".

Работа защиты отключается, если окно "Umax:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса оставлено пустым (см. подраздел 20.2).

Если срабатывание данной защиты происходит без видимых объективных причин, обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по ограничению максимального тока заряда ХИТ срабатывает в случае, если ток заряда ХИТ достигнет или превысит заданное ограничение максимального тока заряда

ХИТ, введенное в окне "ICmax:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2).

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**ЛИМИТ ICH**", при этом в файле первичных данных для текущего цикла тестирования (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**ICL**".

Работа защиты отключается, если окно "ICmax:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса оставлено пустым (см. подраздел 20.2).

Если срабатывание данной защиты происходит без видимых объективных причин, обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по ограничению максимального тока разряда ХИТ срабатывает в случае, если ток разряда ХИТ достигнет или превысит заданное ограничение максимального тока разряда ХИТ, введенное в окне "IDmax:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2).

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**ЛИМИТ IDC**", при этом в файле первичных данных для текущего цикла тестирования (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**IDL**".

Работа защиты отключается, если окно "IDmax:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса оставлено пустым (см. подраздел 20.2).

Если срабатывание данной защиты происходит без видимых объективных причин, обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по ограничению минимальной температуры ХИТ (по переохлаждению ХИТ) срабатывает в случае, если температура ХИТ упадет до или станет меньше заданного ограничения минимальной температуры ХИТ, введенного в окне "Tmin:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2).

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**ЛМТ Т МИН.**", при этом в файле первичных данных для текущего цикла тестирования (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**TLL**".

Работа защиты отключается, если окно "Tmin:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса оставлено пустым (см. подраздел 20.2), либо, если датчик температуры ХИТ (см. пункт 3 таблицы 1) не подключен к прибору.

Если срабатывание данной защиты происходит без видимых объективных причин, обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по ограничению максимальной температуры ХИТ (по перегреву ХИТ) срабатывает в случае, если температура ХИТ возрастет до или станет больше заданного ограничения максимальной температуры ХИТ, введенного в окне "Tmax:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 20.2).

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**ЛМТ Т МКС.**", при этом в файле первичных данных для текущего цикла тестирования (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**THL**".

Работа защиты отключается, если окно "Tmax:" на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса оставлено пустым (см. подраздел 20.2), либо, если датчик температуры ХИТ (см. пункт 3 таблицы 1) не подключен к прибору.

Если срабатывание данной защиты происходит без видимых объективных причин, обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по потере связи между прибором и компьютером при работе прибора по таблицам срабатывает в случае, если в процессе работы по таблице напряжения, тока,

мощности или сопротивления (см. подраздел 12.19) Анализатор регистрирует потерю связи с Компьютерным Интерфейсом более чем на 1 с.

Срабатывание защиты свидетельствует о плохом качестве соединения между Анализатором и компьютером, недостаточной производительности компьютера, загруженности компьютера иными задачами, не связанными с работой Анализатора (в частности, задачами обновления операционной системы Windows), или о неисправности оборудования (включая прибор, компьютер, сетевое оборудование, соединительные кабели и прочее).

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**АВ. ПК**", при этом в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**РСА**".

Защита по перенапряжению на источнике питания срабатывает при повышении напряжения на источнике питания прибора свыше 108 % от номинального значения.

Срабатывание защиты приводит к переходу прибора в аварийный режим **ПЕРЕНАП.ИП**", при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "*Перенапр. ИП:*" (Перенапряжение на источнике питания) вместо состояния "**Н**" (Нет) устанавливается в состояние "**СБ**" (Сработал).

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**ОУР**".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по отказу источника питания прибора срабатывает при снижении напряжения на источнике питания прибора ниже 92 % от номинального значения.

Срабатывание защиты приводит к переходу прибора в аварийный режим "**ОТКАЗ ИП**", при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "*Отказ ИП:*" (Отказ источника питания) вместо состояния "**Н**" (Нет) устанавливается в состояние "**СБ**" (Сработал).

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**PSA**".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по перегрузке силовых транзисторов прибора срабатывает при регистрации превышения мгновенного импульсного тока через любой транзистор силового инвертора прибора свыше допустимых значений.

Срабатывание защиты свидетельствует о плохом контакте или коротком замыкании в цепях подключения ХИТ, либо о нарушениях в работе прибора и приводит к переходу в аварийный режим "**ПЕРГРУЗ.К.**", при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "*Перегруз.инв.:*" (Перегрузка инвертора) вместо состояния "**Н**" (Нет) устанавливается в состояние "**СБ**" (Сработал), а в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**OLS**".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по отказу силового инвертора прибора срабатывает при нарушениях в работе силового инвертора.

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**АВ. ИНВРТ.**", при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "*Отказ инверт.:*" (Отказ инвертора) вместо состояния "**Н**" (Нет) устанавливается в состояние "**СБ**" (Сработал),

а в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "IVA".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по перегрузке прибора по току срабатывает при регистрации абсолютного значения тока, превышающего максимальное значение тока для текущего аппаратного поддиапазона тока на 6 % и более.

Срабатывание защиты свидетельствует о неисправности прибора и приводит к переходу в аварийный режим "ПЕРЕГРУЗ.1", при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "Перегруз.1/P:" (Перегрузка по току или по мощности) вместо состояния "Н" (Нет) устанавливается в состояние "СБ" (Сработал), а в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OLI".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по перегрузке прибора по мощности срабатывает при регистрации значений мощности заряда или мощности разряда, превышающих соответствующие максимальные значения мощности на 7 % и более.

Срабатывание защиты свидетельствует о неисправности прибора и приводит к переходу в аварийный режим "ПЕРЕГРУЗ.Р", при этом на станции "Состояние" Компьютерного Интерфейса аварийный триггер "Перегруз.1/P:" (Перегрузка по току или по мощности) вместо состояния "Н" (Нет) устанавливается в состояние "СБ" (Сработал), а в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OLP".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по перегреву нагрузочного резистора R (см. рисунок 2) срабатывает, если температура нагрузочного резистора достигнет или превысит 115 °С.

Срабатывание защиты свидетельствует о недостаточности охлаждения нагрузочного резистора R или о неисправности прибора и приводит к переходу в аварийный режим "ПЕРГВ НГР.", при этом в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OTL".

При возникновении аварии убедитесь в том, что в месте установки прибора нет факторов, препятствующих его нормальному охлаждению, вентиляционные щели прибора не забиты пылью и посторонними предметами, а температура окружающей прибор среды соответствует требованиям, приведенным в разделе 4. При необходимости проведите внеочередное техническое обслуживание прибора, согласно разделу 27.

Если температура окружающей среды удовлетворяет требованиям раздела 4, и нет условий, препятствующих нормальному охлаждению прибора, при повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по перегреву токоизмерительного шунта срабатывает, если температура датчика тока A (см. рисунок 2) превысит 80 °С.

Срабатывание защиты свидетельствует о недостаточности охлаждения прибора или о его неисправности и приводит к переходу в аварийный режим "ПЕРГВ ШНТ.", при этом в файле первичных данных (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OTS".

При возникновении аварии убедитесь в том, что в месте установки прибора нет факторов, препятствующих его нормальному охлаждению, вентиляционные щели прибора не забиты пылью и посторонними предметами, а температура окружающей прибор

среды соответствует требованиям, приведенным в разделе 4. При необходимости проведите внеочередное техническое обслуживание прибора, согласно разделу 27.

Если температура окружающей среды удовлетворяет требованиям раздела 4, и нет условий, препятствующих нормальному охлаждению прибора, при повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по отказу инициализации внутренних систем прибора (ошибка инициализации) возникает при включении Анализатора в случае нарушений в инициализации работы аппаратной части прибора и приводит к переходу прибора в аварийный режим **"АВ. ИНИЦ."**.

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по отказу вентилятора охлаждения возникает при обнаружении отсутствия вращения вентилятора охлаждения. Срабатывание защиты приводит к переходу прибора в аварийный режим **"АВ.ВЕНТ-РА"**.

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных для текущего цикла (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: **"FAL"**.

При возникновении аварии убедитесь в том, что вентилятор охлаждения действительно не вращается (это можно сделать визуально через вентиляционные щели на правой боковой панели прибора). Убедитесь, что вентилятор не забит пылью и что нет посторонних предметов, препятствующих его нормальному вращению. При необходимости произведите внеочередное техническое обслуживание прибора, согласно разделу 27.

Если самостоятельно устранить отказ вентилятора не получилось, обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

Защита по потере связи с ПК при параллельной работе приборов срабатывает в случае, если в процессе параллельной работы приборов любой Анализатор из группы (см. раздел 11) регистрирует потерю связи с Компьютерным Интерфейсом более чем на 1 с и приводит к переходу всей группы приборов в аварийный режим **"ПОТЕРЯ ПК"**.

Срабатывание защиты свидетельствует о плохом качестве соединения между Анализаторами и компьютером, загруженности компьютерной сети, к которой подключены Анализаторы и компьютер, недостаточной производительности компьютера, загруженности компьютера иными задачами, не связанными с работой Компьютерного Интерфейса, или о неисправности оборудования (включая прибор, компьютер, сетевое оборудование и прочее).

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных для текущего цикла (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: **"РСА"**.

Защита по потере связи с Анализатором при параллельной работе приборов срабатывает в случае, если в процессе параллельной работы приборов Компьютерный Интерфейс регистрирует потерю связи с любым Анализатором из группы (см. раздел 11) более чем на 1 с и приводит к переходу всей группы приборов в аварийный режим **"ПОТЕРЯ ПР"**.

Срабатывание защиты свидетельствует о плохом качестве соединения между Анализаторами и компьютером, загруженности компьютерной сети, к которой подключены Анализаторы и компьютер, недостаточной производительности компьютера, загруженности компьютера иными задачами, не связанными с работой Компьютерного Интерфейса, или о неисправности оборудования (включая прибор, компьютер, сетевое оборудование и прочее).

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных для текущего цикла (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: **"ISA"**.

Защита по несоответствию заданного и действительного режима работы прибора срабатывает в случае, если в процессе параллельной работы приборов (см. раздел 11) режим работы любого Анализатора из группы отличается от требуемого в течение более чем 1 с и приводит к переходу всей группы приборов в аварийный режим "**НЕВЕР. РЖ.**".

Срабатывание защиты свидетельствует о плохом качестве соединения между Анализаторами и компьютером, загруженности компьютерной сети, к которой подключены Анализаторы и компьютер, недостаточной производительности компьютера, загруженности компьютера иными задачами, не связанными с работой Компьютерного Интерфейса, или о неисправности оборудования (включая прибор, компьютер, сетевое оборудование и прочее).

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных для текущего цикла (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**DMA**".

Защита по общему отказу прибора срабатывает при нарушениях в работе аппаратной части прибора, и приводит к переходу прибора в аварийный режим "**ОБЩ. АВАР.**".

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных для текущего цикла (см. подраздел 16.2) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "**MAL**".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

24 ОБНОВЛЕНИЕ МИКРОПРОГРАММЫ

В ходе совершенствования своей продукции ООО "ЯРОСТАНМАШ" может выпускать обновления микропрограммы для своих Анализаторов ХИТ.

Актуальную версию микропрограммы можно скачать в сети Интернет на сайте ООО "ЯРОСТАНМАШ" <https://battery-analyzers.ru/> либо запросить по электронной почте Yarst@mail.ru.

Запуск обновления микропрограммы Анализатора возможен только при установленной связи между прибором и Компьютерным Интерфейсом (см. подраздел 20.1), и только если прибор находится в состоянии "**ПРОСТОЙ**".

Номер текущей версии микропрограммы прибора отображается в области "Подключение к Приборам" на странице "Настройки" Компьютерного Интерфейса (см. рисунок 164).

Для запуска обновления конкретного подключенного к Компьютерному Интерфейсу прибора следует нажать соответствующую кнопку "Обновить...". Для примера рассмотрим процесс обновления микропрограммы прибора №2 (см. рисунок 164).

Нажатие на кнопку "Обновить..." приводит к отображению дополнительной области "Прибор №х обновление прошивки", где х – номер выбранного прибора (в нашем случае это прибор №2, см. рисунок 165).

Здесь следует нажать на кнопку "Выбор прошивки...", что приведет к открытию диалогового окна выбора файла микропрограммы, в котором следует выбрать файл микропрограммы для обновления прибора (см. рисунок 166).

ВНИМАНИЕ! Файл микропрограммы должен быть предназначен строго для приборов серии АСК500!

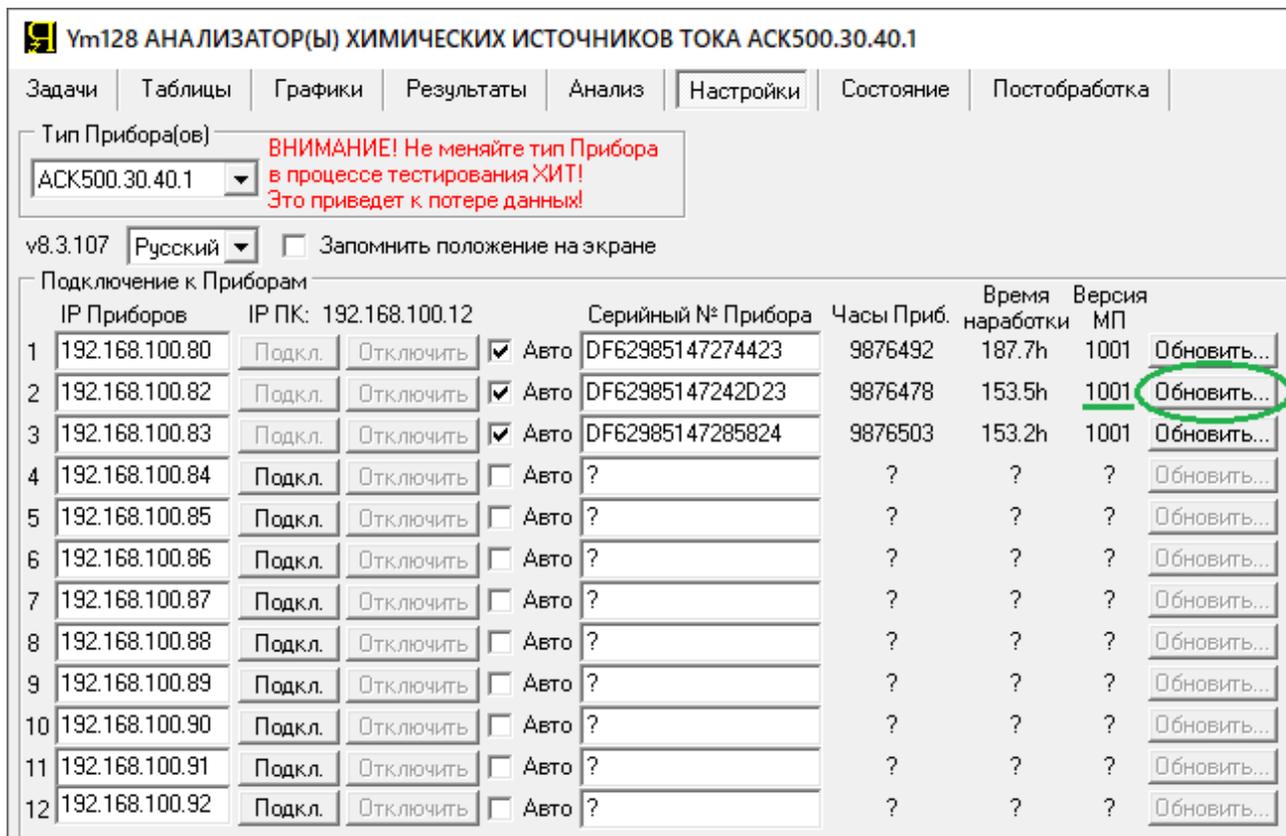


Рисунок 164 - Запуск обновления микропрограммы прибора №2

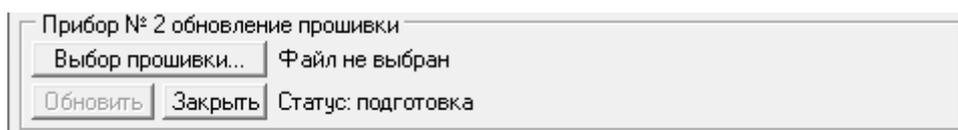


Рисунок 165 - Область "Прибор №x обновление прошивки"

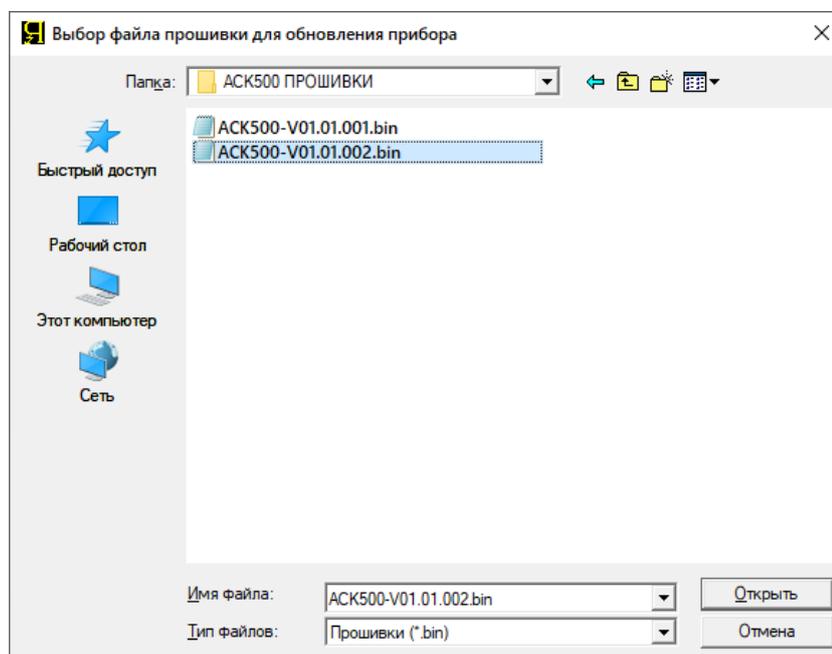


Рисунок 166 - Выбор файла микропрограммы для обновления

В случае успешного открытия и предварительного анализа выбранного файла с микропрограммой, путь к выбранному файлу будет показан справа от кнопки "Выбор прошивки...", а кнопка "Обновить" (см. рисунок 167) станет активной.

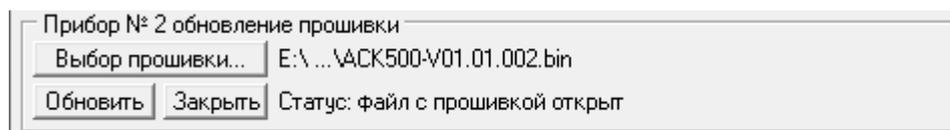


Рисунок 167 - Файл микропрограммы для обновления успешно открыт

Для запуска обновления микропрограммы следует нажать кнопку "Обновить" (см. рисунок 168). Обновление микропрограммы Анализатора занимает около 55 секунд. Наблюдать за ходом обновления можно в строке состояния справа от кнопки "Закреть".

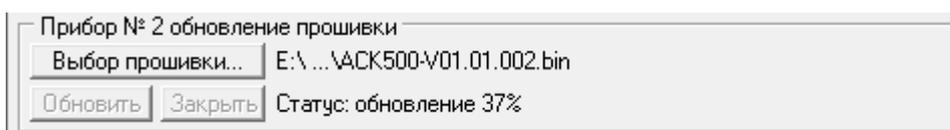


Рисунок 168 - Наблюдение за ходом обновления микропрограммы

После успешного завершения строка состояния примет вид "Статус: **обновление завершено!**" (Состояние: обновление завершено!), а кнопка "Закреть" (см. рисунок 169) станет активной. Нажатие на эту кнопку вернет прибор в нормальный рабочий режим.

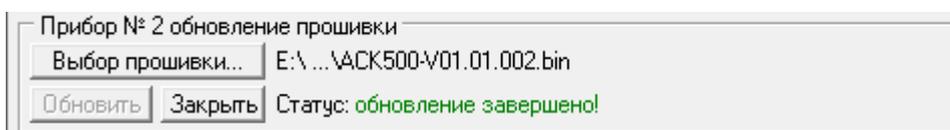


Рисунок 169 - Обновление микропрограммы успешно завершено

После обновления в области "Подключение к Приборам" в строке обновленного прибора будет отображен номер версии новой микропрограммы прибора (см. рисунок 170).

Подключение к Приборам										
	IP Приборов	IP ПК: 192.168.100.12			Серийный № Прибора	Часы Приб.	Время наработки	Версия МП		
1	192.168.100.80	Подкл.	Отключить	<input checked="" type="checkbox"/>	Авто	DF62985147274423	9876492	187.8h	1001	Обновить...
2	192.168.100.82	Подкл.	Отключить	<input checked="" type="checkbox"/>	Авто	DF62985147242D23	40497	153.6h	1002	Обновить...
3	192.168.100.83	Подкл.	Отключить	<input checked="" type="checkbox"/>	Авто	DF62985147285824	9876503	153.3h	1001	Обновить...
4	192.168.100.84	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...
5	192.168.100.85	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...
6	192.168.100.86	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...
7	192.168.100.87	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...
8	192.168.100.88	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...
9	192.168.100.89	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...
10	192.168.100.90	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...
11	192.168.100.91	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...
12	192.168.100.92	Подкл.	Отключить	<input type="checkbox"/>	Авто	?	?	?	?	Обновить...

Рисунок 170 - Номер версии новой микропрограммы прибора

При возникновении сбоев в ходе обновления микропрограммы, процедуру обновления необходимо повторить.

25 ПОВЕРКА ПРИБОРА

Для своевременного обнаружения отклонений в работе Анализаторов АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 необходимо выполнять периодическую поверку. Интервал между поверками – 2 года.

Поверка Анализаторов осуществляется в соответствии с методикой поверки МП201/1.1-009-2024. Электронная копия методики поставляется вместе с прибором.

В случае обнаружения отклонений при воспроизведении или измерении напряжения на ХИТ и (или) тока заряда-разряда ХИТ, превышающих заявленную в метрологических характеристиках Анализатора максимальную погрешность воспроизведений и измерений для данного параметра, следует произвести калибровку прибора. Калибровка Анализатора выполняется только техническими специалистами ООО "ЯРОСТАНМАШ".

26 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГМЕТАЛЛОВ

Анализаторы АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 драгоценных металлов не содержат.

27 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Регулярно очищайте прибор от пыли и загрязнений. Поверхность прибора следует протирать ветошью, слегка смоченной водой. Не используйте для протирки растворители, например бензин или ацетон. Это может повредить лакокрасочное покрытие прибора.

Для очистки отсоедините тестируемый ХИТ от прибора и отсоедините Анализатор от сети питания 220 В. Продуйте вентиляционные щели на передней, правой и задней панелях прибора струей сжатого воздуха.

В случае отказа в работе Анализатора обратитесь для консультации или ремонта в ООО "ЯРОСТАНМАШ". Попытка самостоятельного ремонта прибора приведет к потере гарантии и может стать причиной поражения электрическим током и смерти.

28 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Прибор в заводской упаковке может транспортироваться любыми видами наземного, водного или воздушного транспорта при соблюдении следующих условий:

- Температура окружающего воздуха: от минус 30 до плюс 50 °С;
- Относительная влажность воздуха: от 10 до 90 % (без конденсации влаги);
- Атмосферное давление: от 27 до 107 кПа (от 200 до 800 мм рт. ст.);
- Перегрузки и вибрации: не более 0,5 g.

29 ХРАНЕНИЕ

Хранение прибора должно осуществляться в заводской упаковке в сухих отапливаемых помещениях с температурой окружающего воздуха от 5 до 40 °С, относительной влажностью воздуха от 10 до 90 % (без конденсации влаги), атмосферным давлением от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

30 УТИЛИЗАЦИЯ

Не выбрасывайте Анализатор с бытовыми отходами. Детали и компоненты прибора могут представлять опасность для окружающей среды.

Утилизируйте прибор как электрическое и электронное оборудование в соответствии с действующими нормами и законодательством.

Анализаторы АСК500.30.40.1 и АСК500.15.80.1 драгоценных металлов не содержат.

31 СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАЦИИ



ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ



Заявитель ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ЯРОСТАНМАШ"

Место нахождения (адрес юридического лица) и адрес места осуществления деятельности: 119435, Россия, город Москва, пер. Малый Саввинский, 5-29

Основной государственный регистрационный номер 1097746667600.

Телефон: +7-977-487-55-69 Адрес электронной почты: Yarst@mail.ru

в лице Генерального директора Рылова Григория Михайловича

заявляет, что Приборы контрольно-измерительные: Анализаторы химических источников тока (Анализаторы ХИТ), торговой марки: "ЯРОСТАНМАШ", модели: АСК500.30.40.1, АСК500.15.80.1.

Изготовитель ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЯРОСТАНМАШ"

Место нахождения (адрес юридического лица) и адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: 119435, Россия, город Москва, пер. Малый Саввинский, 5-29

Продукция изготовлена в соответствии с ТУ 4032-006-6371 1239-2024.

Код (коды) ТН ВЭД ЕАЭС: 9031 80 380 0

Серийный выпуск

соответствует требованиям

Технического регламента Таможенного союза "О безопасности низковольтного оборудования" (ТР ТС 004/2011)

Технического регламента Таможенного союза "Электромагнитная совместимость технических средств" (ТР ТС 020/2011)

Декларация о соответствии принята на основании

Протокола испытаний № 040-01/2024 от 19.01.2024 года, выданного Испытательной лабораторией Общества с ограниченной ответственностью "КРАНЛИДЕР" (регистрационный номер аттестата аккредитации РОСС RU.31857.04ИЛС0.00065)

Схема декларирования соответствия: 1д

Дополнительная информация

ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 "Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования", ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 "Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного применения. Требования электромагнитной совместимости. Часть 1. Общие требования" разделы 6 и 7, ГОСТ Р 51522.2.1-2011 (МЭК 61326-2-1:2005) "Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 2-1. Частные требования к чувствительному испытательному и измерительному оборудованию, незащищенному в отношении электромагнитной совместимости. Испытательные конфигурации, рабочие условия и критерии качества функционирования" подраздел 6.2 и раздел 7, ГОСТ 30969-2002 (МЭК 61326-1:1997) "Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний" раздел 4, подразделы 6.2, 6.5 и 7.2. Условия хранения продукции в соответствии с требованиями ГОСТ 15150-69. Срок хранения (службы, годности) указан в прилагаемой к продукции товаросопроводительной и/или эксплуатационной документации. Действие декларации распространяется на продукцию, изготовленную с даты изготовления отобранных образцов (проб), прошедших исследования (испытания) и измерения: 11.2023.

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 26.02.2029 включительно.

(подпись)

Рылов Григорий Михайлович

(Ф.И.О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-РУ.РА02.В.31321/24

Дата регистрации декларации о соответствии: 27.02.2024