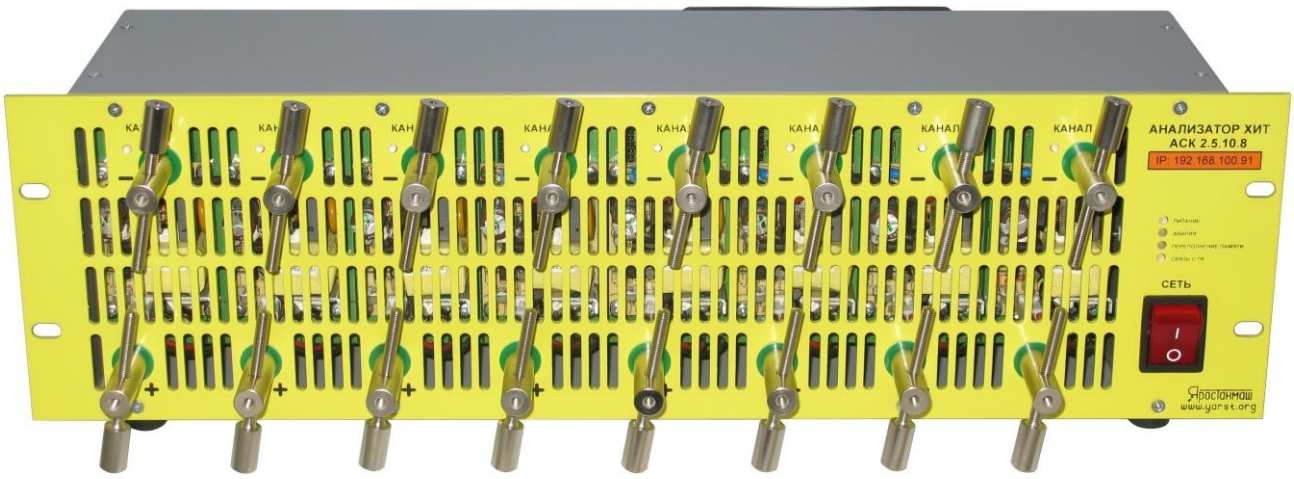
ООО "ЯРОСТАНМАШ"

# АНАЛИЗАТОРЫ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

# АСК2.5.10.8




# АСК2.5.10.2

# РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
# 004ЯРСТ.0000-0 РЭ
# 005ЯРСТ.0000-0 РЭ

Москва, 2017г.

www.яростанмаш.рф

Уважаемый покупатель, благодарим Вас за выбор нашего оборудования. Настоящее Руководство содержит сведения о принципе работы, устройстве и характеристиках Анализаторов Химических Источников Тока АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8, а также указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации, соблюдение которых обеспечит бесперебойную, долгосрочную и исправную работу приборов.

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 отличаются друг от друга только количеством каналов (два для АСК2.5.10.2, либо восемь для АСК2.5.10.8), в остальном имеют идентичные технические и эксплуатационные характеристики.

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 представляет собой сложные электронные устройства, работающие от сети переменного тока с напряжением 220 В. Неправильная эксплуатация Анализаторов, работа прибора без заземления и не соблюдение техники безопасности может стать причиной поражения электрическим током, серьезных травм или смерти. К работе с Анализаторами допускаются только лица, внимательно изучившие настоящее Руководство.

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

По всем вопросам, связанным с эксплуатацией и обслуживанием приборов, просьба обращаться по электронной почте: Yarst@mail.ru.

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

Обновления программ, дополнительная информация, каталоги продукции ООО "ЯРОСТАНМАШ" и документацию к ней Вы можете найти на нашем сайте в сети Интернет: www.яростанмаш.рф.

# СОДЕРЖАНИЕ


| Раздел | стр. |
|---|---|
| Перечень принятых сокращений и обозначений | 3 |
| 1 Назначение прибора | 4 |
| 2 Комплектность поставки | 6 |
| 3 Меры безопасности | 10 |
| 4 Условия эксплуатации | 13 |
| 5 Знакомство с прибором | 14 |
| 6 Устройство и принцип работы | 18 |
| 7 Технические и метрологические характеристики | 22 |
| 8 Подготовка к первому включению | 24 |
| 9 Установка и настройка программного обеспечения | 26 |
| 10 Подключение тестируемого ХИТ и управление прибором | 28 |
| 11 Программа тестирования ХИТ | 30 |
| 12 Определение параметров ХИТ | 32 |
| 13 Измерение ESR ХИТ | 36 |
| 14 Определение электрической ёмкости ХИТ | 39 |
| 15 Работа при отрицательных напряжениях на ХИТ | 40 |
| 16 Файлы результатов измерений | 42 |
| 17 Прореживание файлов результатов измерений | 46 |
| 18 Компьютерный Интерфейс | 48 |
| 18.1 Общие указания | 48 |
| 18.2 Страница "ЗАДАЧИ" | 51 |
| 18.3 Страница "ГРАФИКИ" | 64 |
| 18.4 Страница "РЕЗУЛЬТАТЫ" | 68 |
| 18.5 Страница "АНАЛИЗ" | 72 |
| 18.6 Страница "НАСТРОЙКИ" | 76 |
| 19 Работа прибора в автономном режиме | 79 |
| 20 Защиты прибора и аварийные режимы | 82 |
| 21 Поверка прибора | 85 |
| 22 Техническое обслуживание и ремонт | 85 |
| 23 Транспортирование | 85 |
| 24 Хранение | 85 |
| 25 Утилизация | 85 |
| 26 Сведения о сертификации | 86 |

# 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 – дозаряд 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 Constatn Voltage – доразряд ХИТ при заданном постоянном напряжении;
ESR – Equivalent Series Resistance – эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ;
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, сут;
N – номер текущего цикла программы тестирования ХИТ, либо общее заданное число циклов программы тестирования ХИТ;
dU – скачек (перепад) напряжения;
АЦП – Аналогово-Цифровой Преобразователь;
ХИТ – Химический Источник Тока (аккумулятор, суперконденсатор, либо другой);
КПД – Коэффициент Полезного Действия;
ПО – Программное Обеспечение (программа управления прибором);
компл. – комплект;
см. – смотри;
точка – набор значений параметров тестирования ХИТ (номер цикла заряда-разряда, маркер шага, напряжение на ХИТ, ток через ХИТ и ESR ХИТ) в конкретный момент времени.

# 1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 предназначены для испытания:

- Аккумуляторов различных электрохимических систем (Li-ION, Li-Po, $LiFePO_4$, Ni-Cd, Ni-MH, Pb-Acid и других);
- Суперконденсаторов (Ионисторов);
- Гальванических элементов;
- Топливных элементов;
- Электрохимических ячеек;
- Любых других источников и накопителей электрической энергии.

Приборы имеют 2 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2) или 8 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8) независимых каналов, каждый из которых сочетает в себе многорежимный источник тока и многорежимную нагрузку.

Испытания ХИТ проводятся путем циклического заряда-разряда, или однократного разряда (для гальванических элементов, топливных элементов) по задаваемой Пользователем программе.

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 определяют:

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

Каждый канал приборов оборудован контактным устройством, позволяющим подключать ХИТ цилиндрической формы различных типоразмеров (AA, AAA, C, D, 14500, 18650, 26650, "таблетка" и прочих). ХИТ иных форм или бóльших размеров подключаются к Анализаторам с помощью входящих в комплект поставки проводов с зажимами "крокодил".

Каждый канал приборов имеет 8 диапазонов воспроизведения и измерения тока через исследуемый ХИТ. Рабочий диапазон тока для каждого канала прибора составляет от 2,5 мкА до 2,5 А без потери точности измерения, что позволяет тестировать как заводские аккумуляторы с ёмкостью 10 А·ч и более, так и миниатюрные элементы питания (батарейки для наручных часов и прочие), а также экспериментальные лабораторные ячейки, содержащие микрограммы исследуемых веществ.

При необходимости, для увеличения тока тестирования ХИТ, возможна параллельная работа смежных каналов каждого прибора в любом количестве и в любых сочетаниях. При объединении обоих каналов Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2 возможно тестирование ХИТ при токах до 5 А. При объединении всех восьми каналов Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8 возможно тестирование ХИТ при токах до 20 А.

Приборы имеют двухполярный вход-выход и, при необходимости, могут разряжать тестируемый ХИТ до 0 В и перезаряжать в обратную сторону.

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 сконструированы для работы под управлением компьютера Пользователя. Связь прибора с компьютером осуществляется через компьютерную сеть посредством интерфейса Ethernet.

На компьютере Пользователя устанавливается прикладное программное обеспечение Ys2 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2) или Ys8 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8), необходимое для задания параметров тестирования ХИТ и получения результатов измерений.

На время проведения тестирования ХИТ компьютер может быть выключен. При этом, Анализатор ХИТ 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 и сохранены в файлы результатов измерений.

Объем внутренней памяти способен вместить более 270 тысяч точек* измерения параметров тестируемых ХИТ. Память Анализатора ХИТ распределяется между всеми каналами прибора по мере необходимости и полностью очищается после передачи наработанных данных на компьютер без прерывания работы прибора.

Испытания ХИТ проводится по заранее составленной Пользователем программе, состоящей из заданного набора шагов, циклически повторяемых заданное количество раз. Программа тестирования ХИТ задается независимо для каждого канала прибора и может состоять из следующих шагов:

- Заряд ХИТ заданным постоянным током (CHCC) в течение заданного времени, до достижения напряжением на ХИТ заданного предела или до обнаружения отрицательного приращения напряжения на ХИТ ("-dU");
- Заряд ХИТ заданной постоянной мощностью (CHCP) в течение заданного времени, до достижения напряжением на ХИТ заданного предела или до обнаружения отрицательного приращения напряжения на ХИТ ("-dU");
- Дозаряд ХИТ при заданном постоянном напряжении (CHCV) в течение заданного времени или до падения зарядного тока до заданного значения;
- Релаксация после заряда в течение заданного времени;
- Разряд (обратный заряд) ХИТ заданным постоянным током (DCHCC) в течение заданного времени или до падения напряжения на ХИТ до заданной величины;
- Разряд (обратный заряд) ХИТ заданной постоянной мощностью (DCHCP) в течение заданного времени или до падения напряжения на ХИТ до заданной величины;
- Разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление (DCHCR) в течение заданного времени или до падения напряжения на ХИТ до заданной величины;
- Доразряд (обратный дозаряд) ХИТ при заданном постоянном напряжении (DCHCV) в течение заданного времени или до падения разрядного (зарядного) тока до заданного значения;
- Релаксация после разряда в течение заданного времени.

Заданная программа тестирования ХИТ может быть циклически выполнена более чем один миллион раз за один запуск прибора.

Программа тестирования ХИТ, при необходимости, может начинаться с предварительного разряда и (или) завершаться заключительным зарядом исследуемого ХИТ.

Заданная программа тестирования ХИТ также может завершаться записью кривой саморазряда ХИТ U(t) в течение неограниченного времени до ручного прекращения процесса тестирования ХИТ по команде пользователя. Во время записи кривой саморазряда к тестируемому ХИТ остается подключен только измеритель напряжения со входным сопротивлением более 1 ГОм. Таким образом, входное сопротивление прибора не оказывает влияние на саморазряд исследуемого ХИТ.

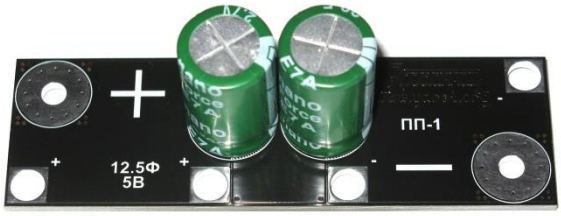
* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

# 2 КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Таблица 1 - Комплектность поставки Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

| № | Наименование | Кол-во | Приме-чание |
|---|---|---|---|
| 1 | Анализатор ХИТ АСК2.5.10.2 | 1 шт. | |
| 2 | Набор проводов с зажимами "крокодил" | 1 компл. | Длина 0,1 м. |
| 3 | Набор перемычек для параллельной работы каналов | 1 компл. | |
| 4 | Набор крепежа для подключения проводов с зажимами "крокодил" или перемычек | 1 компл. | |
| 5 | Сетевой шнур питания 220В с заземлением | 1 шт. | Длина 1,8 м. |

Таблица 1 - Комплектность поставки Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2. Продолжение.

| № | Наименование | Кол-во | Приме-чание |
|---|---|---|---|
| 6 | Кабель интерфейсный Ethernet | 1 шт. | Длина 1,8 м |
| 7 | Плата поверки ПП-1   | 1 шт. | |
| 8 | Плата поверки ПП-2 | 1 шт. | |
| 9 | Программное обеспечение Ys2 на носителе | 1 экз. | |
| 10 | Формуляр 005ЯРСТ.0000-0 ФО | 1 экз. | |
| 11 | Руководство по эксплуатации 005ЯРСТ.0000-0 РЭ | 1 экз. | |
| 12 | Методика поверки РТ-МП-5236-551-2018 (электронная копия на носителе) | 1 экз. | |
| 13 | Тара упаковочная | 1 шт. | |

Комплектность поставки и внешний вид Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2 могут быть изменены производителем и не отражены в настоящем документе.

Таблица 2 - Комплектность поставки Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

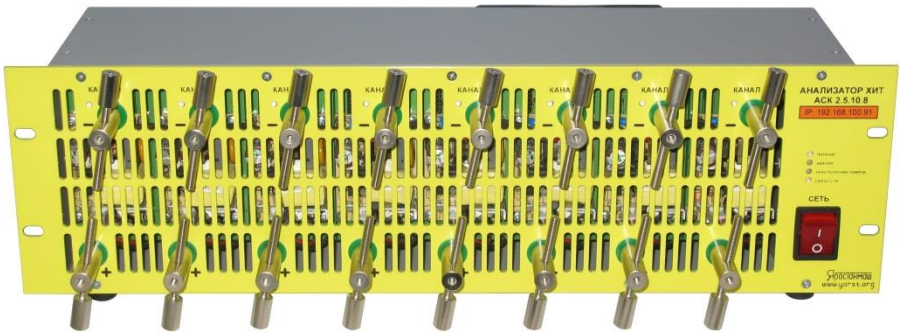
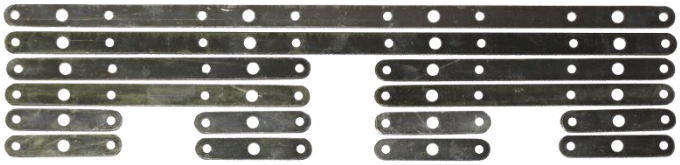
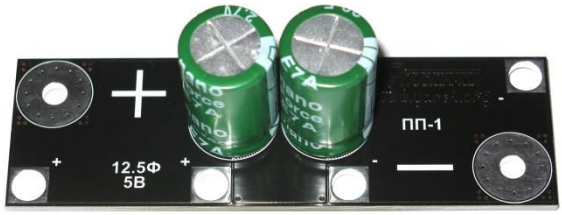
| № | Наименование | Кол-во | Приме-чание |
|---|---|---|---|
| 1 | Анализатор ХИТ АСК2.5.10.8   | 1 шт. | |
| 2 | Набор проводов с зажимами "крокодил" | 1 компл. | Длина 0,1 м. |
| 3 | Набор перемычек для параллельной работы каналов  | 1 компл. | |
| 4 | Набор крепежа для подключения проводов с зажимами "крокодил" или перемычек | 1 компл. | |
| 5 | Сетевой шнур питания 220В с заземлением | 1 шт. | Длина 1,8 м. |

Таблица 2 - Комплектность поставки Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8. Продолжение.

| № | Наименование | Кол-во | Приме-чание |
|---|---|---|---|
| 6 | Кабель интерфейсный Ethernet | 1 шт. | Длина 1,8 м |
| 7 | Комплект крепежа для крепления прибора в стойку 19'' | 1 комп. | |
| 8 | Отвертка | 1 шт. | |
| 9 | Плата поверки ПП-1   | 1 шт. | |
| 10 | Плата поверки ПП-2 | 1 шт. | |
| 11 | Программное обеспечение Ys8 на носителе | 1 экз. | |
| 12 | Формуляр 004ЯРСТ.0000-0 ФО | 1 экз. | |
| 13 | Руководство по эксплуатации 004ЯРСТ.0000-0 РЭ | 1 экз. | |
| 14 | Методика поверки РТ-МП-5236-551-2018 (электронная копия на носителе) | 1 экз. | |
| 15 | Тара упаковочная | 1 шт. | |

Комплектность поставки и внешний вид Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8 могут быть изменены производителем и не отражены в настоящем документе.

# 3 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 представляют собой сложные электронные устройства, работающие от сети переменного тока с напряжением 220 В. Неправильная эксплуатация Анализаторов, работа приборов без заземления и не соблюдение техники безопасности может стать причиной выхода прибора из строя, поражения электрическим током, ожогов, серьёзных травм или смерти.

К работе с приборами допускаются только лица, внимательно изучившие настоящее Руководство.

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 прибора может привести к неисправностям прибора, повреждениям его внутренних электронных схем или к другим серьёзным последствиям.

1. Подключайте прибор к электросети с гарантированным надежным заземлением. В случае отсутствия розетки с рабочим проводником заземления, соединенным с контуром заземления здания или сети электроснабжения, используйте медный провод заземления сечением не менее 1 мм$^2$ (в комплект поставки не входит), присоединяемый между контактом заземления на задней панели прибора (позиция 11, рисунок 2, 6) и рабочим контуром заземления в помещении. Работа прибора без заземления может стать причиной выхода прибора из строя, поражения электрическим током, серьезных травм или смерти.

2. Не производите какие-либо действия с ХИТ, а также с проводами подключения ХИТ к прибору, в режиме работы данного канала Анализатора, отличного от режима "**ПРОСТОЙ**" (см. подраздел 18.1). Это может привести к поражению электрическим током, пожару или к выходу прибора из строя.

3. При подключении тестируемого ХИТ к прибору с помощью проводов, используйте провода с зажимами "крокодил", входящие в комплект поставки, либо сечением не менее 2,5 мм$^2$ при замене штатных. Провода меньшего сечения могут сильно нагреваться, внесут значительную погрешность в результаты измерений и могут стать причиной пожара.

4. Всегда надежно затягивайте винты присоединения проводов или перемычек к клеммам прибора. Плохой контакт может стать причиной нагрева и возгорания.

5. Никогда не замыкайте накоротко клеммы прибора при подключенном к нему ХИТ. Это может привести к пожару или к выходу прибора из строя.

6. Не разбирайте прибор и не снимайте с него крышку, если он подключен к сети, и в течение 10 минут после отключения питания. Это может привести к поражению электрическим током и смерти.

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

8. Не эксплуатируйте прибор в условиях, затрудняющих доступ воздуха к вентиляционным щелям на передней панели прибора, и отвод струи воздуха из вентилятора на задней панели. Это может привести к перегреву и к выходу прибора из строя.

9. Прибор предназначен для эксплуатации внутри помещений в условиях нормальной, химически инертной 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, проводящие волокна, жидкости любых типов, насекомые, посторонние механические предметы, коррозионно-активные газы, пары и так далее. Это приведет к выходу прибора из строя.

10. 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.

11. Не подавайте на клеммы конкретного канала прибора напряжение с абсолютным значением **более 5 В**. Это может привести к выходу прибора из строя.

12. Не подавайте на клеммы прибора относительно корпуса прибора (цепи заземления), либо между клеммами разных каналов прибора напряжение с абсолютным значением **более 40 В**. Это может привести к выходу прибора из строя.

13. 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.

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

15. Для подключения к контактным устройствам Анализатора проводов с зажимами "крокодил" (см. пункт 2 таблицы 1, 2) или перемычек (см. пункт 3 таблицы 1, 2) пользуйтесь только ручным, не механизированным инструментом (отверткой). Не следует использовать для этих целей электрические либо пневматические дрели, шуруповёрты, гайковерты и иной механизированный инструмент. Это может привести к срыву шлицов винтов (см. пункт 4 таблицы 1, 2), поломке контактных устройств Анализатора и к выходу прибора из строя.

16. При монтаже Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8 в стройку 19'', пользуйтесь только ручным, не механизированным инструментом (отверткой). Не следует использовать для этих целей электрические либо пневматические дрели, шуруповёрты, гайковерты и иной механизированный инструмент. Это может привести к срыву шлицов крепежных винтов (см. пункт 7 таблицы 2), а также к повреждению лакокрасочного покрытия корпуса прибора.

17. Не рекомендуется выключать и оставлять выключенный Анализатор с присоединенным к его клеммам ХИТ. Это может привести к неконтролируемому разряду ХИТ вплоть до 0 В.

# 4 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 предназначены для эксплуатации внутри закрытых вентилируемых помещений с нормальной, химически инертной атмосферой, вдали от электронагревательных и тепловыделяющих приборов и установок, в местах, где на прибор не будет попадать прямой солнечный свет, вдали от установок и устройств, являющихся источниками сильных электромагнитных излучений и помех, в следующих условиях:

- Температура окружающего воздуха: от 18 до 28 $^{o}$C;
- Относительная влажность воздуха: от 20 до 80 % (без конденсации влаги);
- Атмосферное давление: от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

# 5. ЗНАКОМСТВО С ПРИБОРОМ

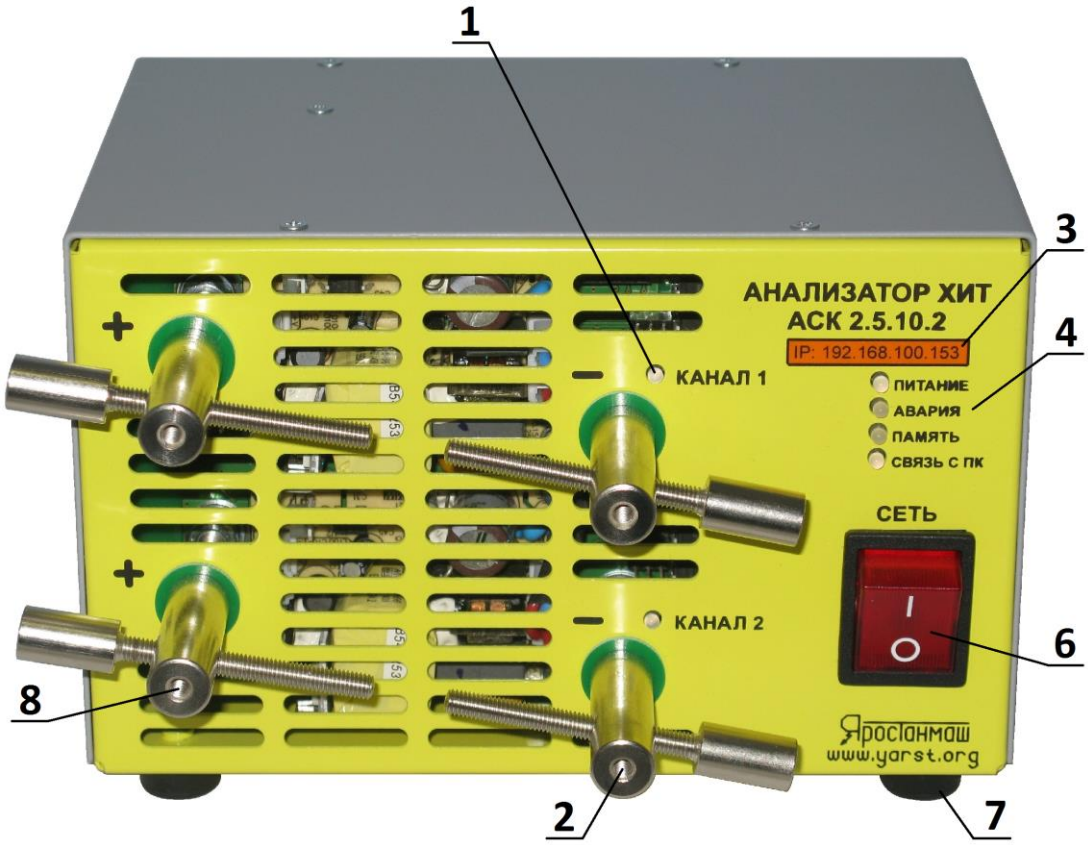



Рисунок 1 - Передняя панель Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

Рисунок 2 - Задняя панель Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

Рисунок 3 - Расположение наклейки с серийным номером на Анализаторе ХИТ АСК2.5.10.2

Рисунок 4 - Наклейка с серийным номером Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

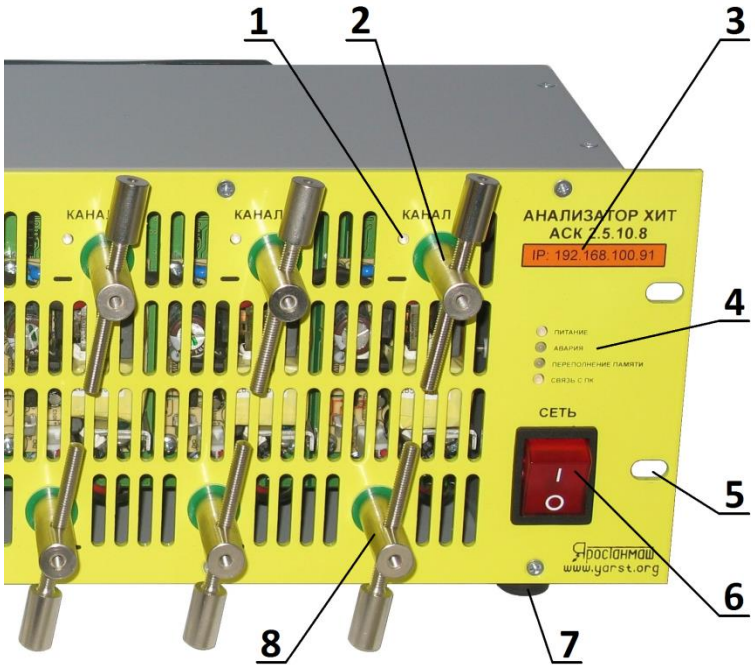



Рисунок 5 - Передняя панель Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

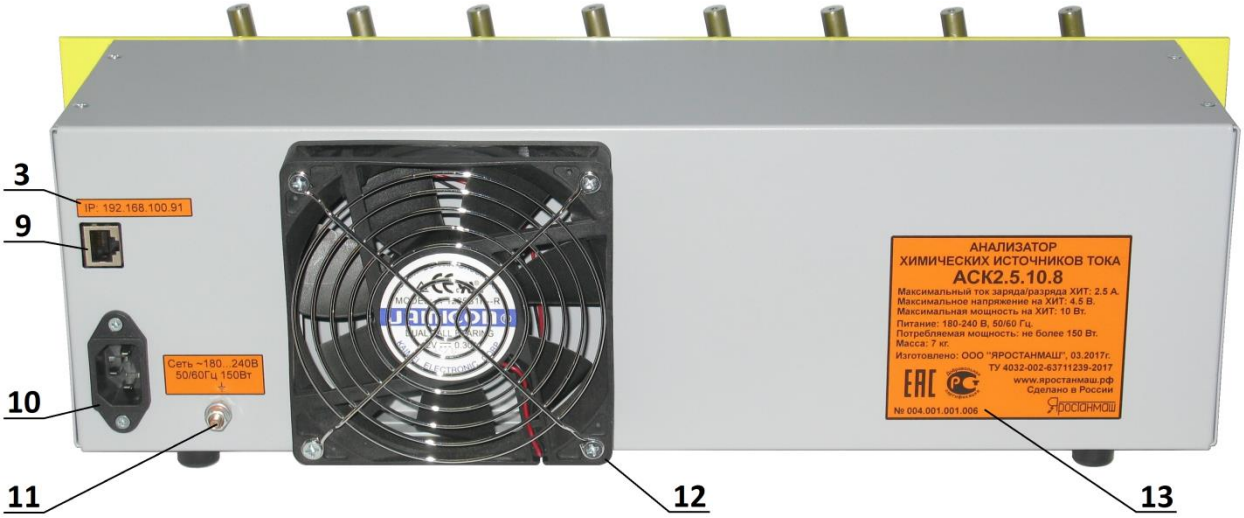



Рисунок 6 - Задняя панель Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

Рисунок 7 - Наклейка с серийным номером Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

Таблица 3 - Обозначения к рисункам 1, 2, 3, 5 и 6

| позиция | Описание | Примечание |
|---|---|---|
| 1 | Индикатор состояния канала прибора | см. раздел 6 |
| 2 | Клемма "-" | см. раздел 10 |
| 3 | Наклейка с IP-адресом прибора | см. разделы 9, 18.6 |
| 4 | Группа светодиодных индикаторов | см. разделы 6, 19 |
| 5 | Отверстия для крепления прибора в стойку 19'' | см. раздел 8 |
| 6 | Выключатель питания | см. раздел 8 |
| 7 | Резиновые ножки | см. раздел 8 |
| 8 | Клемма "+" | см. раздел 10 |
| 9 | Разъем коммуникационный Ethernet RJ45 | см. раздел 8 |
| 10 | Разъем питания 220 В с заземлением | см. разделы 3, 8 |
| 11 | Контакт заземления. Резьба М5 х 0,8 | см. разделы 3, 8 |
| 12 | Вентилятор охлаждения | см. раздел 3 |
| 13 | Наклейка с серийным номером прибора | |

# 6 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 технически представляют собой сложные электронные устройства, состоящие из двух (для АСК2.5.10.2) или восьми (для АСК2.5.10.8) идентичных зарядно-разрядных модулей **МЗР** и общего модуля контроля и управления **МКУ**. Обмен данными между модулями осуществляется по шине данных **ШД**.

Каждый модуль заряда-разряда содержит источник питания **ИП**, регулятор заряда, регулятор разряда, датчик тока **А**, вольтметр **V**, индикатор состояния канала **КАНАЛх** и микроконтроллер:

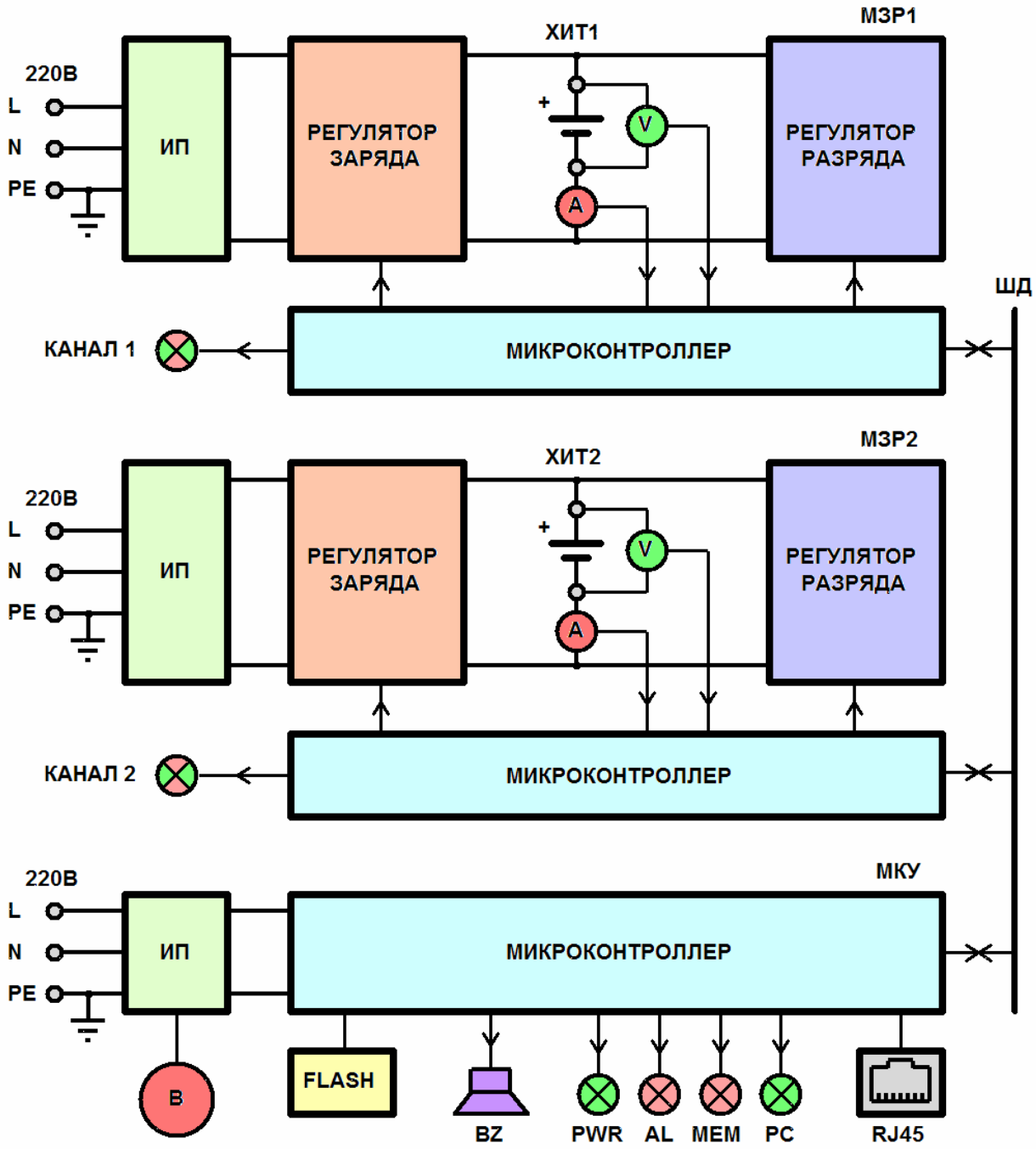



Рисунок 8 - Структурная схема Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

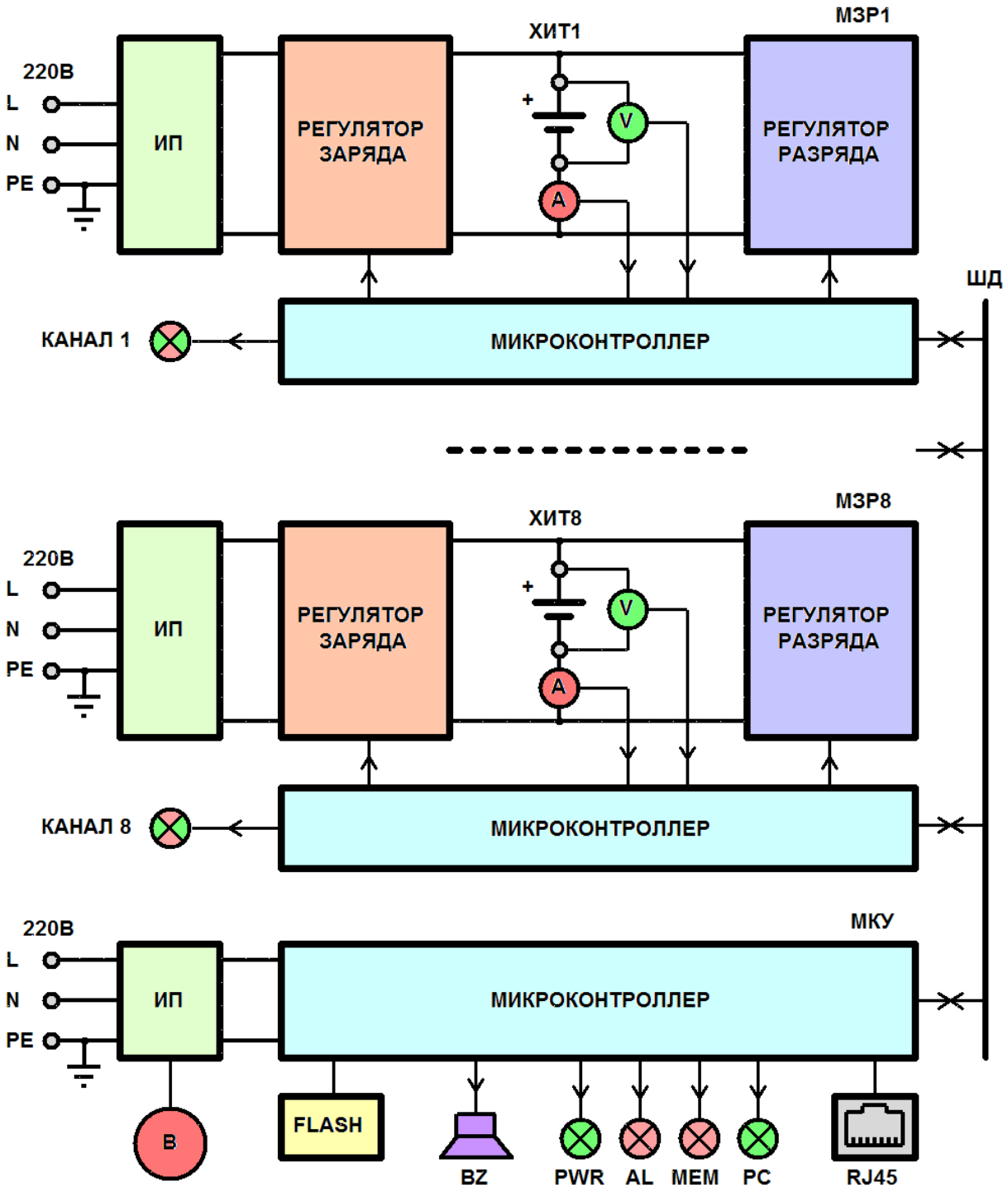



Рисунок 9 - Структурная схема Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

Для осуществления заряда тестируемого ХИТ на выбранном канале Анализатора, энергия от сети 220 В преобразуется источником питания **ИП** конкретного модуля заряда-разряда **МЗР** в постоянное напряжение и через регулятор заряда подается на ХИТ. Регулятор заряда, управляемый микроконтроллером, обеспечивает все необходимые режимы заряда, а именно:

- Заряд ХИТ заданным постоянным током;
- Заряд ХИТ заданной постоянной мощностью;
- Дозаряд ХИТ при постоянном напряжении.

Разряд ХИТ осуществляется регулятором разряда, который забирает энергию от ХИТ и в виде тепла сбрасывает ее в окружающую среду. Регулятор разряда работает под управлением микроконтроллера и обеспечивает:

- Разряд ХИТ заданным постоянным током;
- Разряд ХИТ заданной постоянной мощностью;
- Разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление;
- Доразряд ХИТ при постоянном напряжении.

Измерение тока через ХИТ осуществляется датчиком тока **А**, измерение напряжения на ХИТ – вольтметром **V**. Датчик тока **А** имеет 8 диапазонов измерения.

Индикация состояния модуля заряда-разряда **МЗР** осуществляется двухцветным индикатором **КАНАЛх** (позиция 1, рисунок 1, 5).

Индикатор работает в следующих режимах:

Таблица 4 - Режимы работы индикатора состояния канала

| Цвет | Режим | Описание |
|---|---|---|
| Зеленый | Постоянный | Канал готов к работе. Тестирование не запущено. |
| Красный | | Канал в работе. Идет процесс тестирования ХИТ. |
| Зеленый | Мигающий | Процесс тестирования ХИТ завершен. |
| Красный | | Авария ХИТ или канала прибора. |

Модуль контроля и управления содержит источник питания **ИП**, обеспечивающий питание модуля и вентилятора охлаждения **В**, память результатов измерений **FLASH**, звуковой сигнализатор **BZ**, индикаторы **PWR** ("ПИТАНИЕ"), **AL** ("АВАРИЯ"), **MEM** ("ПАМЯТЬ", "ПЕРЕПОЛНЕНИЕ ПАМЯТИ"), **PC** ("СВЯЗЬ С ПК"), разъем Ethernet **RJ45** и микроконтроллер.

Микроконтроллер модуля контроля и управления опрашивает модули заряда-разряда **МЗР**, отслеживает заданные условия окончания тестирования ХИТ на всех каналах прибора, накапливает и передает на компьютер Пользователя результаты измерений.

Связь Анализаторов 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.

На компьютере Пользователя устанавливается прикладное программное обеспечение – Ys2 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2) или Ys8 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8), с помощью которого осуществляется управление прибором, составление и запуск программы тестирования ХИТ (см. раздел 11), наблюдение за ходом выполнения тестирования, а также получение, обработка и отображение результатов измерений.

После составление и запуска требуемой программы тестирования ХИТ (см. раздел 11) компьютер Пользователя может быть отключен, после чего Анализатор ХИТ перейдет в автономный режим работы (см. раздел 19). Во время автономной работы прибора, текущие результаты измерений сохраняются во внутреннюю память прибора **FLASH**. При следующем включении компьютера Пользователя и установлении связи с прибором, накопленные результаты измерений будут считаны из памяти **FLASH**, переданы на компьютер и сохранены в файлы результатов измерений.

Для индикации режимов работы Анализаторов ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 используются светодиодные индикаторы:

- **PWR** – "ПИТАНИЕ", светится, если на прибор подано питание 220 В и включен выключатель "СЕТЬ" на передней панели (позиция 6, рисунок 1, 5);
- **AL** – "АВАРИЯ", мигает в состоянии аварии на любом из каналов прибора;
- **MEM** – "ПАМЯТЬ", "ПЕРЕПОЛНЕНИЕ ПАМЯТИ". Мигает, если память результатов измерений близка к заполнению. В случае переполнения памяти результатов измерений светится непрерывно (см. раздел 19);
- **PC** – "СВЯЗЬ С ПК", светится, если установлена связь с компьютером Пользователя, на котором запущена программа управления прибором.

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

# 7 ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 5 - Технические характеристики Анализаторов ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8

| Характеристика | Значение | |
|---|---|---|
| | для АСК2.5.10.2 | для АСК2.5.10.8 |
| Количество независимых каналов | 2 | 8 |
| Режимы работы каждого канала[1] | CHCC; CHCP; CHCV;<br>DCHCC; DCHCP; DCHCR; DCHCV;<br>Релаксация; Саморазряд | |
| Рабочий диапазон напряжения на ХИТ, В | от минус 4,5 до плюс 4,5 | |
| Диапазон воспроизведения напряжения на ХИТ, В | от минус 4,5 до плюс 4,5 | |
| Диапазон измерения напряжения на ХИТ, В | от минус 4,5 до плюс 4,5 | |
| Цена деления (разрешение) измерения напряжения, мВ | 1,25 | |
| Диапазон воспроизведения тока заряда ХИТ | от 2,5 мкА до 2,5 А | |
| Диапазон воспроизведения тока разряда ХИТ | от минус 2,5 А до минус 2,5 мкА | |
| Число поддиапазонов измерения тока | 8 (для каждого канала) | |
| Поддиапазоны измерения тока | от минус 50 мкА до плюс 50 мкА;<br>от минус 200 мкА до плюс 200 мкА;<br>от минус 1 мА до плюс 1 мА;<br>от минус 5 мА до плюс 5 мА;<br>от минус 20 мА до плюс 20 мА;<br>от минус 100 мА до плюс 100 мА;<br>от минус 0,5 А до плюс 0,5 А;<br>от минус 2,5 А до плюс 2,5 А | |
| Цена деления (разрешение) измерения тока | 50 нА;<br>200 нА;<br>1 мкА;<br>5 мкА;<br>20 мкА;<br>100 мкА;<br>0,5 мА;<br>2,5 мА | |
| Выбор поддиапазона измерения тока через ХИТ | Автоматически, в соответствие<br>с заданными параметрами<br>программы тестирования ХИТ | |
| Рабочий диапазон тока заряда (разряда) ХИТ<br>при параллельной работе всех каналов прибора, А | от минус 5<br>до плюс 5 | от минус 20<br>до плюс 20 |
| Диапазон воспроизведения мощности заряда ХИТ | от 10 мкВт до 10 Вт | |
| Диапазон воспроизведения мощности разряда ХИТ | от минус 10 Вт до минус 10 мкВт | |
| Диапазон воспроизведения сопротивления разряда ХИТ, Ом | от 1 до $10^6$ | |
| Диапазон воспроизведения времени шага | от 1 с до 325 сут | |
| Диапазон измерения времени шага | от 0 до 325 сут | |
| Входное сопротивление измерителя напряжения<br>на клеммах прибора, ГОм | не менее 1 | |
| Режим окончания шага заряда ХИТ (CHCC или CHCP)<br>по условию "-dU" | есть | |
| Абсолютное значение отрицательного приращения, приво-<br>дящего к прекращению заряда ХИТ по условию "-dU", мВ | 25 | |
| Максимальная частота регистрации параметров | 20 точек[3] / с | |
| Минимальная частота регистрации параметров | 1 точка[3] / ч | |
| Объем памяти результатов измерений<br>для автономной работы прибора<br>без подключения к компьютеру | более 270 000 точек[3] | |
| Распределение памяти между каналами | по мере необходимости | |

Примечания:

1. подробнее см. перечень принятых сокращений и обозначений, а также раздел 11;
2. в надлежащих условиях эксплуатации (см. раздел 4);
3. см. перечень принятых сокращений и обозначений.

Таблица 5 - Технические характеристики АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8. Продолжение.

| Характеристика | Значение | |
|---|---|---|
| | для АСК2.5.10.2 | для АСК2.5.10.8 |
| Максимальное число последовательно выполняемых циклов заряда-разряда ХИТ за один запуск программы тестирования ХИТ | более 1 000 000 | |
| Интерфейс подключения к компьютеру | Ethernet, 10 Мбит/с | |
| Минимальные требования к компьютеру и монитору | P600, 128RAM, Win 2000, XP, 7, 8, 8.1, 10, Ethernet | |
| | Монитор с разрешением не менее 1024 x 768 пикселей | Монитор с разрешением не менее 1280 x 1024 пикселей |
| Напряжение питания | 220 В ± 10 %, 50/60 Гц | |
| Потребляемая от сети мощность | не более 40 Вт | не более 150 Вт |
| Монтаж в стойку 19'' | не предусмотрен | предусмотрен |
| Место, занимаемое прибором в стойке 19'' | - | 3U |
| Габаритные размеры, мм, не более | | |
| - высота | 120 | 143 |
| - ширина | 182 | 483 |
| - длина (глубина) | 202 | 198 |
| Масса без упаковки, кг | 2,2 | 7 |

Таблица 6 - Метрологические характеристики Анализаторов ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8

| Характеристика | Единицы величины | Значение |
|---|---|---|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений и измерений напряжения постоянного тока на клеммах прибора[1] | В | ±0,0225 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений силы постоянного тока через ХИТ[1] | | |
| - в диапазоне от минус 50 до плюс 50 мкА | мкА | ±0,5 |
| - в диапазоне от минус 200 до плюс 200 мкА | | ±2 |
| - в диапазоне от минус 1 до плюс 1 мА | мА | ±0,01 |
| - в диапазоне от минус 5 до плюс 5 мА | | ±0,05 |
| - в диапазоне от минус 20 до плюс 20 мА | | ±0,2 |
| - в диапазоне от минус 100 до плюс 100 мА | | ±1 |
| - в диапазоне от минус 0,5 до плюс 0,5 А | А | ±0,005 |
| - в диапазоне от минус 2,5 до плюс 2,5 А | | ±0,025 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока через ХИТ[1] | | |
| - в диапазоне от минус 50 до плюс 50 мкА | мкА | ±0,25 |
| - в диапазоне от минус 200 до плюс 200 мкА | | ±1 |
| - в диапазоне от минус 1 до плюс 1 мА | мА | ±0,005 |
| - в диапазоне от минус 5 до плюс 5 мА | | ±0,025 |
| - в диапазоне от минус 20 до плюс 20 мА | | ±0,1 |
| - в диапазоне от минус 100 до плюс 100 мА | | ±0,5 |
| - в диапазоне от минус 0,5 до плюс 0,5 А | А | ±0,0025 |
| - в диапазоне от минус 2,5 до плюс 2,5 А | | ±0,0125 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений единиц времени[1], с | с | $\pm 0{,}001 \cdot t_{зад} \pm 0{,}2$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени[1], с | с | $\pm 0{,}001 \cdot t_{изм} \pm 0{,}2$ |

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 ХИТ АСК2.5.10.2 или АСК2.5.10.8 необходимо убедится 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 соответствуют "евро" стандарту и имеет рабочий (не фиктивный) проводник заземления, соединенный с контуром заземления здания или сети электроснабжения, либо в помещении есть рабочий (не фиктивный) контур заземления;
- Напряжение в розетке для подключения прибора находится в диапазоне от 198 до 242 В (220 В ± 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 компьютерной сети, в которой есть коммутатор со свободным портом, к которому будет подключаться Анализатор ХИТ;
- Монитор компьютера имеет разрешение не менее 1024 пикселей по горизонтали и не менее 768 пикселей по вертикали для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2, или не менее 1280 пикселей по горизонтали и не менее 1024 пикселей по вертикали для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8.

Порядок подготовки прибора к работе:

1. Переведите выключатель питания прибора (позиция 6, рисунок 1, 5) в положение "0" (выключено);
2. Установите прибор на открытую ровную устойчивую поверхность, или закрепите в стандартной 19'' стойке (только для АСК2.5.10.8). В последнем случае, предварительно демонтируйте четыре приборные ножки, находящиеся снизу корпуса прибора (позиция 7 рисунок 5), а также используйте комплект крепежа для крепления прибора в 19'' стойку (см. пункт 7 таблицы 2);
3. Убедитесь в том, что вокруг прибора нет посторонних предметов, которые способны препятствовать нормальному охлаждению Анализатора ХИТ;
4. Если розетка для подключения прибора соответствуют "евро" стандарту и имеет рабочий (не фиктивный) проводник заземления, используя сетевой шнур питания 220 В из комплекта поставки (см. пункт 5 таблицы 1, 2) или аналогичный, подключите прибор к сети питания 220 В с заземлением;
5. Если сеть питания не имеет рабочего проводника заземления, однако в помещении имеется рабочий (не фиктивный) контур заземления, используя контакт заземления на задней панели прибора (позиция 11, рисунок 2, 6, резьба М5 х 0,8) и медный проводник сечением не менее 1 мм$^2$ (в комплект поставки не входит), надежно соедините корпус прибора с контуром заземления помещения. Затем, используя сетевой шнур питания 220 В из комплекта поставки (см. пункт 5 таблицы 1, 2) или аналогичный, подключите прибор к сети питания 220 В;
6. Если сеть питания 220 В не имеет рабочего проводника заземления и в помещении отсутствует рабочий контур заземления, работа прибора не допускается (см. раздел 3);

7. Если прибор подключается к компьютеру Пользователя напрямую, подключите интерфейсный кабель Ethernet из комплекта поставки (см. пункт 6 таблицы 1, 2) между разъемом на задней панели прибора (позиция 9, рисунок 2, 6) и соответствующим разъемом компьютера Пользователя;
8. Если подключение прибора осуществляется в компьютерную сеть через коммутатор, подключите интерфейсный кабель Ethernet из комплекта поставки (см. пункт 6 таблицы 1, 2) между разъемом на задней панели прибора (позиция 9, рисунок 2, 6) и портом коммутатора, входящим в компьютерную сеть, к которой подключен компьютер Пользователя;
9. Переведите выключатель питания прибора (позиция 6, рисунок 1, 5) в положение "1" (включено);
10. Убедитесь в том, что прибор включился, включились индикаторы у каждого канала прибора (позиция 1, рисунок 1, 5), светится индикатор "ПИТАНИЕ", индикатор "АВАРИЯ" через две секунды после включения погас и не мигает (позиция 4, рисунок 1, 5);
11. Установите и настройте программное обеспечение (Компьютерный Интерфейс) на компьютере Пользователя (см. раздел 9);
12. Установите связь между Компьютерным Интерфейсом (см. раздел 18) и Анализатором, для чего нажмите кнопку "Подключиться" или установите галку "Подключаться автоматически" на вкладке "Настройки" (см. подраздел 18.6);
13. Убедитесь в установлении связи между Компьютерным Интерфейсом и прибором, о чем будет свидетельствовать непрерывно меняющееся значение "Ход часов Прибора" на вкладке "Настройки" (см. подраздел 18.6).

Порядок подготовки, выполнения и завершения тестирования ХИТ

1. Убедитесь в том, что выбранный канал прибора находится в режиме "**ПРОСТОЙ**" (готов к работе) (см. подраздел 18.1);
2. Подключите к выбранному каналу прибора тестируемый ХИТ (см. раздел 10);
3. Задайте программу тестирования ХИТ (см. подраздел 18.2);
4. Запустите процесс тестирования ХИТ (см. подраздел 18.2);
5. Дождитесь получения результатов измерений (см. подразделы 18.3, 18.4, 18.5);
6. После окончания тестирования ХИТ и перехода канала прибора в режим "**ТСТ ЗАВЕРШ.**", нажмите кнопку "Стоп" для соответствующего канала прибора на любой из страниц Компьютерного Интерфейса для возврата канала прибора к режиму "**ПРОСТОЙ**" (см. подраздел 18.1);
7. В случае необходимости, можно прервать процесс тестирования ХИТ вручную, нажав кнопку "Стоп" для соответствующего канала прибора на любой из страниц Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 18.1).

# 9 УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для управления прибором, составления и запуска программы тестирования ХИТ (см. раздел 11), для наблюдения за ходом выполнения тестирования, а также для получения, обработки и отображения результатов измерений, используется прикладное программное обеспечение (ПО) Ys2 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2) или Ys8 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8), устанавливаемое на компьютере Пользователя – Компьютерный Интерфейс.

ПО Ys2 и Ys8 поставляется в комплекте с соответствующим Анализатором ХИТ, либо может быть взято с сайта www.яростанмаш.рф в сети Интернет.

ПО не требует специальной установки, но должно быть скопировано на компьютер Пользователя в любое место на жестком диске.

ПО содержит два файла:

- *Ys2.exe* или *Ys8.exe* – файл исполняемой программы (Компьютерный Интерфейс);
- *Settings.bin* – 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.

**ВНИМАНИЕ! В случае работы нескольких приборов под управлением от одного компьютера Пользователя, ПО для каждого экземпляра прибора должно быть скопировано в отдельную папку на жестком диске компьютера, включая файл настроек Settings.bin!**

При первом запуске Компьютерного Интерфейса на вкладке "Настройки" (см. подраздел 18.6) необходимо указать правильный IP-адрес подключаемого Анализатора ХИТ, который указан на передней панели корпуса прибора (позиция 3, рисунок 1, 5). Этот адрес обычно имеет значение 192.168.100.xxx, где xxx – случайный номер, присущий конкретному экземпляру прибора.

Для установления связи с Анализатором ХИТ в общем случае необходимо, чтобы первые три цифры IP-адреса компьютера Пользователя и аналогичные цифры IP-адреса прибора совпадали. Если они не совпадают, установление связи между прибором и компьютером становится невозможным. В этом случае существует несколько вариантов решения проблемы:

- Сменить (задать вручную) IP-адрес компьютера Пользователя на 192.168.100.yyy, где yyy – случайное значение от 0 до 255, отличное от значения xxx в IP-адресе прибора;
- Добавить в настройках локального сетевого подключения компьютера Пользователя дополнительную подсеть с IP-адресом 192.168.100.yyy;
- При заказе прибора указать желаемый IP-адрес прибора или IP-адрес компьютера Пользователя, с которым должен работать прибор. В этом случае прибор будет поставлен с требуемым IP-адресом или IP-адресом, первые три цифры которого будут совпадать с IP-адресом компьютера Пользователя.

Даже при правильных настройках IP адреса компьютера Пользователя, некоторые антивирусные программы могут блокировать поток данных между прибором и Компьютерным Интерфейсом, запущенным на компьютере Пользователя. В этом случае, в настройках антивирусной программы необходимо добавить программу *Ys2.exe* или *Ys8.exe* в список программ, которым разрешен обмен данными с внешними устройствами.

Для выполнения настройки подключения прибора к компьютеру рекомендуется обратиться к системному администратору.

Более подробную информацию о настройке подключения прибора к компьютеру Вы можете найти на нашем сайте www.яростанмаш.рф в сети Интернет.

# 10 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТЕСТИРУЕМОГО ХИТ И УПРАЛЕНИЕ ПРИБОРОМ

Подключение тестируемого ХИТ к Анализаторам ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 производится по двухпроводной схеме измерения. ХИТ в цилиндрическом исполнении с размерами до 26650 включительно следует зажимать с достаточным для надежного контакта (но не чрезмерным) усилием в контактном устройстве Анализатора:

Рисунок 10 - Подключение ХИТ цилиндрической формы

Присоединение к приборам ХИТ иных форм или бóльших размеров осуществляется с помощью входящих в комплект поставки проводов с зажимами "крокодил" (см. пункт 2 таблицы 1, 2), которые следует предварительно закрепить на контактном устройстве Анализатора с помощью винтов из комплекта поставки (см. пункт 4 таблицы 1, 2):

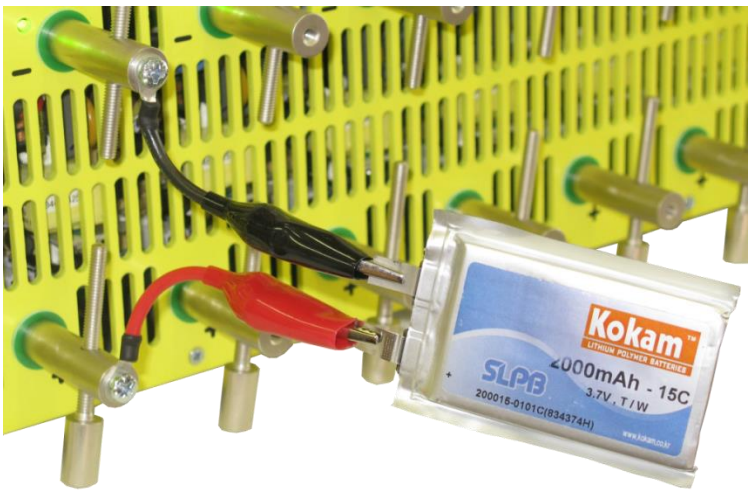



Рисунок 11 - Использование проводов с зажимами "крокодил"

Использование иных проводов (взамен штатных) возможно, однако следует учитывать, что дополнительное сопротивление, вносимое проводами и их контактами в измерительную цепь, будет искажать результаты измерения напряжения на ХИТ и приводить к завышению результатов измерения ESR ХИТ. Во избежание этого, провода должны быть как можно короче, и иметь как можно большее сечение (2,5 мм$^2$ или более).

Для увеличения тока тестирования ХИТ сверх возможностей отдельного канала прибора, каналы конкретного прибора можно соединять параллельно в группы. Для этого необходимо использовать перемычки и винты, входящие в комплект поставки (см. пункты 3 и 4 таблицы 1, 2).

Кроме механического объединения клемм прибора, необходимо совершить требуемые настройки в Компьютерном Интерфейсе (см. подраздел 18.2).

Первый канал в группе настраивается как ведущий, остальные – как ведомые. Напряжение на ХИТ измеряет и контролирует только ведущий (первый) канал в группе, поэтому подключать тестируемый ХИТ следует к контактному устройству именно ведущего (первого) канала в конкретной группе.

Для анализатора ХИТ АСК2.5.10.2 единственный вариант параллельной работы каналов – оба канала прибора работают вместе. В этом случае прибор сможет одновременно тестировать только один ХИТ, но максимальный ток тестирования ХИТ возрастает до 5 А.

Для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8 варианты объединения каналов более разнообразны.

Так, при объединении каждых двух каналов прибора, количество одновременно тестируемых ХИТ снижается до четырех (2 + 2 + 2 + 2), однако максимальный ток заряда (разряда) каждого ХИТ возрастает до 5 А.

При объединении каналов в группы по четыре, количество одновременно тестируемых ХИТ снижается до двух (4 + 4), при этом максимальный ток заряда (разряда) каждого ХИТ возрастает до 10 А.

Объединение всех восьми каналов Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8 позволяет одновременно тестировать только один ХИТ, однако максимальный ток заряда (разряда) ХИТ в этом случае возрастает до 20 А.

Возможны и другие варианты объединения каналов Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8, например, 2 + 3 + 3.

Пример объединения четырех каналов Анализатора ХИТ для увеличения тока тестирования до 10 А показан на рисунке 12.

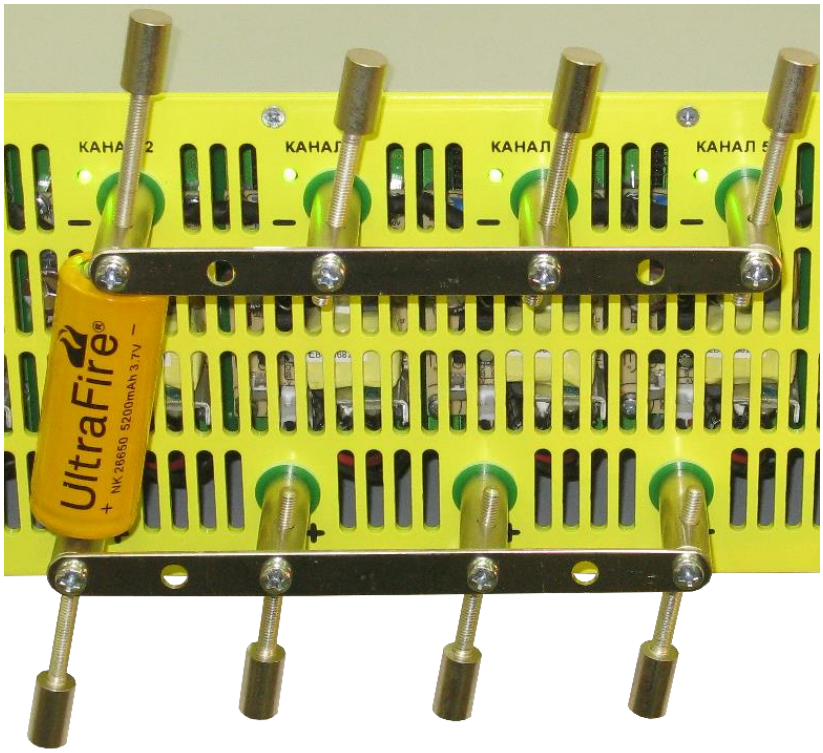



Рисунок 12 - Объединение каналов прибора для увеличения тока тестирования ХИТ

При объединении каналов Анализатора в группу, программа тестирования ХИТ настраивается только для ведущего (первого) канала в группе, при этом возможности канала по току, мощности и сопротивлению тестирования ХИТ расширяются пропорционально числу каналов в группе (см. подраздел 18.2).

# 11 ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ ХИТ

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

Каждый цикл состоит из части заряда тестируемого ХИТ, за которой следует часть разряда тестируемого ХИТ (см. рисунок 13).

В свою очередь, часть заряда и часть разряда тестируемого ХИТ состоят из набора отдельных режимов – шагов программы.

Часть заряда может состоять максимум из трех последовательных шагов.

На первом шаге в части заряда в зависимости от настроек программы тестирования может быть выполнен заряд ХИТ заданным постоянным током (CHCC), либо заряд ХИТ заданной постоянной мощностью (CHCP).

Второй возможный шаг в части заряда – дозаряд ХИТ при постоянном напряжении (CHCV). Дозаряд при постоянном напряжении не является обязательным шагом в части заряда и может быть не включён в программу тестирования ХИТ. В этом случае Анализатор сразу перейдет к выполнению следующего шага.

Третий возможный шаг в части заряда – шаг релаксации после заряда. Данный шаг также не является обязательным и может быть не включён в программу тестирования. В этом случае прибор сразу перейдет к выполнению части разряда ХИТ.

Часть разряда ХИТ может состоять также из трех последовательных шагов.

На первом шаге в части разряда может быть выполнен разряд ХИТ заданным постоянным током (DCHCC), разряд ХИТ заданной постоянной мощностью (DCHCP), либо разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление (DCHCR).

Второй возможный шаг в части разряда – доразряд ХИТ при постоянном напряжении (DCHCV). Доразряд при постоянном напряжении не является обязательным шагом в части разряда и может быть не включён в программу тестирования ХИТ. В этом случае Анализатор сразу перейдет к выполнению следующего шага разряда.

Третий возможный шаг в части разряда – шаг релаксации после разряда. Данный шаг также не является обязательным и может быть не включён в программу тестирования. В этом случае прибор сразу перейдет к выполнению следующего цикла программы тестирования ХИТ, или к ее завершению.

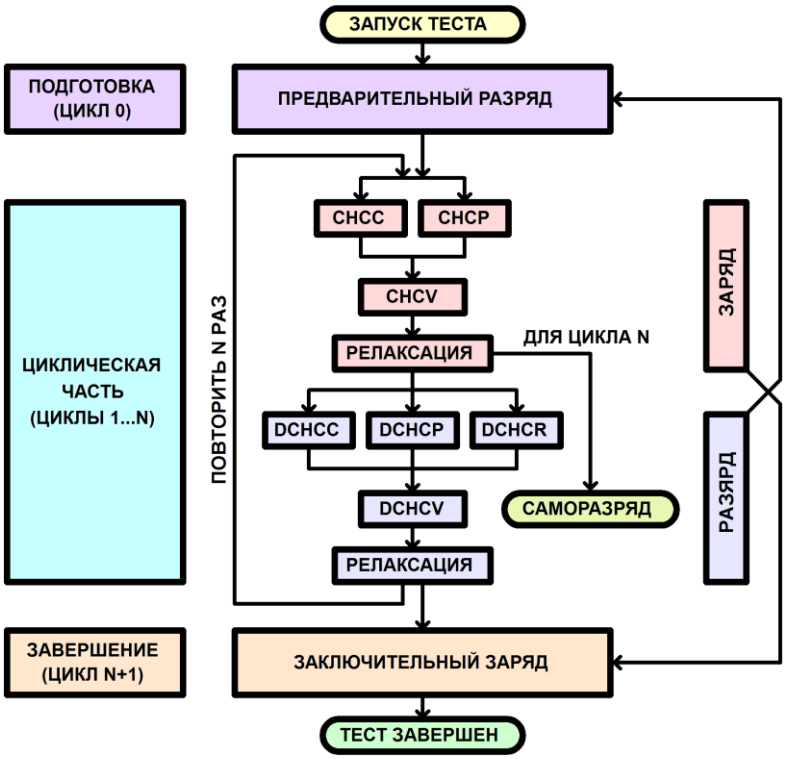



Рисунок 13 - Программа тестирования ХИТ

Перед выполнением циклической части программы может быть выполнен предварительный разряд ХИТ, чтобы уже первый цикл заряда-разряда позволил определить действительные параметры ХИТ, например КПД хранения энергии. Предварительный разряд включает в себя выполнение всех заданных шагов в части разряда заданной программы тестирования ХИТ. Предварительный разряд не является обязательным этапом тестирования ХИТ, и может быть не включён в программу тестирования. В этом случае прибор начнет тестирование ХИТ с части заряда первого цикла программы тестирования ХИТ. В случае включения предварительного разряда в программу тестирования, он выполняется однократно.

После выполнения заданного количества циклов заряда-разряда (N), Анализатор ХИТ может выполнить заключительный заряд ХИТ, чтобы сразу после теста данным ХИТ можно было пользоваться по назначению. Заключительный заряд включает в себя выполнение всех заданных шагов в части заряда программы тестирования ХИТ. Заключительный заряд не является обязательным этапом тестирования ХИТ, и может быть не включён в программу тестирования. В этом случае прибор завершит тестирование ХИТ сразу после выполнения последнего заданного цикла программы тестирования. В случае включения заключительного заряда в программу тестирования, он выполняется однократно, после чего прибор завершит тестирование ХИТ.

Для последнего цикла программы тестирования может быть активирован режим теста ХИТ на саморазряд. В этом случае, на последнем заданном цикле программы тестирования ХИТ (цикл N) вместо части разряда ХИТ прибор перейдет в режим теста ХИТ на саморазряд. В этом режиме Анализатор полностью отключает регулятор заряда и регулятор разряда для конкретного канала (см. рисунок 8, 9) и к тестируемому ХИТ остается подключен только вольтметр **V**, имеющий очень большое входное сопротивление (см. раздел 7). Благодаря этому, в режиме теста ХИТ на саморазряд, дополнительные утечки тока со стороны Анализатора практически отсутствуют, и изменение напряжения на клеммах ХИТ определяется исключительно внутренними процессами, происходящими в самом ХИТ, а также его саморазрядом. Режим саморазряда не имеет ограничения по времени, и может быть прерван Пользователем только вручную.

# 12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХИТ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 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), Ом;
- Средний ток утечки через ХИТ за каждый цикл заряда-разряда, $I_{lk}$, А.

Первичными параметрами, которые измеряют Анализаторы ХИТ, являются:

- Ток через ХИТ, А;
- Напряжение на клеммах прибора, В;
- Время, сут.

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

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

Первичные параметры регистрируются приборами с заданным шагом по времени, настраиваемым Пользователем при задании программы тестирования ХИТ. В результате, на каждом шаге программы тестирования (см. раздел 11), прибор сохраняет некоторое множество точек*. Каждая точка содержит мгновенное значение напряжения на ХИТ, тока через ХИТ, а также момент времени от начала текущего шага тестирования ХИТ, в который были зарегистрированы эти мгновенные значения напряжения и тока.

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

Таблица 7 - Набор первичных параметров для каждого шага тестирования ХИТ

| Параметр | Значение параметра | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номер точки* | 0 | 1 | 2 | 3 | … | i-1 | i | … | k |
| Время, сут | 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 $I_1$ | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ | … | $I_{i-1}$ | $I_i$ | … | $I_k$ |

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

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 формуле (1):

$$Q_s = \sum_{i=1}^{i=k} \frac{(I_i + I_{i-1})}{2} \cdot (t_i - t_{i-1}) \quad (1)$$

где: $Q_s$ - заряд, полученный ХИТ в конкретном шаге программы тестирования, А·ч;

i - номер очередной точки;

k - общее количество точек, зарегистрированных прибором в данном шаге;

$I_i$ - ток через ХИТ в точке с номером i, А;

$I_{i-1}$ - ток через ХИТ в точке с номером i - 1, А;

$t_i$ - 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 заряда $Q_s$ соответствуют заряду, переданному на ХИТ, отрицательные значения заряда $Q_s$ соответствуют заряду, возвращенному от ХИТ.

Для определения полной ёмкости ХИТ в конкретных условиях тестирования, используются только те шаги программы тестирования, для которых значение заряда $Q_s$ оказалось отрицательным (на которых тестируемый ХИТ возвращал заряд). Полная ёмкость ХИТ в конкретных условиях тестирования определяется как сумма величин заряда $Q_s^-$, возвращенного ХИТ на всех шагах разряда:

$$Q = \sum Q_s^- \quad (2)$$

где: Q - полная ёмкость ХИТ в конкретных условиях тестирования, А·ч;

$Q_s^-$ - заряд, возвращенный ХИТ на очередном шаге разряда (отрицательный), А·ч.

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 формуле (3):

$$E_s = \sum_{i=1}^{i=k} \frac{(I_i \cdot U_i + I_{i-1} \cdot U_{i-1})}{2} \cdot (t_i - t_{i-1}) \quad (3)$$

где: $E_s$ - энергия, полученная ХИТ в конкретном шаге программы тестирования, Вт·ч;

i - номер очередной точки;

k - общее количество точек, зарегистрированных прибором в данном шаге;

$I_i$ - 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 энергии $E_s$ соответствуют энергии, переданной на ХИТ, отрицательные значения энергии $E_s$ соответствуют энергии, возвращенной от ХИТ.

Для определения полной энергоёмкости ХИТ в конкретных условиях тестирования, используются только те шаги программы тестирования, для которых значение энергии $E_s$ оказалось отрицательным (на которых тестируемый ХИТ возвращал энергию). Полная энергоёмкость ХИТ в конкретных условиях тестирования определяется как сумма величин энергии $E_s^-$, возвращенной ХИТ на всех шагах разряда:

$$E = \sum E_s^- \quad (4)$$

где: E - полная энергоёмкость ХИТ в конкретных условиях тестирования, Вт·ч;
$E_s^-$ - энергия, возвращенная ХИТ на очередном шаге разряда, Вт·ч.

КПД ХИТ по заряду $EF_q$ вычисляется как отношение полного заряда, возвращенного ХИТ на всех шагах разряда, к полному заряду, полученному ХИТ на всех шагах заряда:

$$EF_q = \frac{\sum Q_s^-}{\sum Q_s^+} \cdot 100 \quad (5)$$

где: $EF_q$ - КПД ХИТ по заряду (КПД хранения заряда), %;
$Q_s^-$ - заряд, возвращенный ХИТ на очередном шаге разряда (отрицательный), А·ч;
$Q_s^+$ - заряд, полученный ХИТ на очередном шаге заряда (положительный), А·ч.

КПД ХИТ по энергии $EF_e$ вычисляется как отношение полной энергии, возвращенной ХИТ на всех шагах разряда, к полной энергии, полученной ХИТ на всех шагах заряда:

$$EF_e = \frac{\sum E_s^-}{\sum E_s^+} \cdot 100 \quad (6)$$

где: $EF_e$ - КПД ХИТ по энергии (КПД хранения энергии), %;
$E_s^-$ - энергия, возвращенная ХИТ на очередном шаге разряда (отрицательная), Вт·ч;
$E_s^+$ - энергия, полученная ХИТ на очередном шаге заряда (положительная), 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):

$$I_{lk} = \frac{\sum Q_s^+ - \left|\sum Q_s^-\right|}{\sum t_k} \quad (7)$$

где: $I_{lk}$ - средний ток утечки через ХИТ за цикл заряда-разряда, А;
$Q_s^+$ - заряд, полученный ХИТ на очередном шаге заряда (положительный) А·ч;
$Q_s^-$ - заряд, возвращенная ХИТ на очередном шаге разряда (отрицательный) 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.

Методика измерения эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) ХИТ, Ом, используемая Анализаторами ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8, представлена в разделе 13.

Алгоритм определения электрической ёмкости ХИТ, Ф, изложен в разделе 14.

Сводный файл результатов измерений по шагам или по циклам (см. раздел 16) содержит ряд параметров, усредняемых в пределах конкретного шага или цикла программы тестирования ХИТ.

В частности, к таким параметрам относится эквивалентное последовательное сопротивление (ESR), измеренное методом периодического прерывания тока заряда (разряда) (см. раздел 13, способ 1).

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.

# 13 ИЗМЕРЕНИЕ ESR ХИТ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 способны измерять эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ (ESR). Измерение ESR может осуществляться двумя независимыми друг от друга способами.

Оба способа измерения ESR основаны на создании заданного по величине возмущения (перепада) dI в величине тока заряда (разряда), проходящего через ХИТ в процессе заряда (разряда), либо в момент смены очередного шага программы тестирования ХИТ. Данный перепад тока вызывает отклик в виде скачка напряжения dU на клеммах ХИТ. Эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ ESR определяется по формуле (8):

$$ESR = \frac{dU}{dI} \quad (8)$$

где: ESR – эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ, Ом;
dI – возмущение (перепад) тока через ХИТ, А;
dU – скачек напряжения на клеммах ХИТ, В, вызванный перепадом тока dI.

При использовании первого способа измерения ESR ХИТ, возмущения в ток заряда или разряда добавляются преднамеренно, с заданным периодом повторения.

Второй способ основан на использовании естественных перепадов тока заряда или разряда, происходящих в момент смены шага программы тестирования ХИТ (см. раздел 11).

*Способ 1.* ESR ХИТ измеряется периодически в процессе заряда или разряда ХИТ. При этом через заданный период времени $P_{ESR}$, настраиваемый в широких пределах, ток заряда или разряда прерывается (выключается) на период времени, равный 0,5 с, затем по скачку напряжения на ХИТ и величине прерываемого тока заряда (разряда) определяется мгновенное значение ESR:

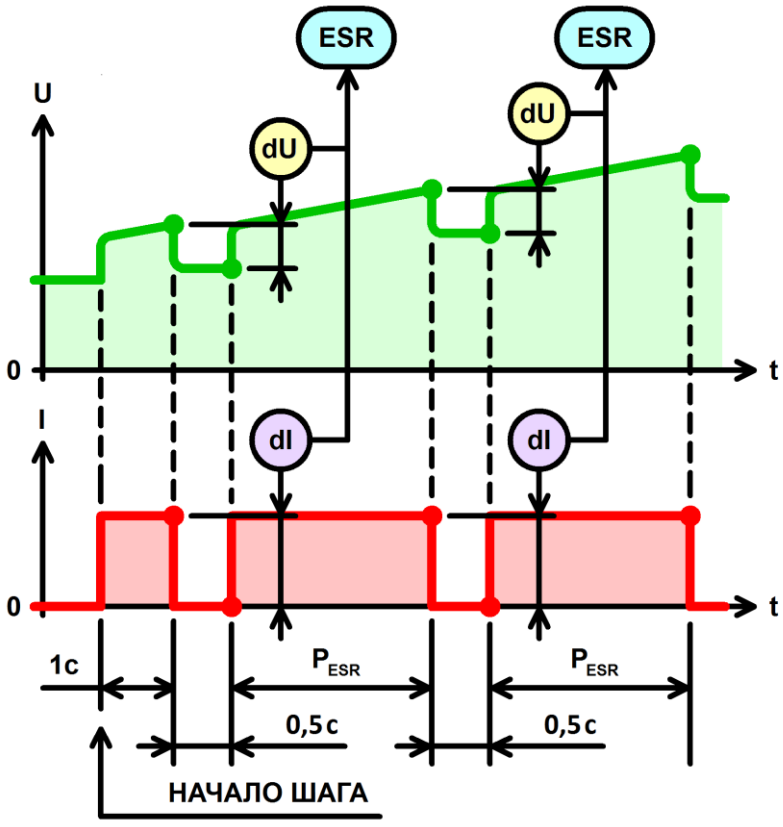



Рисунок 14 - Периодическое измерение ESR ХИТ в процессе заряда (разряда)

Этот способ измерения ESR подразумевает получение 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. Включение или отключение данного способа измерения ESR, а также настройка периода измерения ESR $P_{ESR}$ производится в Компьютерном Интерфейсе при подготовке программы тестирования ХИТ (см. подраздел 18.2), отдельно для каждого канала прибора.

Измерение ESR ХИТ данным способом выполняется только в процессе заряда CHCC / CHCP или разряда DCHCC / DCHCP / DCHCR (см. раздел 11 и подраздел 18.2), и только если в настройках данного шага программы тестирования ХИТ измерение ESR не отключено. Первое измерение ESR всегда производится через 1 с после начала текущего шага.

Учитывая, что данный способ подразумевает прерывание тока заряда (разряда) на некоторое время, среднее значение тока через ХИТ будет меньше заданного. Например, если $P_{ESR}$ = 2 с, а заданный ток заряда (разряда) составляет 1 А, средний ток заряда составит только 0,8 А. Скорость заряда (разряда) ХИТ будет уменьшена на 20 %.

Во время паузы для измерения ESR сохранение мгновенных значений параметров тестируемого ХИТ в файлы первичных данных "RAW" (см. раздел 16 и подраздел 18.4) блокируется, также как блокируется и вывод параметров на графики заряда-разряда (см. подраздел 18.3). Мгновенные значения параметров тестируемого ХИТ сохраняются в файлы первичных данных "RAW" 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 во время пауз в токе заряда (разряда), вводится понижающий коэффициент:

$$K_{ESR} = \frac{P_{ESR}}{P_{ESR} + 0.5} \quad (9)$$

где: $K_{ESR}$ – понижающий коэффициент для тока заряда (разряда);
$P_{ESR}$ – период между паузами в токе для измерения ESR, с.

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

Например, если $P_{ESR}$ = 2 с, $K_{ESR}$ = 2 / (2 + 0,5) = 0,8. При этом, если мгновенный результат измерения тока, полученный в течение времени $P_{ESR}$ (то есть между измерениями ESR) составляет 1 А, в файл первичных данных "RAW" будет сохранено мгновенное значение тока, равное 1 · 0,8 = 0,8 А. В дальнейшем, при обработке полученных первичных результатов измерений, это позволит получить корректные результаты расчета ёмкости, А·ч, энергоёмкости, Вт·ч, и других параметров тестируемого ХИТ.

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

- "Не измер." – измерение ESR на конкретном шаге производиться не будет;

- "1с"
- "2с"
- "5с"
- "10с"
- "20с"
- "1мин"
- "2мин"
- "5мин"
- "10мин"
- "20мин"
- "1ч"
- "2ч"
- "5ч"
- "10ч"
- "1сут"

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 разряда.

Если в программе тестирования ХИТ (см. раздел 11 и подраздел 18.2) не используются шаги CHCC, CHCP, DCHCC, DCHCP или DCHCR, или если для данных шагов функция измерения ESR ХИТ методом прерывания тока заряда (разряда) отключена, в столбец "ESR,Ohm" и "ESRa,Ohm" в файлах результатов измерений (см. раздел 16) будут сохраняться нулевые значения.

Измерение ESR будет тем точнее, чем больше по абсолютной величине значение прерываемого тока заряда (разряда).

*Способ 2.* ESR ХИТ определяется по скачку напряжения на ХИТ в начале шага заряда (ESRc – ESRcharge) и по скачку напряжения на ХИТ в начале шага разряда ХИТ (ESRd – ESRdischarge). Оба эти значения попадают в сводный файл результатов измерений, по одному для каждого шага заряда или разряда (см. раздел 16).

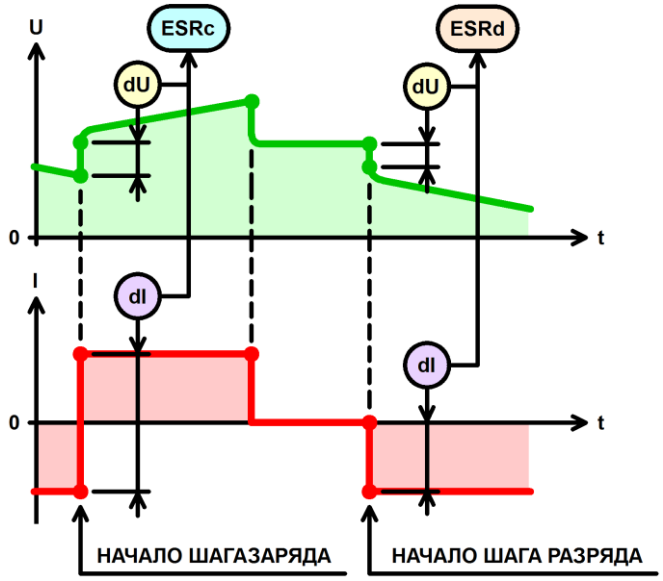



Рисунок 15 - Измерение ESR ХИТ по скачку напряжения на ХИТ в начале шага заряда и в начале шага разряда ХИТ

Этот способ измерения ESR работает всегда и не может быть отключен при подготовке программы тестирования ХИТ. Способ не позволяет получить зависимость ESR от степени заряда или от глубины разряда тестируемого ХИТ, однако позволяет оценить ESR ХИТ без дополнительных затрат времени и снижения среднего значения зарядного (разрядного) тока, а также наблюдать изменение ESR ХИТ в зависимости от числа пройденных циклов заряда-разряда тестируемого ХИТ.

Измерение ESR будет тем точнее, чем больше по абсолютной величине значение перепада тока dI (см. рисунок 15).

# 14 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЁМКОСТИ ХИТ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 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 (DCHCC), который должен быть включен в программу тестирования (см. раздел 11). Если шаг разряда постоянным током (DCHCC) 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 DCHCC, за вычетом начального скачка напряжения на ESR ХИТ (см. раздел 13).

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:

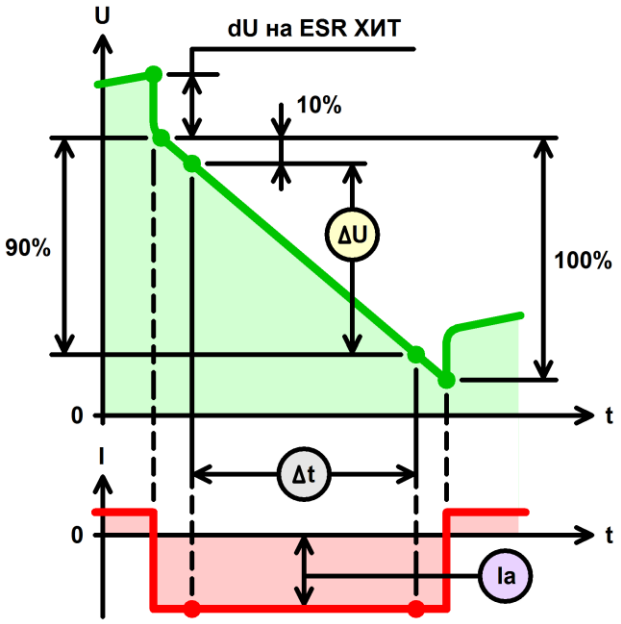



Рисунок 16 - Определение электрической ёмкости ХИТ

Расчет электрической ёмкости осуществляется по формуле (10):

$$C = I_a \cdot \frac{\Delta t}{\Delta U} \quad (10)$$

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.

Для корректного определения электрической ёмкости суперконденсаторов (ионисторов), рекомендуется выбирать такую частоту записи данных в файлы результатов измерений (см. подраздел 18.2), чтобы на шаге разряда постоянным током (DCHCC) прибор регистрировал не менее двадцати точек* измерения параметров ХИТ.

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

# 15 РАБОТА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ НА ХИТ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 имеют двухполярный вход-выход, что позволяет разряжать тестируемый ХИТ до 0 В и перезаряжать в обратную сторону.

Для большинства возможных режимов работы предусмотрены их отрицательные аналоги, которые будут задействованы при напряжении на ХИТ меньше 0 В:

- Заряд ХИТ заданным постоянным током (CHCC);
- Обратный заряд ХИТ заданным постоянным током (-CHCC);
- Заряд ХИТ заданной постоянной мощностью (CHCP);
- Обратный заряд ХИТ заданной постоянной мощностью (-CHCP);
- Дозаряд ХИТ при постоянном напряжении (CHCV);
- Обратный дозаряд ХИТ при постоянном напряжении (-CHCV);
- Разряд ХИТ заданным постоянным током (DCHCC);
- Обратный разряд ХИТ заданным постоянным током (-DCHCC);
- Разряд ХИТ заданной постоянной мощностью (DCHCP);
- Обратный разряд ХИТ заданной постоянной мощностью (-DCHCP);
- Доразряд ХИТ при постоянном напряжении (DCHCV);
- Обратный доразряд ХИТ при постоянном напряжении (-DCHCV).

В соответствие со схемными решениями модулей заряда-разряда **МЗР** (см. раздел 6), переход между прямым о обратным режимами при уменьшении напряжения на ХИТ происходит при напряжении на ХИТ, равном 0,4 В. Переход между обратным и прямым режимами при увеличении напряжения на ХИТ происходит при напряжении на ХИТ, равном минус 0,4 В:

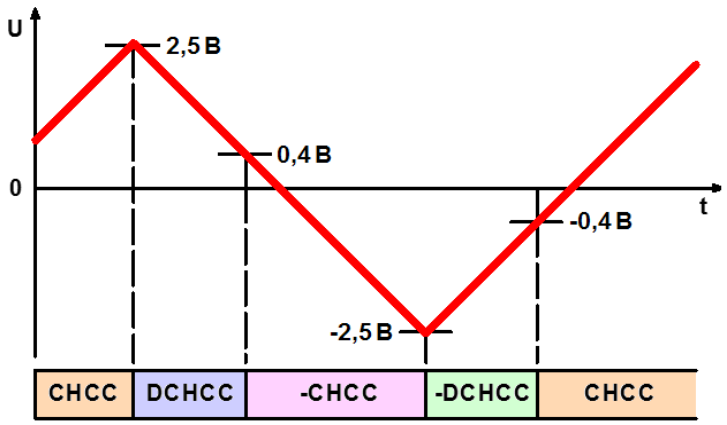



Рисунок 17 - Работа при отрицательных напряжениях на ХИТ

Например, при задании в программе тестирования ХИТ (см. подраздел 18.2) шага разряда заданным постоянным током от плюс 2,5 В до минус 2,5 В, физически заданный в программе шаг разряда ХИТ будет разбит на два шага – разряд ХИТ заданным постоянным током от плюс 2,5 В до плюс 0,4 В, затем обратный заряд ХИТ заданным постоянным током от плюс 0,4 В до минус 2,5 В (см. рисунок 17).

При задании в программе тестирования ХИТ шага заряда заданным постоянным током от минус 2,5 В до плюс 2,5 В, заданный в программе шаг физически будет состоять из шага обратного разряда ХИТ заданным постоянным током от минус 2,5 В до минус 0,4 В, затем заряда ХИТ заданным постоянным током от минус 0,4 В до плюс 2,5 В.

В файлы результатов измерений (см. раздел 16) сохраняется информация именно о физически выполненных шагах, то есть в данном примере заданный в программе шаг DCHCC будет заменен на два шага: DCHCC и -CHCC, а заданный шаг CHCC будет заменен на шаги -DCHCC и CHCC.

Переход между обратными и прямыми режимами может вызвать незначительные выбросы или ступеньки в результатах измерений напряжения и тока (вблизи уровня напряжения плюс 0,4 В или минус 0,4 В). Данные ступеньки находятся в пределах заявленной погрешности воспроизведения и измерения напряжения и тока (см. раздел 7), и являются исключительно следствием особенностей схемных решений модулей заряда-разряда **МЗР** Анализаторов ХИТ (см. раздел 6). Эти же схемные решения позволяют значительно уменьшить количество рассеиваемого тепла во время процесса разряда ХИТ, повысить надежность приборов, а также дарят возможность параллельной работы каналов для увеличения тока заряда-разряда тестируемых ХИТ (см. раздел 10 и подраздел 18.2).

# 16 ФАЙЛЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

В результате тестирования ХИТ с помощью Анализаторов ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8, Пользователь получает два различных типа выходных файлов.

Способы определения параметров, входящих в файлы результатов измерений, изложены в разделах 12, 13 и 14.

Первый тип файлов (файлы "RAW") содержат первичные данные - мгновенные значения напряжения на ХИТ, В, и тока через ХИТ, А, с заданным шагом фиксации параметров во времени.

Дополнительно, эти файлы содержат мгновенные значения ESR ХИТ, Ом, измеренные методом периодического прерывания тока через ХИТ (см. раздел 13, способ 1).

Кроме того, в файле присутствуют значения полученного (отданного) заряда, А·ч, и энергии, Вт·ч, нарастающим итогом от момента начала текущего шага программы тестирования ХИТ:

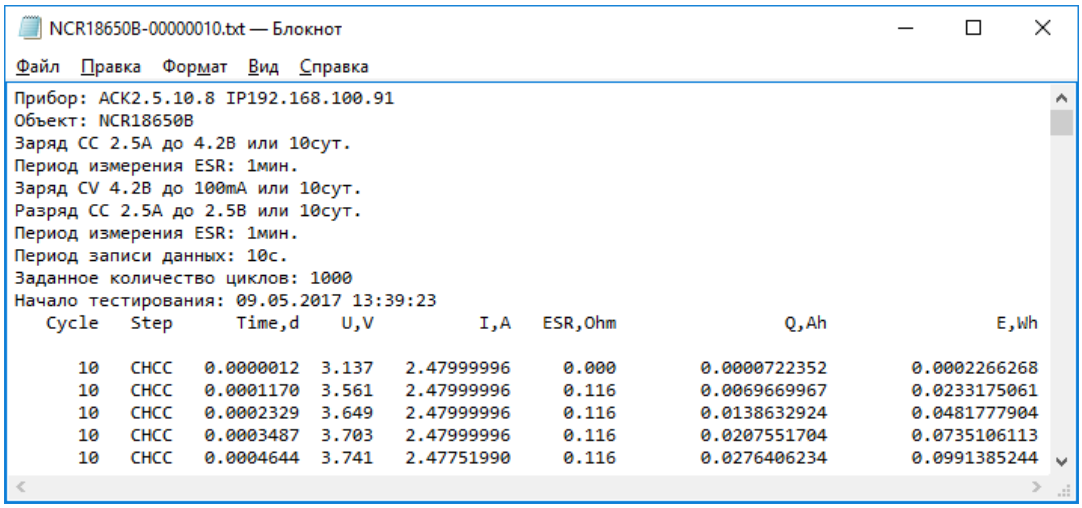



Рисунок 18 - Файл "RAW" первичных результатов тестирования ХИТ

В приведенном выше файле результатов применены следующие обозначения:

- Заряд CC - заряд заданным постоянным током (Constant Current);
- Заряд CV - дозаряд при заданном постоянном напряжении (Constant Voltage);
- Разряд CC - разряд заданным постоянным током;
- Cycle - номер цикла заряда-разряда;
- Step - маркер шага программы тестирования ХИТ.
  CHCC - заряд заданным постоянным током;
- Time,d - время от начала шага, сут;
- U,V - мгновенное напряжение на ХИТ, В;
- I,A - мгновенное значение тока через ХИТ, А, скорректированное на коэффициент $K_{ESR}$ (см. раздел 13, способ 1). Положительные значения соответствуют процессу заряда ХИТ, отрицательные - процессу разряда;
- ESR,Ohm - мгновенное значение ESR, Ом, измеренное методом периодического прерывания тока через ХИТ (см. раздел 13, способ 1);
- Q,Ah - полученный (отданный) заряд (ёмкость), А·ч, нарастающим итогом от начала шага;
- E,Wh - полученная (отданная) энергия, Вт·ч, нарастающим итогом от начала шага.

По файлам первичных данных "RAW" могут быть построены кривые заряда-разряда ХИТ для каждого выполненного цикла заряда-разряда, а также выявлены зависимости отданного заряда и энергии от напряжения на ХИТ и прочее.

Файлы первичных данных "RAW" являются неизбежным результатом тестирования ХИТ. Для каждого цикла заряда-разряда тестируемого ХИТ, прибор будет создавать свой отдельный файл первичных данных "RAW".

Предположим, что при подготовке запуска тестирования ХИТ, Пользователь в окне выбора файла результатов ввел название файла для сохранения результатов измерений "ТЕСТ.txt" (см. подраздел 18.2).

В этом случае к заданному имени файла будет автоматически добавляться номер цикла заряда-разряда, данные для которого сохранены в этом файле, в нашем примере:

"ТЕСТ-00000001.txt"
"ТЕСТ-00000002.txt"
"ТЕСТ-00000003.txt"
"ТЕСТ-00000004.txt"
"ТЕСТ-00000005.txt"
и так далее.

Данные файлы будут сохраняться в выбранную Пользователем папку, и после завершения заданной программы тестирования их количество будет соответствовать количеству выполненных циклов заряда-разряда ХИТ.

**ВНИМАНИЕ! Настоятельно рекомендуется, во избежание последующей путаницы в файлах результатов измерений, создавать на компьютере Пользователя отдельную папку для каждого отдельного теста ХИТ для каждого отдельного канала прибора!**

Второй тип файлов результатов измерений является сводным файлом результатов по шагам или по циклам и содержит обобщенные (обработанные) данные по каждому шагу или циклу заряда-разряда исследуемого ХИТ.

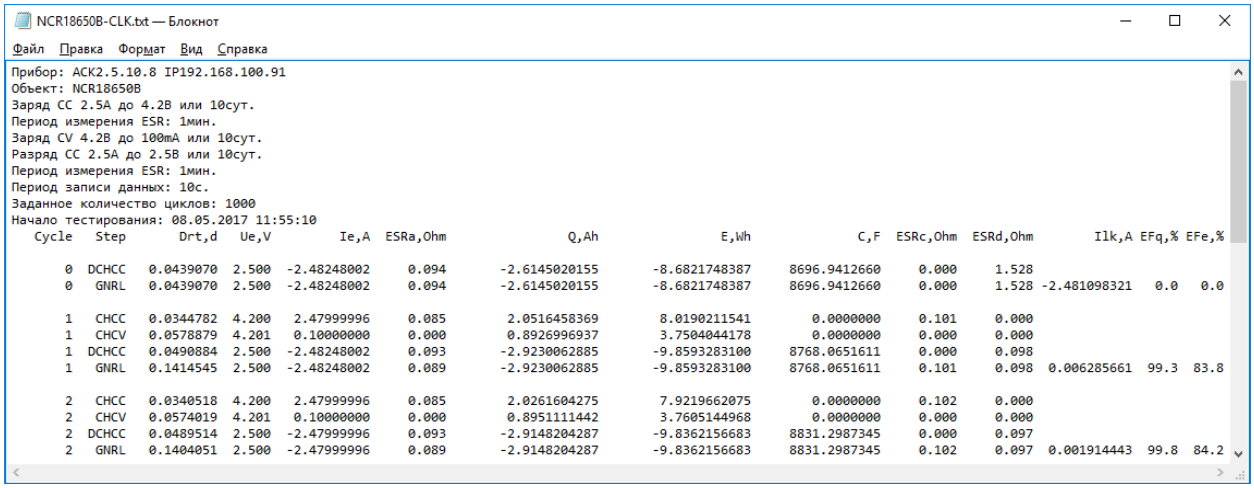
Создание файла данного типа может быть разрешено или запрещено в настройках программы тестирования ХИТ (см. подраздел 18.2). Сам файл, в зависимости от настроек, может содержать сводные данные по каждому выполненному шагу или по каждому выполненному циклу программы тестирования ХИТ.

К имени сводного файла с обобщенными (обработанными) по шагам или циклам результатами измерений автоматически добавляется окончание "-CLK", то есть в нашем примере, имя данного файла будет "ТЕСТ-CLK.txt".

Продолжение см. на следующей странице.

Данный файл включает следующие параметры:

- Полную длительность шага или цикла, сут;
- Конечное напряжение (крайнее значение напряжения) шага или цикла, В;
- Конечный ток (крайнее значение тока) шага или цикла, А, скорректированное на коэффициент $К_{ESR}$ (см. раздел 13, способ 1);
- Усредненный за шаг или за цикл результат измерения ESR, полученный методом периодического прерывания тока через ХИТ, Ом (см. раздел 13, способ 1, а также раздел 12);
- 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 заданным постоянным током (DCHCC) (см. раздел 14); [1]
- ESR ХИТ, измеренное по скачку напряжения в начале заряда, Ом (см. раздел 13, способ 2);
- ESR ХИТ, измеренное по скачку напряжения в начале разряда, Ом (см. раздел 13, способ 2);
- Средний ток утечки через ХИТ за цикл, А (оценочная величина); [2]
- КПД ХИТ по заряду (по А·ч), %;
- КПД ХИТ по энергии (по Вт·ч), %.

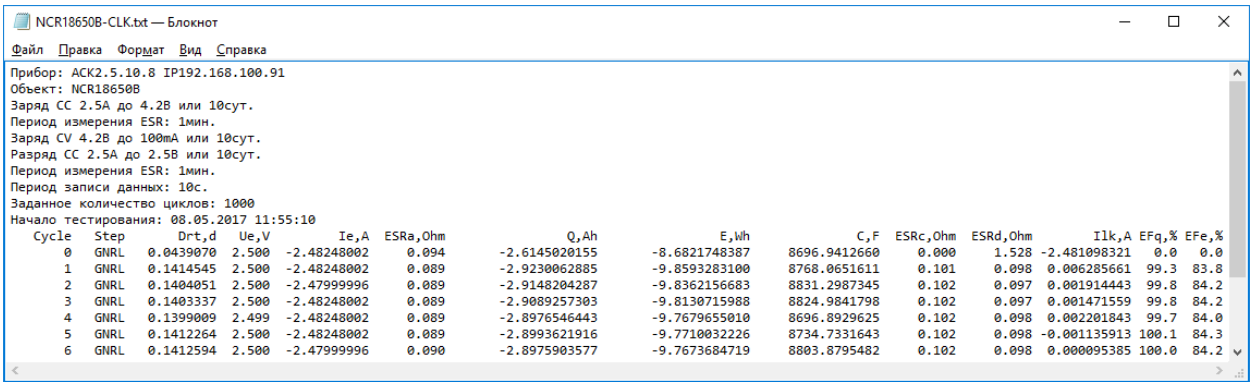


NCR18650B-CLK.txt — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
Прибор: ACK2.5.10.8 IP192.168.100.91
Объект: NCR18650B
Заряд CC 2.5A до 4.2В или 10сут.
Период измерения ESR: 1мин.
Заряд CV 4.2В до 100mA или 10сут.
Разряд CC 2.5A до 2.5В или 10сут.
Период измерения ESR: 1мин.
Период записи данных: 10с.
Заданное количество циклов: 1000
Начало тестирования: 08.05.2017 11:55:10
   Cycle   Step       Drt,d   Ue,V         Ie,A  ESRa,Ohm              Q,Ah              E,Wh             C,F  ESRc,Ohm  ESRd,Ohm        Ilk,A EFq,% EFe,%

       0  DCHCC   0.0439070  2.500  -2.48248002     0.094       -2.6145020155       -8.6821748387     8696.9412660     0.000     1.528
       0   GNRL   0.0439070  2.500  -2.48248002     0.094       -2.6145020155       -8.6821748387     8696.9412660     0.000     1.528 -2.481098321   0.0   0.0

       1   CHCC   0.0344782  4.200   2.47999996     0.085        2.0516458369        8.0190211541        0.0000000     0.101     0.000
       1   CHCV   0.0578879  4.201   0.10000000     0.000        0.8926996937        3.7504044178        0.0000000     0.000     0.000
       1  DCHCC   0.0490884  2.500  -2.48248002     0.093       -2.9230062885       -9.8593283100     8768.0651611     0.000     0.098
       1   GNRL   0.1414545  2.500  -2.48248002     0.089       -2.9230062885       -9.8593283100     8768.0651611     0.101     0.098  0.006285661  99.3  83.8

       2   CHCC   0.0340518  4.200   2.47999996     0.085        2.0261604275        7.9219662075        0.0000000     0.102     0.000
       2   CHCV   0.0574019  4.201   0.10000000     0.000        0.8951111442        3.7605144968        0.0000000     0.000     0.000
       2  DCHCC   0.0489514  2.500  -2.47999996     0.093       -2.9148204287       -9.8362156683     8831.2987345     0.000     0.097
       2   GNRL   0.1404051  2.500  -2.47999996     0.089       -2.9148204287       -9.8362156683     8831.2987345     0.102     0.097  0.001914443  99.8  84.2
```

Рисунок 19 - Сводный файл пошаговых результатов тестирования ХИТ



NCR18650B-CLK.txt — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
Прибор: ACK2.5.10.8 IP192.168.100.91
Объект: NCR18650B
Заряд CC 2.5A до 4.2В или 10сут.
Период измерения ESR: 1мин.
Заряд CV 4.2В до 100mA или 10сут.
Разряд CC 2.5A до 2.5В или 10сут.
Период измерения ESR: 1мин.
Период записи данных: 10с.
Заданное количество циклов: 1000
Начало тестирования: 08.05.2017 11:55:10
   Cycle   Step       Drt,d   Ue,V         Ie,A  ESRa,Ohm              Q,Ah              E,Wh             C,F  ESRc,Ohm  ESRd,Ohm        Ilk,A EFq,% EFe,%
       0   GNRL   0.0439070  2.500  -2.48248002     0.094       -2.6145020155       -8.6821748387     8696.9412660     0.000     1.528 -2.481098321   0.0   0.0
       1   GNRL   0.1414545  2.500  -2.48248002     0.089       -2.9230062885       -9.8593283100     8768.0651611     0.101     0.098  0.006285661  99.3  83.8
       2   GNRL   0.1404051  2.500  -2.47999996     0.089       -2.9148204287       -9.8362156683     8831.2987345     0.102     0.097  0.001914443  99.8  84.2
       3   GNRL   0.1403337  2.500  -2.48248002     0.089       -2.9089257303       -9.8130715988     8824.9841798     0.102     0.097  0.001471559  99.8  84.2
       4   GNRL   0.1399009  2.499  -2.48248002     0.089       -2.8976546443       -9.7679655010     8696.8929625     0.102     0.098  0.002201843  99.7  84.0
       5   GNRL   0.1412264  2.500  -2.48248002     0.089       -2.8993621916       -9.7710032226     8734.7331643     0.102     0.098 -0.001135913 100.1  84.3
       6   GNRL   0.1412594  2.500  -2.47999996     0.090       -2.8975903577       -9.7673684719     8803.8795482     0.102     0.098  0.000095385 100.0  84.2
```

Рисунок 20 - Сводный файл поцикловых результатов тестирования ХИТ

В приведенных выше файлах результатов применены следующие обозначения:

- Заряд CC - заряд заданным постоянным током (Constant Current);
- Заряд CV - дозаряд при заданном постоянном напряжении (Constant Voltage);
- Разряд CC - разряд заданным постоянным током;
- Cycle - номер цикла заряда-разряда;
- Step - маркер шага программы тестирования ХИТ;
- CHCC - шаг заряда ХИТ заданным постоянным током;
- CHCV - шаг дозаряда ХИТ при заданном постоянном напряжении;
- DCHCC - шаг разряда ХИТ заданным постоянным током;
- GNRL - маркер полного цикла заряда-разряда (General - полный, обобщенный);
- Drt,d - длительность шага или цикла (Duration), сут;
- 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. раздел 13, способ 1). Положительные значения соответствуют заряду, отрицательные - разряду;
- ESRa,Ohm - среднее за шаг или за цикл значение ESR, Ом (ESRaverage), измеренное методом периодического прерывания тока через ХИТ (см. раздел 13, способ 1, а также раздел 12);
- Q,Ah - полученный (отданный) заряд (ёмкость), А·ч, за шаг или за цикл;
- E,Wh - полученная (отданная) энергия, Вт·ч, за шаг или за цикл;
- C,F - электрическая ёмкость ХИТ, Ф. Имеет смысл только для суперконденсаторов (ионисторов) и определяется только на шаге разряда постоянным током (DCHCC) (см. раздел 14); [1]
- ESRc,Ohm – эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ (ESR), измеренное по скачку напряжения в начале шага заряда, Ом (ESRcharge) (см. раздел 13, способ 2);
- ESRd,Ohm – эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ (ESR), измеренное по скачку напряжения в начале шага разряда, Ом (ESRdischarge) (см. раздел 13, способ 2);
- Ilk,A - ток утечки через ХИТ, А, усредненный в пределах цикла заряда-разряда. 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.

Столбцы в файлах результатов измерений отделены друг от друга пробелами.

Примечания:

1. 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;
2. параметр носит оценочный характер. Подробнее см. раздел 12.

# 17 ПРОРЕЖИВАНИЕ ФАЙЛОВ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 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 приборами, и количество создаваемых файлов результатов измерений (по одному файлу "RAW" для каждого цикла заряда-разряда, плюс один общий, см. раздел 16) 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 "RAW" (см. раздел 16), а также резко сокращается количество строк в файле пошаговых или поцикловых результатов тестирования (см. раздел 16). Как следствие, значительно упрощается последующая обработка и анализ файлов результатов измерений, а также их копирование, перемещение или удаление в случае такой необходимости.

С целью прореживания результатов измерений, Пользователь перед запуском программы тестирования ХИТ (см. раздел 11 и подраздел 18.2) может выбрать необходимый коэффициент прореживания результатов измерений. Выбор коэффициента прореживания осуществляется на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса (см. подраздел 18.2), из соответствующего выпадающего списка, независимо для каждого канала прибора:

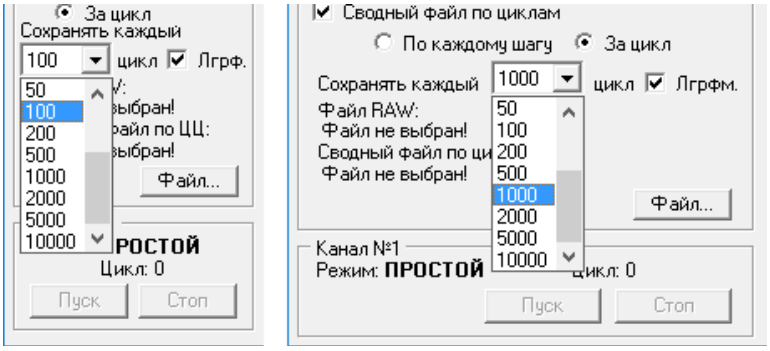



Рисунок 21 - Настройка прореживания результатов измерений

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 (предварительный разряд, если он есть в программе тестирования, см. раздел 11), 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 заключительный заряд ХИТ, если он включён в программу тестирования (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 тоже время использовать возможность прореживания данных с заданным коэффициентом прореживания, в программном обеспечении предусмотрена галка "Лгрфм." (см. рисунок 21). Установка данной галки активирует сохранение результатов измерений с неравномерным коэффициентом прореживания.

Так, если выбран коэффициент прореживания 100 и установлена галка "Лгрфм.", 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 "Лгрфм" не была установлена.

Установка галки "Лгрфм" 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 18.5) вначале тестирования ХИТ с заданным коэффициентом прореживания данных – сто и установленной галкой "Лгрфм." представлен на рисунке 22. Точки на графиках соответствуют циклам заряда-разряда, данные для которых были сохранены в файлы результатов измерений:

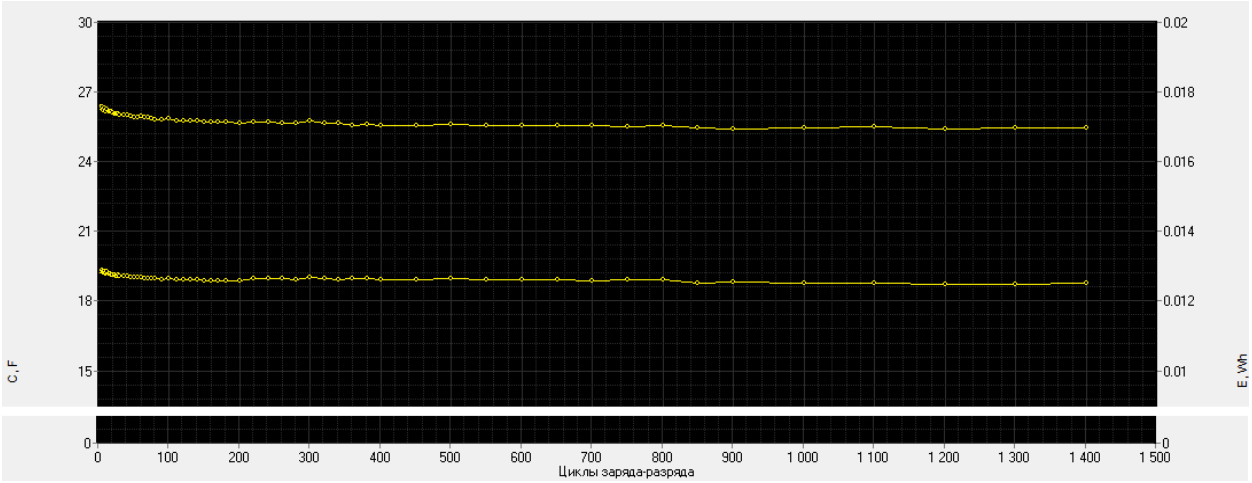



Рисунок 22 – Графики анализа параметров ХИТ с коэффициентом прореживания данных – сто и установленной галкой "Лгрфм."

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

Выбранный коэффициент прореживания влияет непосредственно только на сохранение данных в файлы результатов измерений. Коэффициент прореживания не влияет на использование внутренней памяти прибора и не может быть применен для увеличения времени автономной работы (см. раздел 19).

# 18 КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

## 18.1 Общие указания

Для управления приборами, составления и запуска программы тестирования ХИТ, а также для наблюдения за ходом выполнения тестирования, получения и обработки результатов измерений, используется прикладное программное обеспечение Ys2 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2) и Ys8 (для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8), устанавливаемое на компьютере Пользователя – Компьютерный Интерфейс.

Сведения об установке и настройке подключения между прибором и Компьютерным Интерфейсом изложены в разделе 9 и подразделе 18.6.

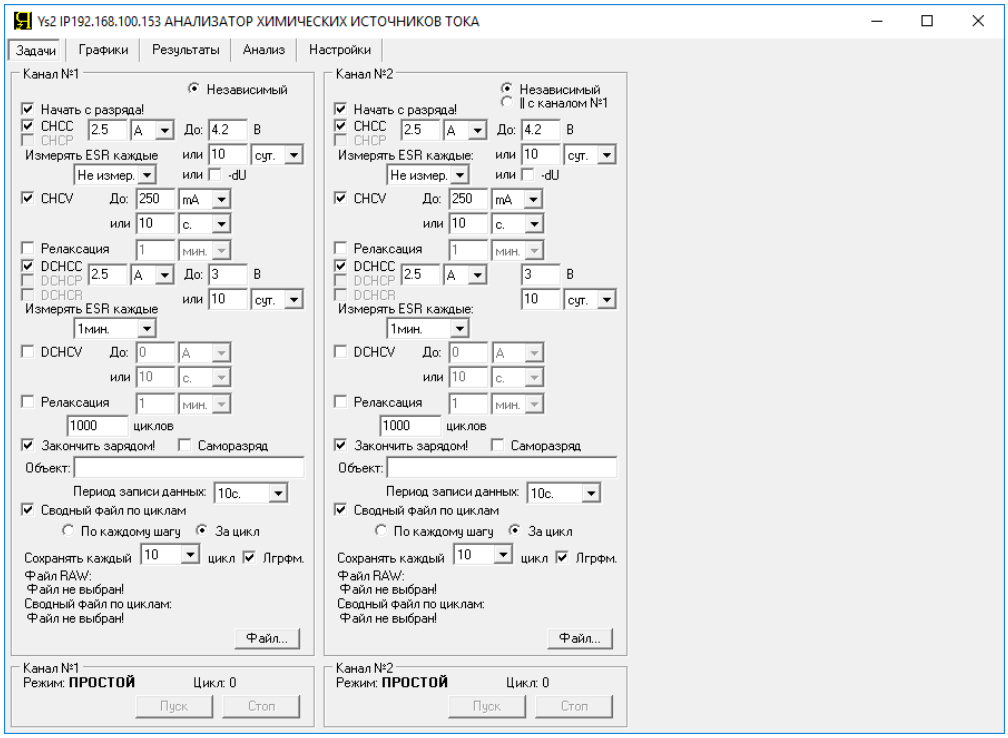



Рисунок 23 – Внешний вид Компьютерного Интерфейса Ys2
для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

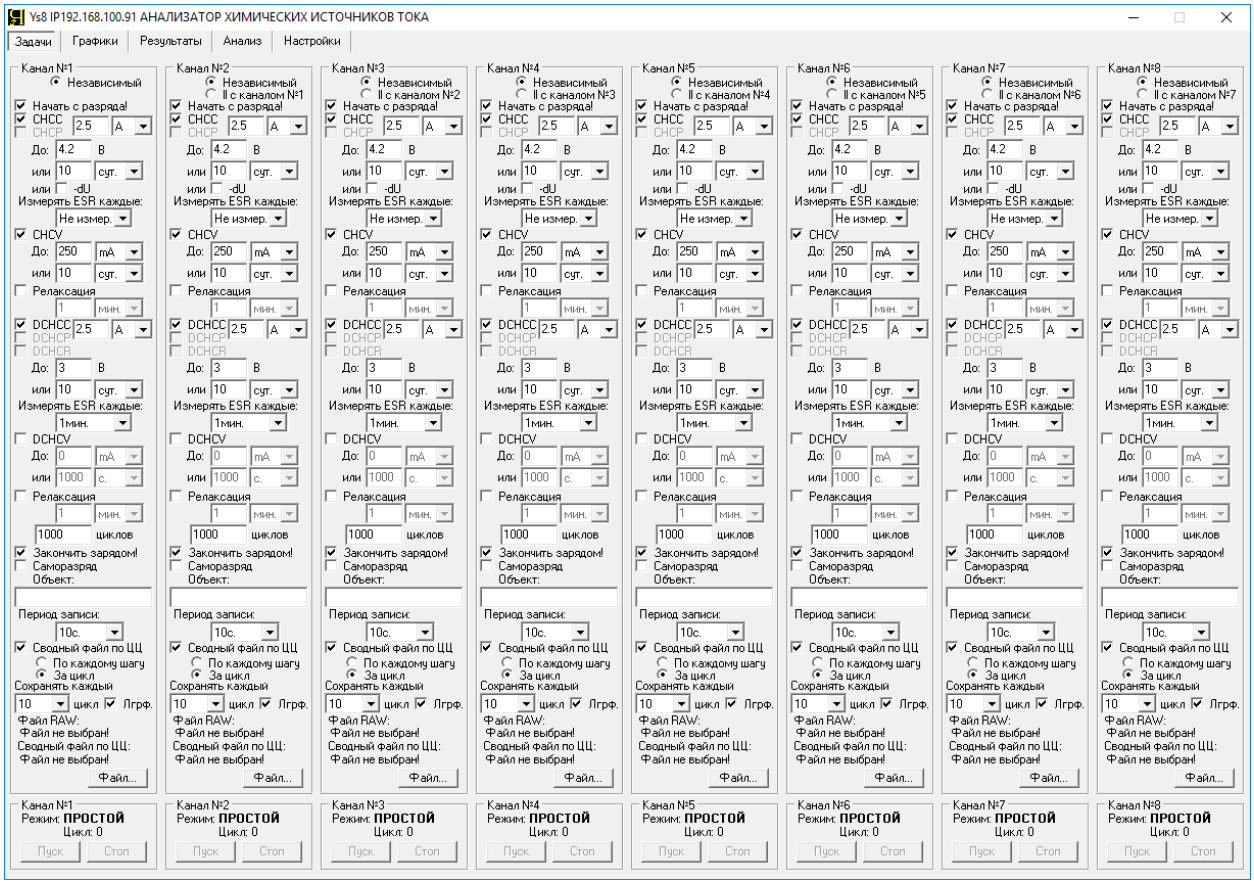



Рисунок 24 - Внешний вид Компьютерного Интерфейса Ys8
для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

Компьютерный Интерфейс содержит страницы:

- Задачи
- Графики
- Результаты
- Анализ
- Настройки

Выбор страниц осуществляется соответствующими кнопками вверху слева:

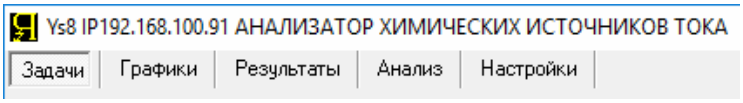



Рисунок 25 - Кнопки выбора страниц Компьютерного Интерфейса

Все страницы имеют общую нижнюю область, отражающую состояние каждого канала Анализатора, и дающую возможность начать или прервать процесс тестирования ХИТ на нужном канале прибора с любой страницы Компьютерного Интерфейса:

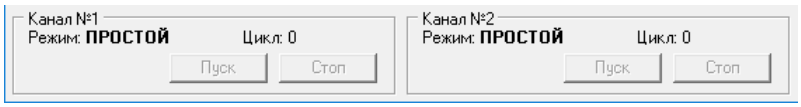



Рисунок 26 - Общая для всех страниц область Компьютерного Интерфейса Ys2

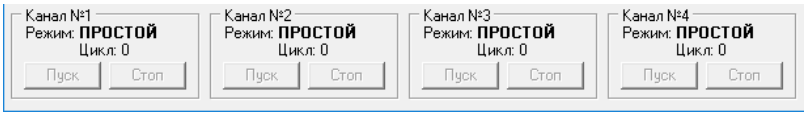



Рисунок 27 - Общая для всех страниц область Компьютерного Интерфейса Ys8

Кнопка "Пуск" предназначена для запуска на выполнение заранее подготовленной на вкладке "Задачи" программы тестирования ХИТ.

Кнопка "Стоп" предназначена для прерывания процесса тестирования ХИТ для данного канала, или для сброса аварийного состояния на соответствующем канале прибора (квитирования сообщения об ошибке).

Маркеры режима работы канала могут принимать следующие значения:

- "**ИНИЦИАЛИЗ.**" – Режим инициализации работы канала;
- "**ПРОСТОЙ**" – Режим простоя канала (канал прибора готов к работе);
- "**ТСТ ЗАВЕРШ.**" – Тест ХИТ завершен;
- "**ИЗМЕР. ESR**" – Измерение ESR тестируемого ХИТ;
- "**РЕЛАКСАЦИЯ**" – Режим релаксации (паузы);
- "**CHCC**" – Заряд ХИТ заданным постоянным током;
- "**-CHCC**" – Обратный заряд ХИТ заданным постоянным током (см. раздел 15);
- "**CHCP**" – Заряд ХИТ заданной постоянной мощностью;
- "**-CHCP**" – Обратный заряд ХИТ заданной постоянной мощностью (см. раздел 15);
- "**CHCV**" – Дозаряд ХИТ при заданном постоянном напряжении;
- "**-CHCV**" – Обратный дозаряд ХИТ при постоянном напряжении (см. раздел 15);
- "**DCHCC**" – Разряд ХИТ заданным постоянным током;
- "**-DCHCC**" – Обратный разряд ХИТ заданным постоянным током (см. раздел 15);
- "**DCHCP**" – Разряд ХИТ заданной постоянной мощностью;
- "**-DCHCP**" – Обратный разряд ХИТ заданной постоянной мощностью (см. раздел 15);
- "**DCHCR**" – Разряд ХИТ на заданное постоянное сопротивление;
- "**DCHCV**" – Доразряд ХИТ при заданном постоянном напряжении;
- "**-DCHCV**" – Обратный доразряд ХИТ при постоянном напряжении (см. раздел 15);
- "**САМОРАЗРЯД**" – Запись кривой саморазряда ХИТ;
- "**АВ. ОБЪЕКТА**" – Авария ХИТ (обрыв);
- "**ПЕРЕНАПР.U+**" – Перенапряжение на клемме "+" канала прибора;
- "**ПЕРЕНАПР.U-**" – Перенапряжение на клемме "-" канала прибора;
- "**ПЕРЕГРУЗКА**" – Перегрузка по току;
- "**ПЕРЕГРЕВ**" – Перегрев канала;
- "**НЕТ СВЯЗИ**" – Обрыв связи с каналом прибора;
- "**ОБЩ. АВАРИЯ**" – Общая авария канала прибора;

Подробное описание Компьютерного Интерфейса изложено в подразделах 18.2 – 18.6.

## 18.2 Страница "ЗАДАЧИ"

Страница "Задачи" Компьютерного Интерфейса предназначена для настройки программы тестирования ХИТ:

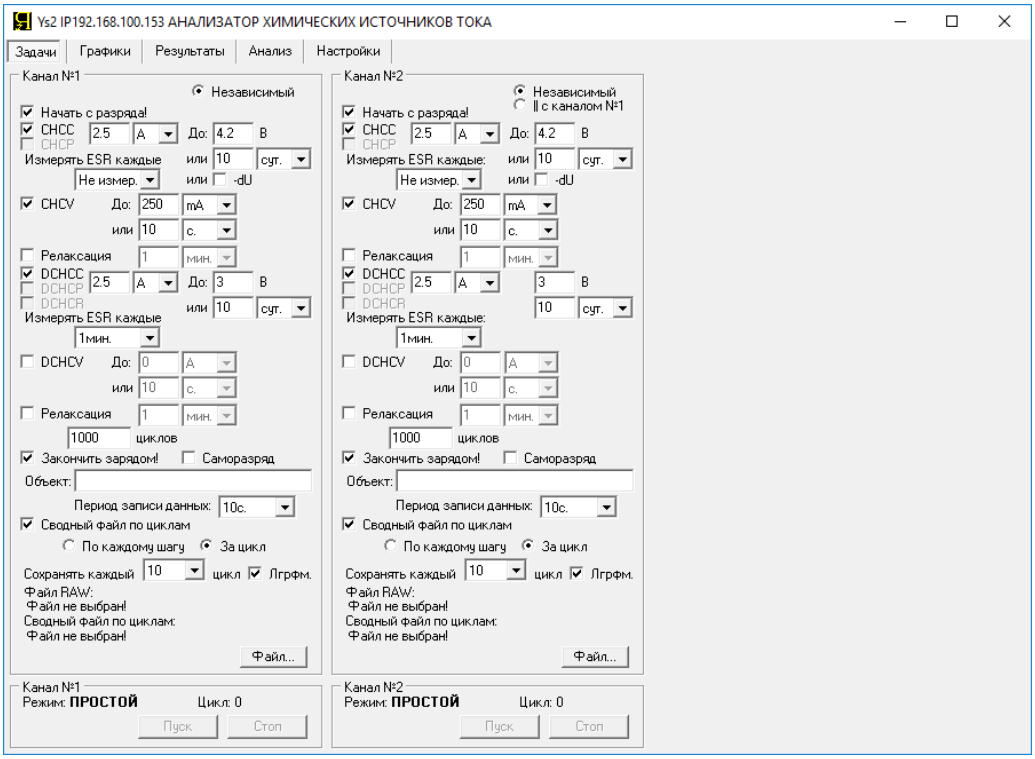



Рисунок 28 - Страница "Задачи" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

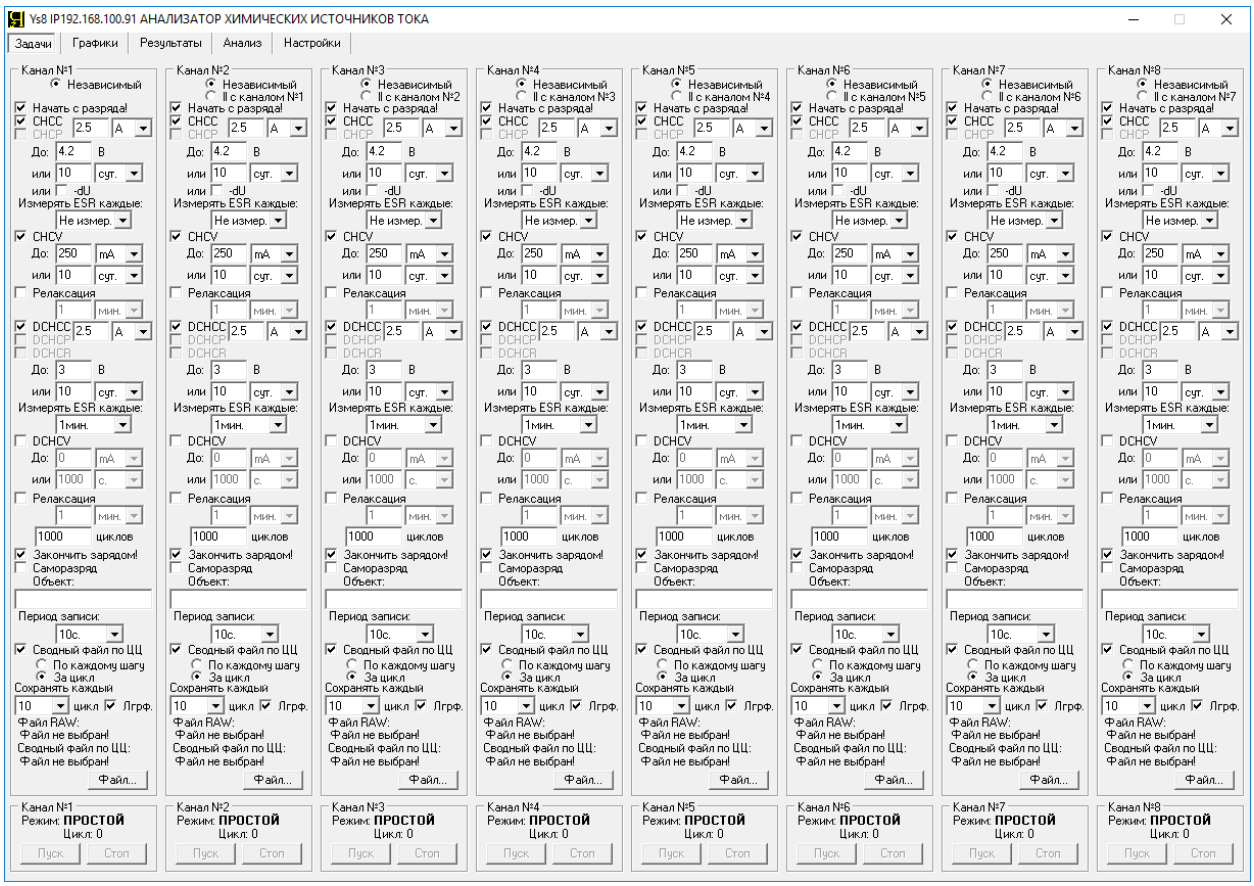



Рисунок 29 - Страница "Задачи" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

Настройка программы тестирования ХИТ для конкретного канала прибора возможна только при установленном соединении между Компьютерным Интерфейсом и Анализатором ХИТ, только если канал не используется как "Ведомый" и только, если данный канал прибора находится в состоянии "**ПРОСТОЙ**" (канал готов к работе). Во всех остальных случаях элементы настройки программы тестирования ХИТ для данного канала будут заблокированы.

Сведения об установке и настройке подключения между прибором и Компьютерным Интерфейсом изложены в разделе 9 и подразделе 18.6.

Страница "Задачи" содержит две (для АСК2.5.10.2) или восемь (для АСК2.5.10.8) однотипных областей настройки программ тестирования ХИТ для всех каналов Анализатора.

Дальнейшее рассмотрение будет произведено на примере области настройки программы тестирования ХИТ для каналов №1 и №2 Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8.

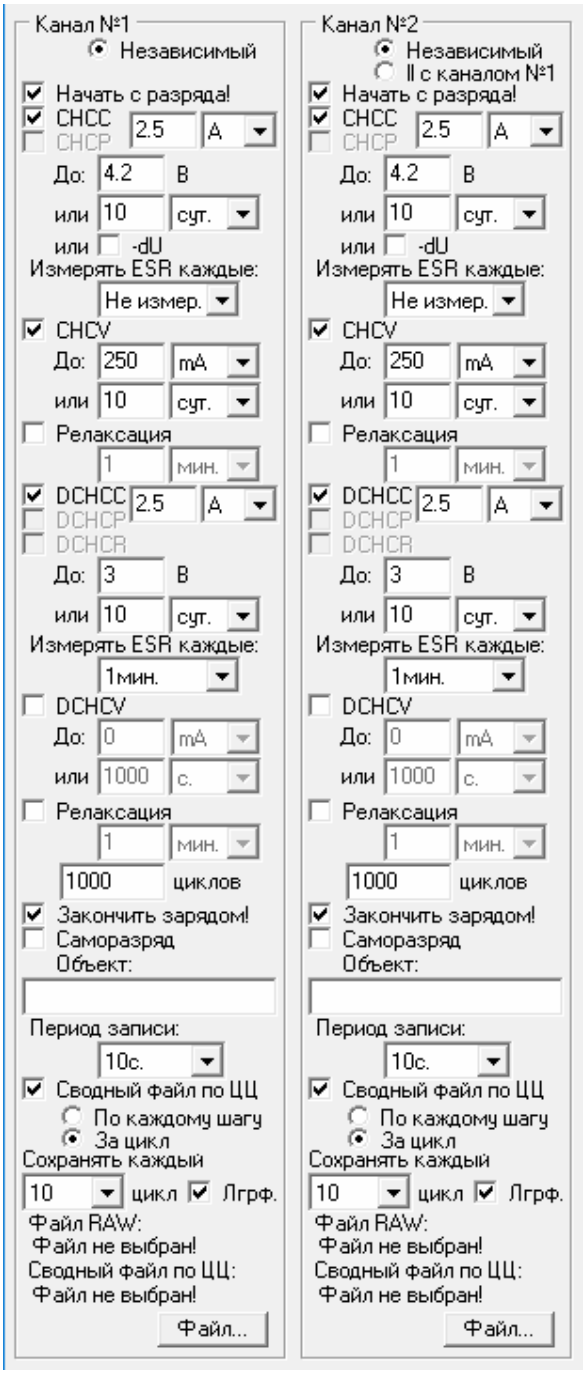



Рисунок 30 - Область настройки программы тестирования ХИТ для каналов №1 и №2 Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

В случае ввода некорректных данных или значений параметров, выходящих за допустимые пределы, текст в соответствующем поле будет выделен красным цветом, а запуск программы тестирования ХИТ на выполнение для данного канала прибора станет невозможным.

С целью увеличения тока заряда-разряда ХИТ в режимах CHCC и DCHCC, увеличения мощности заряда-разряда ХИТ в режимах CHCP и DCHCP, а также с целью уменьшения сопротивления разряда ХИТ в режиме DCHCR, каналы Анализатора ХИТ можно объединять для параллельной работы. Объединять для параллельной работы возможно только смежные каналы Анализатора, например, каналы №1 и №2, №3 и №4, №5 и №6 и №7 и №8. Объединение не смежных каналов, например №1 и №3 не допускается.

Для обеспечения параллельной работы каналов прибора необходимо физически перемкнуть клеммы соответствующих каналов с помощью перемычек, входящих в комплект поставки прибора (см. раздел 10), а также в Компьютерном Интерфейсе установить указатели "|| с каналом №x" для тех каналов, которые должны работать параллельно с предыдущим:

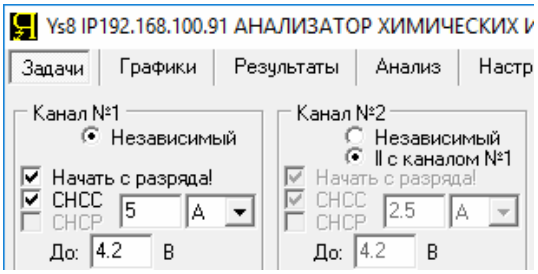



Рисунок 31 - Объединение каналов прибора в группу для параллельной работы

При параллельном соединении группы каналов Анализатора, ведущим становится первый канал в группе. Настройки программы тестирования ХИТ производятся именно для этого канала, для остальных каналов в группе настройки программы будут заблокированы. При этом, диапазоны настройки тока заряда-разряда ХИТ, мощности заряда-разряда ХИТ, а также сопротивления разряда ХИТ для ведущего канала в группе расширяются пропорционально числу объединенных каналов (например, 5 А вместо 2,5 А для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2, или 5 А, 7,5 А, 10 А, 12,5 А, 15 А, 17,5 А или 20 А вместо 2,5 А, для Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8). Измерение напряжения на ХИТ в группе параллельно соединенных каналов осуществляется ведущим (первым) каналом в группе. С целью повышения точности измерения напряжения на ХИТ, подключать тестируемый ХИТ следует к контактному устройству именно ведущего (первого) канала в группе параллельных каналов (см. раздел 10).

Галка "Начать с разряда" обеспечивает предварительный разряд тестируемого ХИТ перед выполнением заданного количества циклов заряда-разряда. Это может оказаться полезным, если нужно, чтобы уже первый цикл заряда-разряда позволил определить действительные параметры ХИТ, например КПД хранения энергии (см. раздел 11).

Продолжение см. на следующей странице.

Выбор заряда ХИТ заданным постоянным током (CHCC) или заданной постоянной мощностью (CHCP) осуществляется установкой соответствующих галок "CHCC" или "CHCP". Данные режимы взаимоисключают друг-друга, поэтому может быть задан лишь один из них. Выбор типа единиц измерения (А, мА, мкА или Вт, мВт, мкВт) осуществляется автоматически в зависимости от выбранного режима заряда:

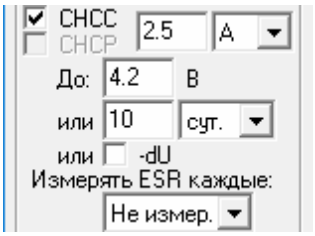



Рисунок 32 - Настройка режимов заряда ХИТ

В следующих окнах выбираются и настраиваются условия окончания заряда ХИТ заданным постоянным током или мощностью. Заряд ХИТ будет закончен, если напряжение на ХИТ достигнет заданного значения, истечет заданное время, либо если прибор зарегистрирует отрицательное приращение напряжения на ХИТ во время заряда ("-dU"). Активация условия окончания заряда при обнаружении отрицательного приращения напряжения на ХИТ "-dU" осуществляется установкой одноименной галки. Заряд ХИТ будет завершен при срабатывании одного из заданных условий, в зависимости от того, какое событие наступит раньше.

В процессе заряда ХИТ заданным постоянным током (CHCC) или заданной постоянной мощностью (CHCP) возможно периодическое измерение эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) ХИТ. Измерение ESR производится путем кратковременного прерывания тока заряда и отслеживания величины скачка напряжения на ХИТ (см. раздел 13, способ 1).

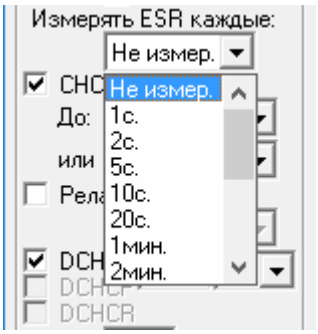



Рисунок 33 - Выбор периода измерения ESR ХИТ в процессе заряда

Период измерения ESR $P_{ESR}$ во время процесса заряда ХИТ выбирается из выпадающего списка и может принимать следующие значения:

- "Не измер." - периодическое измерение ESR производиться не будет;

- "1с.";
- "2с.";
- "5с.";
- "10с.";
- "20с.";
- "1мин.";
- "2мин.";
- "5мин.";
- "10мин.";
- "20мин.";
- "1ч.";
- "2ч.";
- "5ч.";
- "10ч.";
- "1сут.".

После заряда ХИТ постоянным током (CHCC) или постоянной мощностью (CHCP), возможен дозаряд ХИТ при постоянном напряжении (CHCV). Напряжение дозаряда ХИТ автоматически устанавливается равным заданному напряжению окончания заряда CHCC или CHCP. Активация режима дозаряда ХИТ при постоянном напряжении (CHCV) и настройка критериев его окончания производится соответствующими элементами управления:

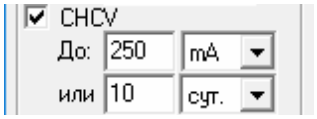



Рисунок 34 - Настройка режима дозаряда ХИТ при постоянном напряжении

Режим дозаряда постоянным напряжением (CHCV) не может быть активирован, если не включен ни один из режимов заряда: ни CHCC, ни CHCP.

Критерий окончания дозаряда по току срабатывает при падении зарядного тока до заданного значения. Ток окончания дозаряда следует задавать равным не менее 5 % от заданного тока для шага CHCC. При задании нулевого значения тока окончания дозаряда, данный критерий окончания дозаряда отключается и не действует.

После выполнения заряда тестируемого ХИТ в различных режимах возможно введение в программу тестирования ХИТ шага релаксации (паузы). На время релаксации ток заряда-разряда через тестируемый ХИТ отключается и последующее изменение напряжения на ХИТ происходит в соответствии только с внутренними процессами, происходящими в самом ХИТ. Шаг релаксации предусматривает единственный критерий окончания - по прошествии заданного времени:

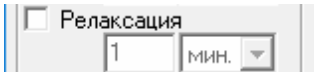



Рисунок 35 - Настройка релаксации (паузы) после заряда

Режим релаксации после заряда не может быть активирован, если не включен ни один из режимов заряда: ни CHCC, ни CHCP.

Следующий возможный шаг программы тестирования ХИТ – разряд ХИТ заданным постоянным током (DCHCC), заданной постоянной мощностью (DCHCP) или на заданное постоянное сопротивление (DCHCR). Эти три режима разряда являются взаимоисключающими, при выборе одного из них выбор остальных блокируется (см. раздел 11). Выбор типа единиц измерения (А, мА, мкА или Вт, мВт, мкВт или мОм, Ом, кОм) осуществляется автоматически в зависимости от выбранного режима разряда:

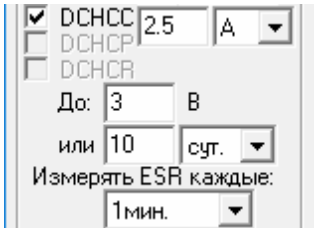



Рисунок 36 - Настройка режимов разряда ХИТ

Разряд заданным постоянным током (DCHCC), заданной постоянной мощностью (DCHCP) или на заданное постоянное сопротивление (DCHCR) будет завершен при срабатывании одного из двух критериев окончания: по падению напряжения на ХИТ до заданной величины или по истечению заданного времени.

Напряжение окончания разряда можно задавать любым из диапазона от минус 4,5 до плюс 4,5 В, в том числе равным нулю. При задании отрицательных значений напряжения, разряд ХИТ будет осуществлен до 0 В, затем будет произведен обратный заряд ХИТ в отрицательную сторону (см. раздел 15). При выборе режима разряда ХИТ на заданное постоянное сопротивление (DCHCR) задание отрицательных напряжений окончания разряда становится невозможным.

В процессе разряда ХИТ заданным постоянным током (DCHCC), заданной постоянной мощностью (DCHCP) или на заданное постоянное сопротивление (DCHCR), возможно периодическое измерение эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) ХИТ (см. раздел 13, способ 1). Период измерения ESR $P_{ESR}$ выбирается из выпадающего списка, и, также как и при заряде, периодическое измерение ESR в процессе разряда ХИТ может быть отключено:

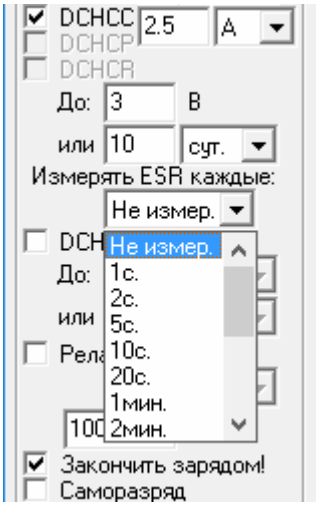



Рисунок 37 - Выбор периода измерения ESR ХИТ в процессе разряда

После разряда исследуемого ХИТ постоянным током (DCHCC), постоянной мощностью (DCHCP) или на постоянное сопротивление (DCHCR), возможен доразряд ХИТ при постоянном напряжении (DCHCV). Напряжение доразряда ХИТ автоматически устанавливается равным заданному напряжению окончания разряда DCHCC, DCHCP или DCHCR. Активация режима доразряда ХИТ при постоянном напряжения и настройка критериев его окончания производится соответствующими элементами управления:

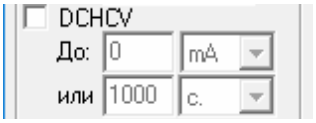



Рисунок 38 - Настройка режима доразряда ХИТ при постоянном напряжении

Режим доразряда при постоянном напряжении (DCHCV) не может быть активирован, если в программу тестирования ХИТ не включен ни один из режимов разряда: ни DCHCC, ни DCHCP, ни DCHCR.

Критерий окончания доразряда по току срабатывает при падении разрядного тока до заданного значения. Ток окончания доразряда следует задавать равным не менее 5 % от заданного тока для шага DCHCC. При задании нулевого значения тока, данный критерий окончания доразряда отключается и не действует.

После всех режимов разряда может быть активирован режим релаксации в течении заданного периода времени. На время релаксации ток заряда-разряда через тестируемый ХИТ отключается и последующее изменение напряжения на ХИТ происходит в соответствии только с внутренними процессами, происходящими в самом ХИТ.

Шаг релаксации предусматривает только единственно возможный критерий окончания - по прошествии заданного времени:

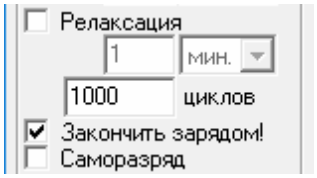



Рисунок 39 - Настройка режима доразряда ХИТ при постоянном напряжении

Режим релаксации после разряда не может быть активирован, если не включен ни один из режимов разряда: ни DCHCC, ни DCHCP, ни DCHCR.

Далее следует задать необходимое число циклов заряда-разряда тестируемого ХИТ (см. рисунок 39). Заданное число циклов заряда-разряда может быть более миллиона.

При тестировании гальванических элементов (батареек) следует отключить все шаги заряда, а заданное число циклов заряда-разряда задать равным одному, так как испытание гальванических элементов предполагает лишь однократный разряд.

Галка "Закончить зарядом!" обеспечивает заключительный заряд тестируемого ХИТ после выполнения заданной программы тестирования (см. раздел 11). При установке данной галки ХИТ после тестирования будет заряжен и готов к немедленному дальнейшему использованию.

Галка "Саморазряд" позволяет выполнить запись кривой саморазряда тестируемого ХИТ U(t) после выполнения заданной программы тестирования.

Тест ХИТ на саморазряд может быть выполнен только один раз за один запуск программы тестирования после выполнения всех заданных циклов на последнем цикле тестирования ХИТ вместо всех шагов разряда ХИТ (см. раздел 11).

В простейшем случае, если программа тестирования ХИТ состоит только из двух шагов, например, заряда заданным постоянным током (CHCC) и разряда заданным постоянным током (DCHCC), а заданное число циклов заряда-разряда равно двум, то последовательность тестирования ХИТ будет состоять из следующих режимов:

CHCC → DCHCC → CHCC → DCHCC

Ц и к л № 1 Ц и к л №2

При добавлении в такую программу теста на саморазряд (установке галки "Саморазряд"), режим разряда ХИТ в последнем цикле будет заменен тестом на саморазряд:

CHCC → DCHCC → CHCC → САМОРАЗРЯД

Окончание записи кривой саморазряда ХИТ U(t) может быть осуществлено только вручную, нажатием кнопки "Стоп" на соответствующем канале прибора.

Продолжение см. на следующей странице.

Текстовое поле "Объект:" предназначено для ввода наименования исследуемого ХИТ. Это наименование копируется в файлы результатов измерений, и позволяет идентифицировать полученные результаты измерений в будущем:

Рисунок 40 - Поле ввода названия тестируемого ХИТ

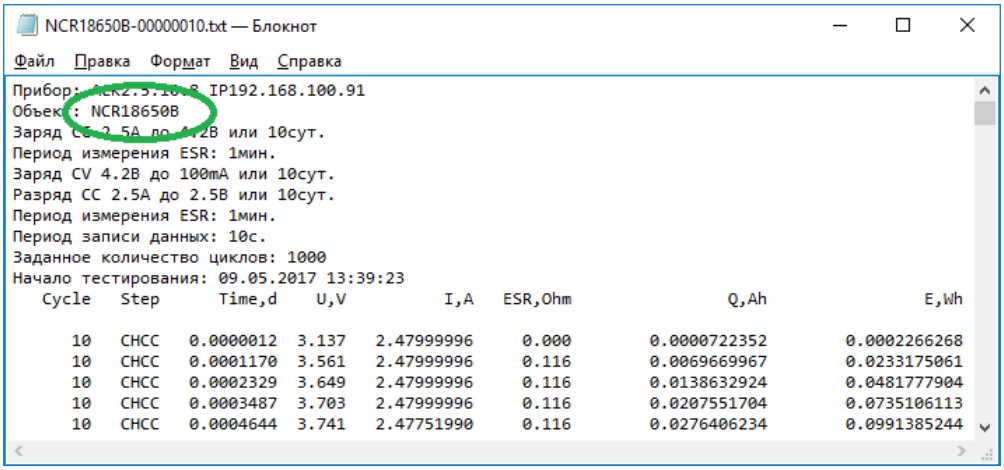



Рисунок 41 - Название тестируемого ХИТ в файлах результатов измерений

**ВНИМАНИЕ! Настоятельно рекомендуется вводить в поля "Объект" разумные названия тестируемых ХИТ. Это позволит в будущем правильно идентифицировать файлы с результатами испытаний ХИТ.**

Перед запуском заданной программы тестирования ХИТ на выполнение следует выбрать период сохранения результатов измерений, задать тип и указать путь к файлам результатов измерений:

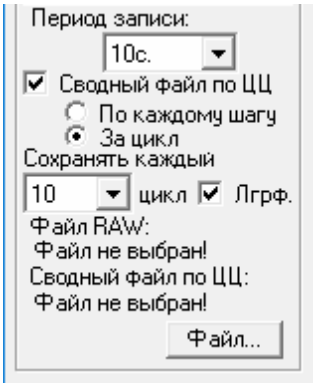



Рисунок 42 - Настройка получения результатов измерений

В результате тестирования ХИТ с помощью Анализаторов ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8, Пользователь получает два различных типа выходных файлов (см. раздел 16):

- Файлы первичных данных "RAW";
- Файл обобщенных пошаговых или поцикловых результатов тестирования ХИТ.

Файлы первичных данных "RAW" содержат первичные данные - мгновенные значения напряжения на ХИТ, В, тока через ХИТ, А, ESR ХИТ, Ом, а также ряд других параметров, сохраняемых с заданным шагом фиксации параметров во времени (см. раздел 16).

Файлы первичных данных "RAW" является неизбежным результатом работы Анализатора ХИТ и создаются прибором по одному для каждого цикла заряда-разряда.

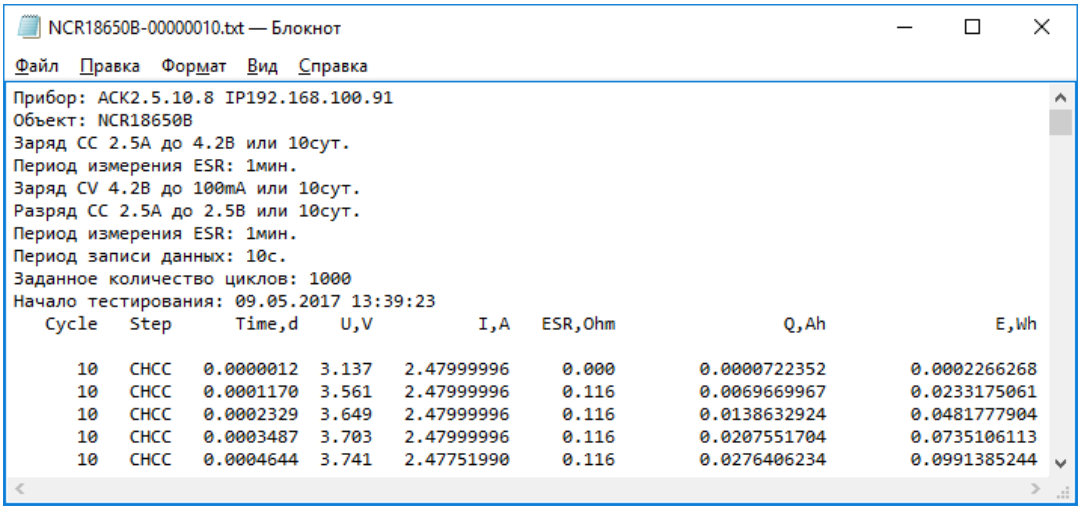



Рисунок 43 - Файл первичных данных "RAW"

Период записи результатов измерений в файлы первичных данных "RAW" выбирается из выпадающего списка "Период записи:"

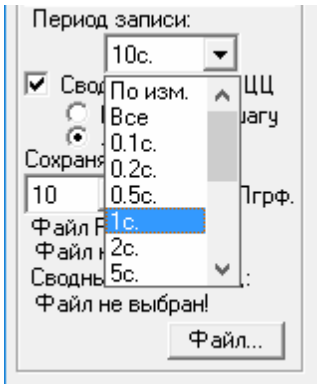



Рисунок 44 - Выбор периода сохранения результатов измерений в файлы первичных данных "RAW"

Период записи результатов измерений может принимать следующие значения:

- "По изм.";
- "Все";
- 0,1 с;
- 0,2 с;
- 0,5 с;
- 1 с;
- 2 с;
- 5 с;
- 10 с;
- 20 с;
- 1 мин;
- 2 мин;
- 5 мин;
- 10 мин;
- 20 мин;
- 1 ч.

Режим сохранения данных "По изм." предполагает запись очередной строки в файл "RAW" только в случае изменения напряжения на ХИТ или тока через ХИТ хотя бы на одну дискрету результата АЦП напряжения или тока. Данный метод позволяет получить достаточно компактные, и в то же время подробные файлы первичных результатов измерений. К недостаткам можно отнести увеличенную на несколько дискрет АЦП погрешность сохранения результатов измерений.

Режим сохранения данных "Все" предполагает запись всех получаемых данных с максимально возможной частой. Средний период записи данных в этом режиме составляет примерно 0,05 с (20 Гц).

Событие срабатывания критерия окончания текущего шага программы тестирования ХИТ имеет бóльший приоритет для записи данных в файл "RAW", чем заданный способ сохранения данных. Например, если выбран период записи данных "10 мин", очередная

строка (точка*) в файлы "RAW" будет записываться один раз за каждые 10 минут процесса тестирования ХИТ. Однако, если критерий окончания текущего шага сработает раньше момента записи очередной строки (например, через 5 минут после записи предыдущей строки), текущие параметры ХИТ все равно будут записаны в файл "RAW" и таким образом будет сформирована последняя (крайняя) строка в данном шаге программы. Сразу за этим будет совершен переход к следующему шагу (или циклу) тестирования ХИТ, в момент начала которого будет сформирована первая строка (точка) данных для нового шага, и отсчет периода записи данных начнется сначала. Таким образом, первые и последние строки для конкретного шага в файле "RAW" всегда сохраняются в файл именно в момент наступления заданного события, без привязки к выбранному способу записи данных.

Выбор периода сохранения данных в файлы первичных данных "RAW" зависит от предполагаемой скорости процессов при тестировании конкретного ХИТ. В большинстве случаев хороший выбор периода записи данных будет такой, при котором на каждом шаге тестирования ХИТ (например, CHCC или DCHCC) будет сохранено от 100 до 400 точек измерения рабочих параметров ХИТ (строк в файле первичных данных "RAW").

Например, для некоторого аккумулятора предполагаемая длительность шага заряда или разряда составляет 1 ч. В этом случае, разумный выбор для периода сохранения данных будет составлять 20 с. При этом, в течение шага заряда или разряда будет сохранено около 200 точек, что более чем достаточно для вычисления необходимых характеристик тестируемого ХИТ с максимальной точностью.

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 5 минут и более) выбирать малые периоды сохранения результатов измерений (1 с и менее). Это приведет к неоправданному возрастанию объема результатов измерений, а также к уменьшению времени автономной работы прибора (см. раздел 19).**

Файл обобщенных (обработанных) пошаговых или поцикловых результатов тестирования ХИТ является сводным файлом результатов измерений по шагам или по циклам и содержит обобщенные (обработанные) данные по каждому шагу или циклу заряда-разряда исследуемого ХИТ (см. раздел 16).

Создание файла обобщенных поцикловых или пошаговых результатов тестирования ХИТ может быть включено или отключено галкой "Сводный файл по ЦЦ":

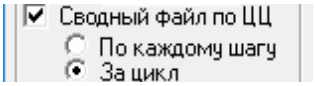
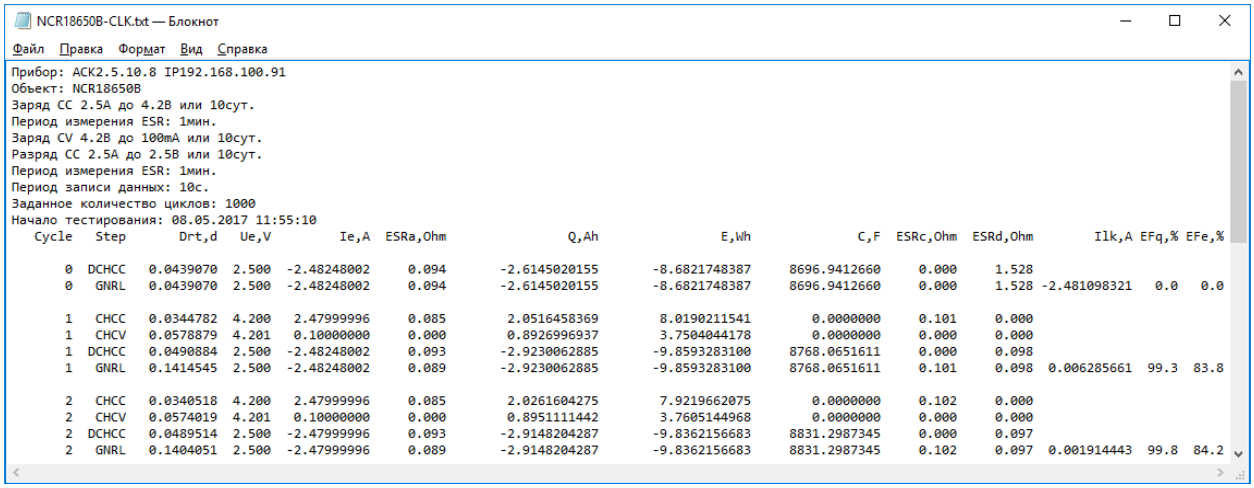



Рисунок 45 - Настройка сохранения сводного файла результатов измерений по шагам или по циклам заряда-разряда

Выбор указателя "По каждому шагу" предполагает запись в файл обобщенных результатов данных по каждому шагу программы тестирования ХИТ. В этом случае, каждому циклу заряда-разряда будет соответствовать несколько строк, описывающих результаты тестирования ХИТ по каждому шагу программы тестирования ХИТ внутри одного цикла и заключительная строка сводных данных "GNRL" по конкретному циклу (см. рисунок 46).

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.



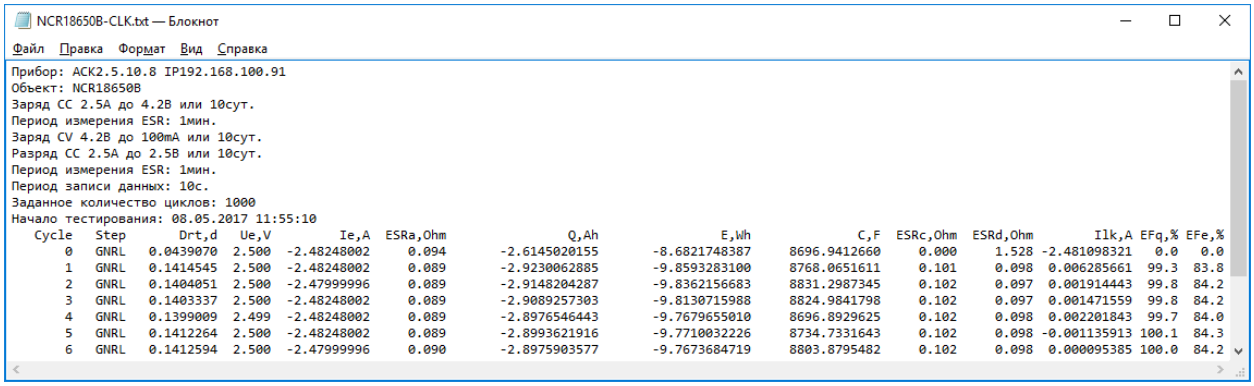
NCR18650B-CLK.txt — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
Прибор: ACK2.5.10.8 IP192.168.100.91
Объект: NCR18650B
Заряд CC 2.5A до 4.2B или 10сут.
Период измерения ESR: 1мин.
Заряд CV 4.2B до 100mA или 10сут.
Разряд CC 2.5A до 2.5B или 10сут.
Период измерения ESR: 1мин.
Период записи данных: 10с.
Заданное количество циклов: 1000
Начало тестирования: 08.05.2017 11:55:10
   Cycle   Step       Drt,d   Ue,V         Ie,A  ESRa,Ohm             Q,Ah             E,Wh             C,F  ESRc,Ohm  ESRd,Ohm        Ilk,A EFq,% EFe,%

       0  DCHCC   0.0439070  2.500  -2.48248002     0.094      -2.6145020155    -8.6821748387    8696.9412660     0.000     1.528
       0   GNRL   0.0439070  2.500  -2.48248002     0.094      -2.6145020155    -8.6821748387    8696.9412660     0.000     1.528 -2.481098321   0.0   0.0

       1   CHCC   0.0344782  4.200   2.47999996     0.085       2.0516458369     8.0190211541       0.0000000     0.101     0.000
       1   CHCV   0.0578879  4.201   0.10000000     0.000       0.8926996937     3.7504044178       0.0000000     0.000     0.000
       1  DCHCC   0.0490884  2.500  -2.48248002     0.093      -2.9230062885    -9.8593283100    8768.0651611     0.000     0.098
       1   GNRL   0.1414545  2.500  -2.48248002     0.089      -2.9230062885    -9.8593283100    8768.0651611     0.101     0.098  0.006285661  99.3  83.8

       2   CHCC   0.0340518  4.200   2.47999996     0.085       2.0261604275     7.9219662075       0.0000000     0.102     0.000
       2   CHCV   0.0574019  4.201   0.10000000     0.000       0.8951111442     3.7605144968       0.0000000     0.000     0.000
       2  DCHCC   0.0489514  2.500  -2.47999996     0.093      -2.9148204287    -9.8362156683    8831.2987345     0.000     0.097
       2   GNRL   0.1404051  2.500  -2.47999996     0.089      -2.9148204287    -9.8362156683    8831.2987345     0.102     0.097  0.001914443  99.8  84.2
```

Рисунок 46 - Файл обобщенных пошаговых результатов тестирования ХИТ

Выбор указателя "За цикл" предполагает запись в файл обобщенных результатов только сводных данных по каждому циклу заряда-разряда испытуемого ХИТ. Каждая строка файла будет содержать результаты измерений по конкретному циклу заряда-разряда тестируемого ХИТ:



NCR18650B-CLK.txt — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
Прибор: ACK2.5.10.8 IP192.168.100.91
Объект: NCR18650B
Заряд CC 2.5A до 4.2B или 10сут.
Период измерения ESR: 1мин.
Заряд CV 4.2B до 100mA или 10сут.
Разряд CC 2.5A до 2.5B или 10сут.
Период измерения ESR: 1мин.
Период записи данных: 10с.
Заданное количество циклов: 1000
Начало тестирования: 08.05.2017 11:55:10
   Cycle   Step       Drt,d   Ue,V         Ie,A  ESRa,Ohm             Q,Ah             E,Wh             C,F  ESRc,Ohm  ESRd,Ohm        Ilk,A EFq,% EFe,%
       0   GNRL   0.0439070  2.500  -2.48248002     0.094      -2.6145020155    -8.6821748387    8696.9412660     0.000     1.528 -2.481098321   0.0   0.0
       1   GNRL   0.1414545  2.500  -2.48248002     0.089      -2.9230062885    -9.8593283100    8768.0651611     0.101     0.098  0.006285661  99.3  83.8
       2   GNRL   0.1404051  2.500  -2.47999996     0.089      -2.9148204287    -9.8362156683    8831.2987345     0.102     0.097  0.001914443  99.8  84.2
       3   GNRL   0.1403337  2.500  -2.48248002     0.089      -2.9089257303    -9.8130715988    8824.9841798     0.102     0.097  0.001471559  99.8  84.2
       4   GNRL   0.1399009  2.499  -2.48248002     0.089      -2.8976546443    -9.7679655010    8696.8929625     0.102     0.098  0.002201843  99.7  84.0
       5   GNRL   0.1412264  2.500  -2.48248002     0.089      -2.8993621916    -9.7710032226    8734.7331643     0.102     0.098 -0.001135913 100.1  84.3
       6   GNRL   0.1412594  2.500  -2.47999996     0.090      -2.8975903577    -9.7673684719    8803.8795482     0.102     0.098  0.000095385 100.0  84.2
```

Рисунок 47 - Файл обобщенных поцикловых результатов тестирования ХИТ

Нажатие кнопки "Файл..." открывает стандартное диалоговое окно выбора имени файла для сохранения результатов измерений. Результаты измерений сохраняются в виде одного или нескольких текстовых файлов, в зависимости от настроек.

Выбор имени и пути к файлам результатов измерений осуществляется путем нажатия на кнопку "Файл...":

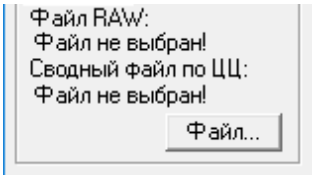



Рисунок 48 - Кнопка "Файл..." для выбора пути к файлам результатов измерений

Нажатие кнопки "Файл..." приводит к открытию стандартного диалогового окна выбора файла:

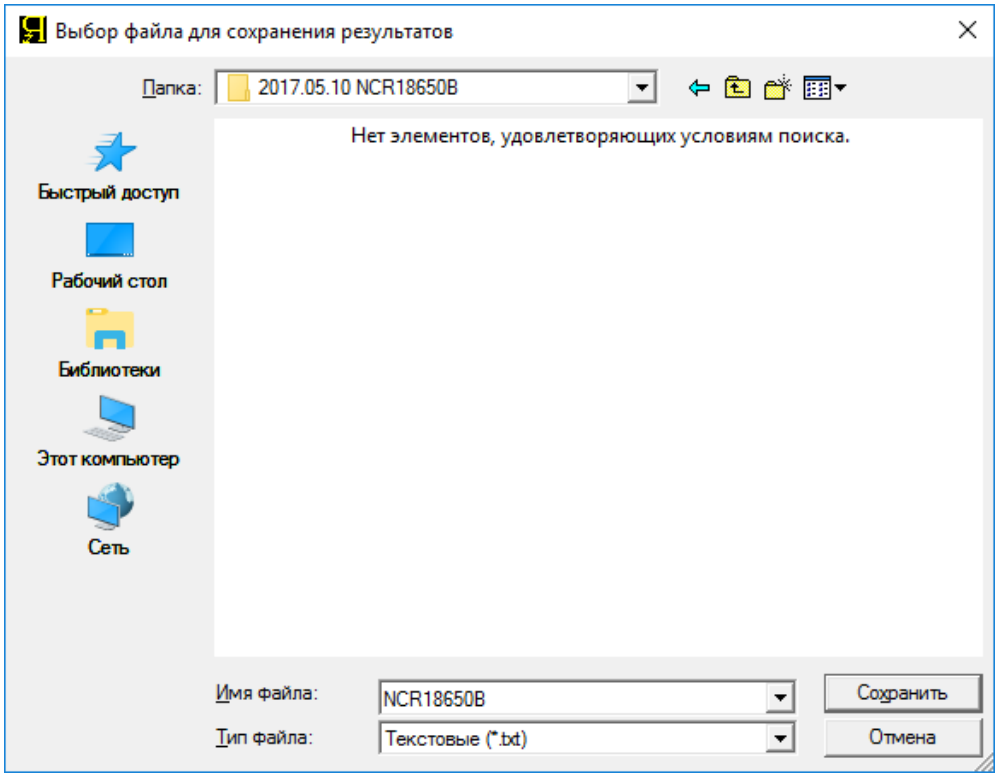



Рисунок 49 - Выбор имени файлов результатов тестирования ХИТ

Для файлов первичных данных "RAW" к введенному имени файла в процессе работы прибора автоматически добавляется номер цикла ("NCR18650B-00000001.txt", "NCR18650B-00000002.txt", "NCR18650B-00000003.txt" и так далее).

Для файла обобщенных (обработанных) пошаговых или поцикловых результатов тестирования к введенному имени файла автоматически добавляется окончание "-CLK": "NCR18650B-CLK.txt".

В процессе тестирования, прибор может создавать множество файлов, относящихся к выполнению теста конкретного ХИТ (см. раздел 16).

**ВНИМАНИЕ! Настоятельно рекомендуется, во избежание последующей путаницы в файлах результатов измерений, создавать на компьютере Пользователя отдельную папку для каждого отдельного теста ХИТ для каждого отдельного канала прибора!**

Путь к текущему файлу первичных данных ("Файл RAW:") и к файлу пошаговых или поцикловых результатов ("Сводный файл по ЦЦ:") отображается в полном или сокращенном формате над кнопкой "Файл…":

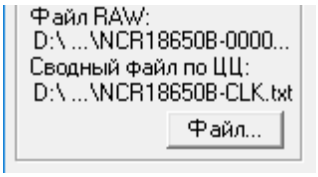



Рисунок 50 - Пути к выбранным файлам результатов измерений

Выпадающий список "Сохр. каждый … цикл" и галка "Лрфм." необходимы для настройки прореживания файлов результатов измерений при большом числе циклов заряда-разряда. Подробнее о прореживании файлов результатов измерений см. раздел 17.

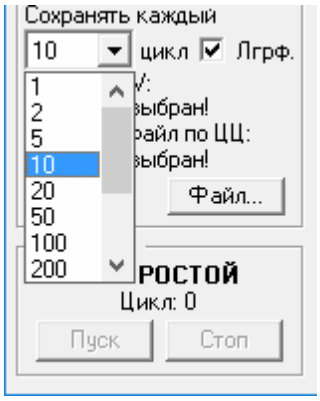



Рисунок 51 - Настройка прореживания файлов результатов измерений

После выбора и настройки необходимых шагов требуемой программы тестирования ХИТ, выбора способа записи данных в файлы результатов измерений, выбора необходимого периода записи данных, коэффициента прореживания файлов результатов, ввода названия тестируемого ХИТ, а также выбора пути к файлам результатов измерений, становится возможным запустить подготовленный тест для конкретного канала прибора на выполнение с помощью кнопки "Пуск".

Кнопка "Пуск" будет не активна, а запуск теста ХИТ будет невозможен, если:

- Нет установленной связи между прибором и Компьютерным Интерфейсом;
- Канал прибора находится в состоянии, отличном от "**ПРОСТОЙ**" (не готов к работе);
- Не введены требуемые значения для одного или для нескольких параметров программы тестирования ХИТ;
- В одно из окон ввода параметров введены значения, выходящие за пределы рабочего диапазона конкретного типа прибора, либо введенный текст не может быть правильно распознан Компьютерным Интерфейсом (введенное значение параметра в таком окне будет подсвечено красным цветом).
- Не введено название тестируемого ХИТ;
- Не выбран путь к файлам результатов измерений.

После выполнения всех вышеперечисленных условий, запуск подготовленного теста кнопкой "Пуск" будет разрешен.

## 18.3 Страница "ГРАФИКИ"

Страница "Графики" необходима для отображения зарядно-разрядных кривых всех или некоторых тестируемых на приборах ХИТ и позволяет следить за ходом процесса тестирования в реальном времени:

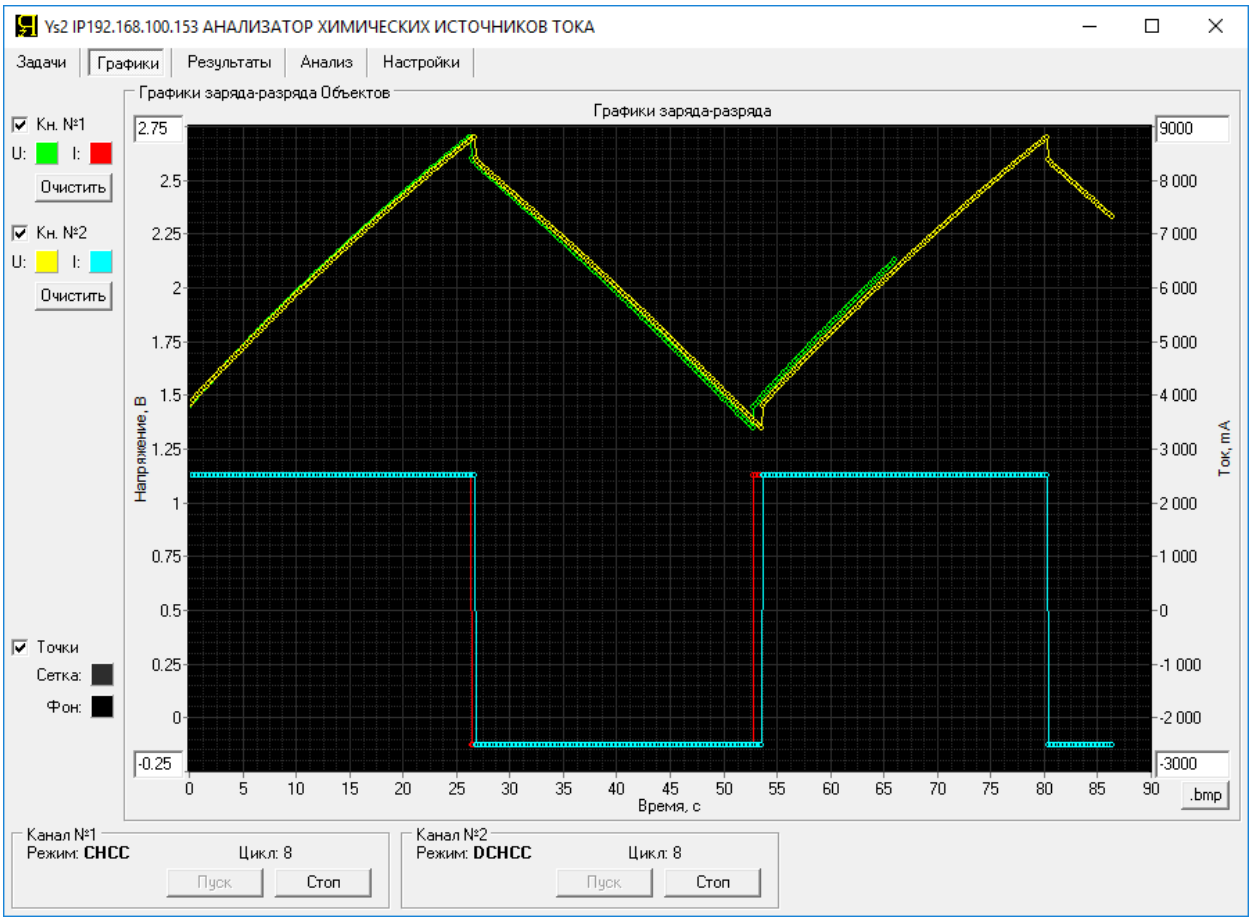



Рисунок 52 - Страница "Графики" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

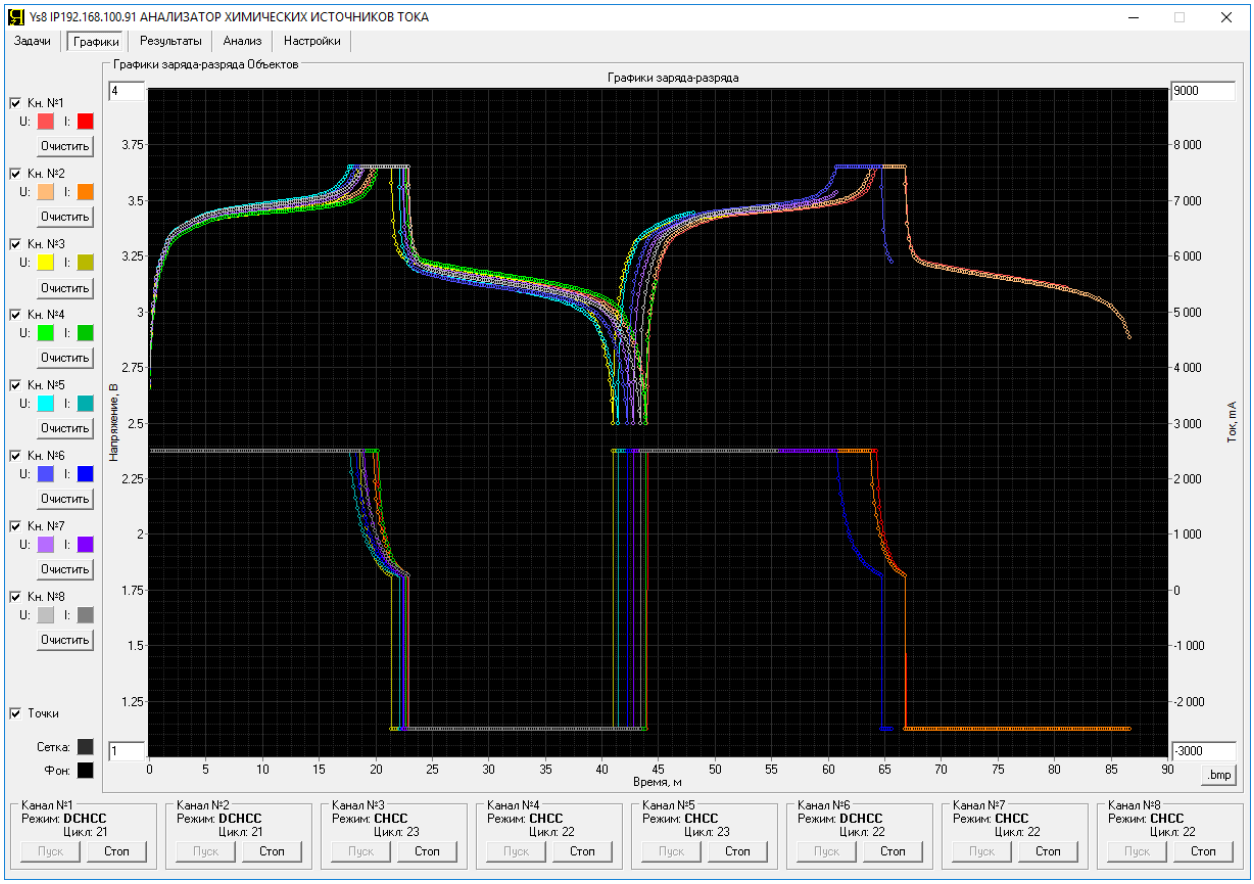



Рисунок 53 - Страница "Графики" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

Основным компонентом страницы "Графики" является область построения кривых заряда-разряда тестируемых ХИТ.

Во время тестирования ХИТ в области графиков для каждого канала Анализатора отображается один полный завершенный предыдущий цикл заряда-разряда, и неполный выполняемый текущий. При завершении текущего цикла он становится предыдущим, а прошлый предыдущий цикл удаляется из области графиков. Таким образом, графики динамически обновляются, но в области графиков всегда можно наблюдать один полный цикл заряда-разряда и частично текущий выполняемый цикл.

Левая вертикальная шкала области построения графиков – шкала напряжения на ХИТ, правая вертикальная шкала – шкала тока через ХИТ. Вертикальные шкалы области построения графиков могут быть настроены путем ввода необходимых значений в соответствующие поля минимума и максимума шкал:

Рисунок 54 - Поля настройки вертикальных шкал области построения графиков

В общем случае шкала тока (правая) имеет 0 посередине, при этом положительные значения тока на графиках соответствуют заряду ХИТ, а отрицательные значения тока – разряду ХИТ.

Шкала времени (горизонтальная) масштабируется автоматически, таким образом, чтобы в области построения графиков полностью уместились кривые заряда-разряда, имеющие на данный момент, наибольшую продолжительность во времени.

Включить или отключить вывод кривых заряда-разряда для конкретного канала Анализатора ХИТ, а также настроить их цвет, можно с помощью элементов управления, расположенных слева от области построения графиков.

Установка или снятие галок "Кн.№1", "Кн.№2", … , "Кн. №8" позволяет отобразить или скрыть кривые заряда-разряда для соответствующего канала прибора.

Нажатие на любой цветной квадрат открывает окно выбора цвета, которое позволяет задать цвет кривых заряда-разряда для конкретного канала (раздельно для напряжения и тока), а также цвет фона и сетки области построения графиков:

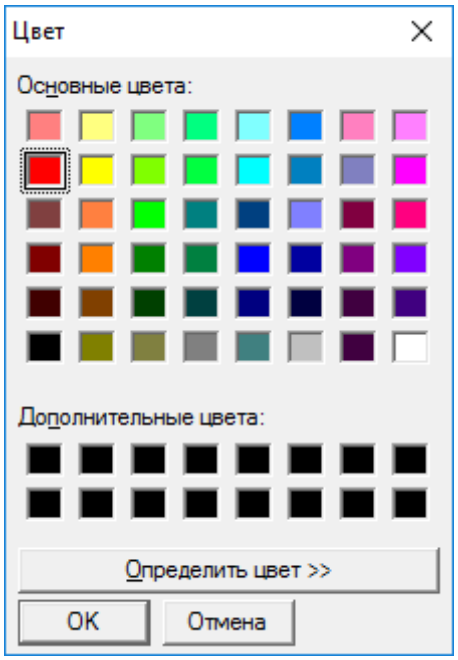



Рисунок 55 - Окно выбора цвета

Кнопки "Очистить" позволяют убрать с экрана текущее отображение кривых заряда-разряда для конкретного канала Анализатора (очистить "историю"). При этом, отрисовка графиков для этого канала будет продолжена с момента нажатия кнопки "Очистить".

Галка "Точки" позволяет добавить к отображению графиков изображение "точек", по которым они были построены. Каждая "точка" на графиках - это соответствующая строка из файла первичных данных "RAW" для конкретного канала прибора. Однако, во избежание снижения быстродействия компьютера Пользователя при большом количестве строк в файле первичных данных "RAW", применяется специальный алгоритм прореживания данных, выводимых на графики. Таким образом, на графики может быть выведена лишь часть строк из файла первичных данных "RAW", например, через одну, через три, через семь и так далее.

Кнопка ".bmp" внизу справа области построения графиков предназначена для сохранения текущего изображения области построения графиков в графический файл с расширением ".bmp" (в виде картинки):

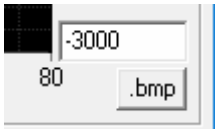



Рисунок 56 - Кнопка ".bmp" для сохранения графиков в виде картинки

При нажатии на кнопку ".bmp" открывается стандартное диалоговое окно выбора имени файла для сохранения области построения графиков в виде картинки, в котором необходимо указать путь и ввести требуемое имя файла.

Результат сохранения графиков с помощью кнопки ".bmp" представлен на Рисунке 57:

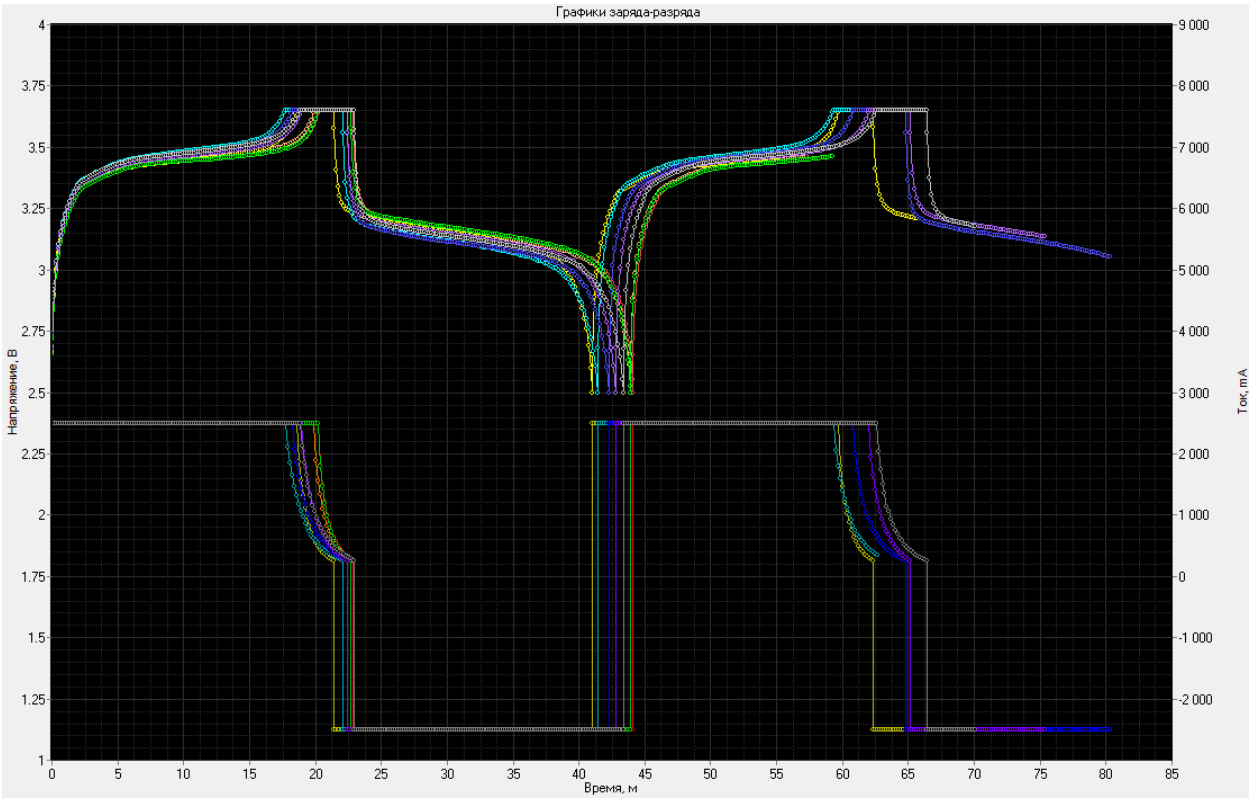



Рисунок 57 - Результат сохранения графиков заряда-разряда в виде картинки

# 18.4 Страница "РЕЗУЛЬТАТЫ"

Страница "Результаты" Компьютерного Интерфейса предназначена для отображения текущего состояния массива наработанных результатов измерений:

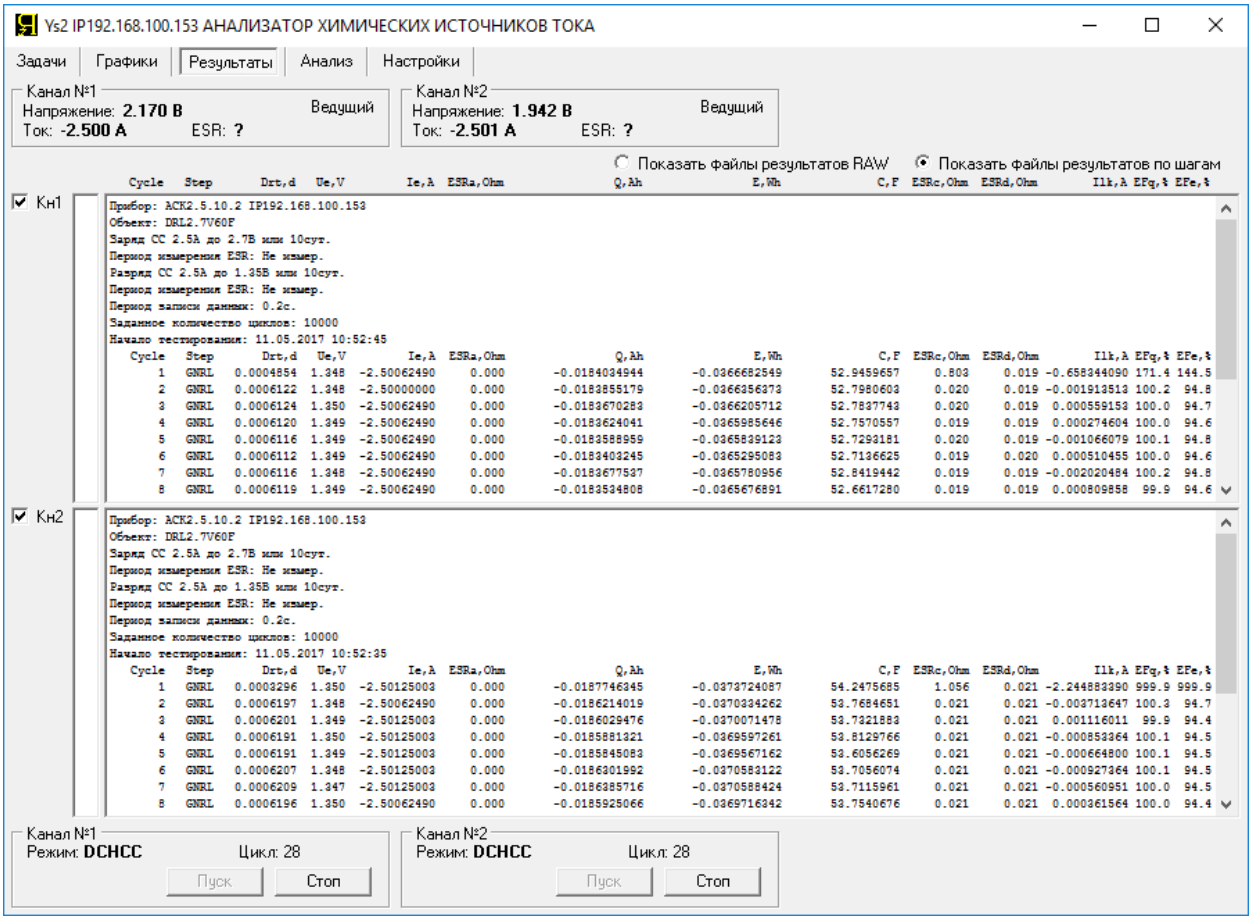



Рисунок 58 - Страница "Результаты" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

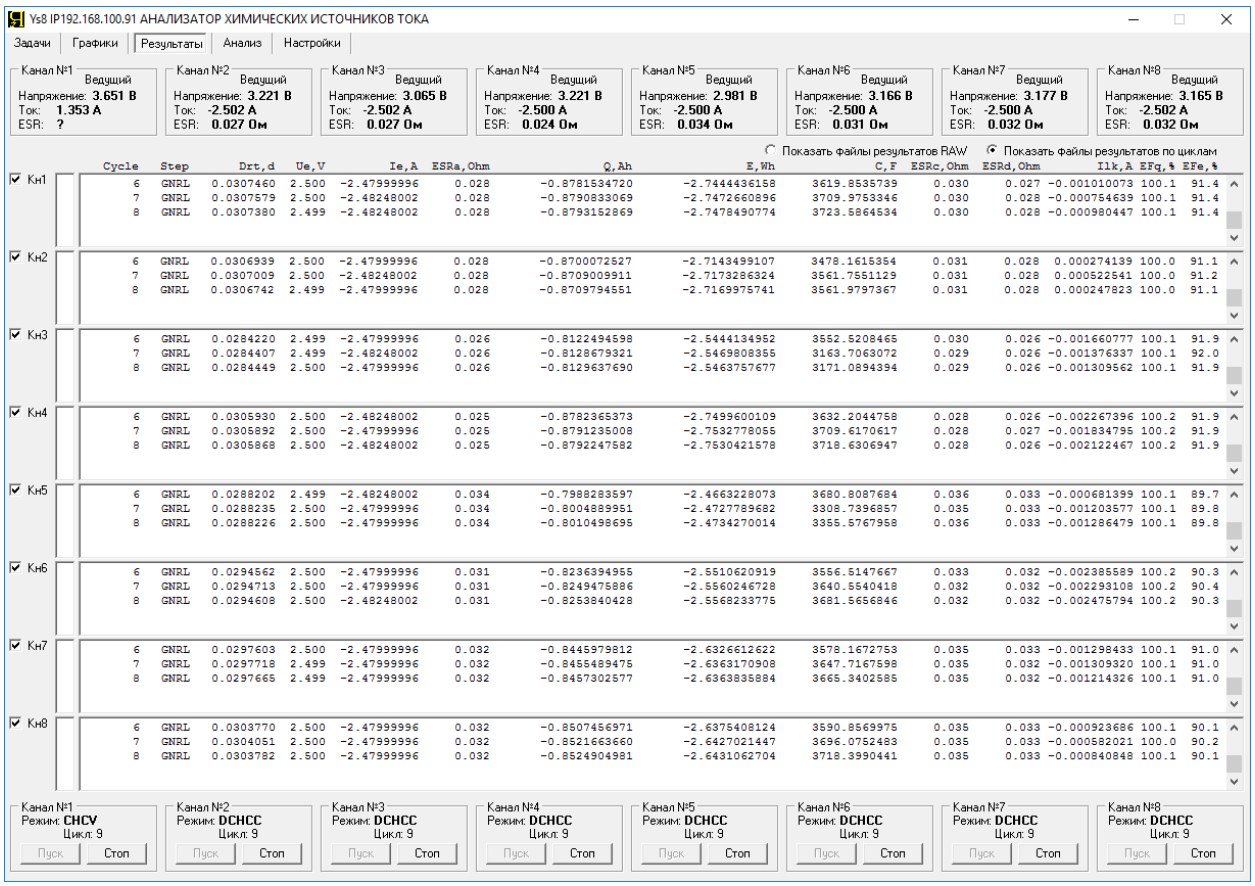



Рисунок 59 - Страница "Результаты" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

Верхняя часть страницы предназначена для отображения текущих значений напряжения на ХИТ, тока через ХИТ и результата измерения ESR ХИТ методом периодического прерывания тока заряда-разряда (см. раздел 13, способ 1).

Измерение ESR ХИТ методом периодического прерывания тока выполняется только в процессе заряда CHCC / CHCP или разряда DCHCC / DCHCP / DCHCR (см. раздел 13), и только если в настройках программы тестирования ХИТ измерение ESR не отключено (см. раздел 18.2):

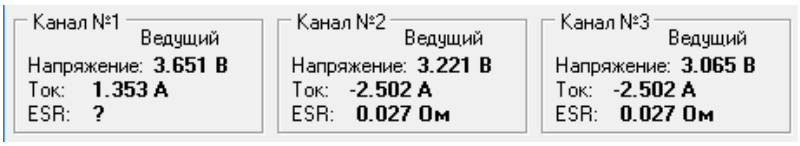



Рисунок 60 - Текущие значения напряжения, тока и ESR ХИТ

Кроме того, отображается режим работы канала Анализатора при параллельном соединении каналов: "Ведущий" или "Ведомый". Режим "Ведомый" отображается для каналов, работающих параллельно с предыдущим каналом, режим "Ведущий" - для каналов, работающих независимо или являющихся первыми в группах параллельных каналов.

Центральная часть страницы "Результаты" демонстрирует текущее состояние файлов результатов измерений, окончательный вид которых будет доступен Пользователю после завершения тестирования ХИТ. Галками слева окон отображения файлов результатов можно разрешить или запретить отображение файлов результатов измерений для конкретного канала прибора. Запрещенные к отображению окна файлов сжимаются, давая больше пространства окнам остальных каналов (см. рисунок 61).

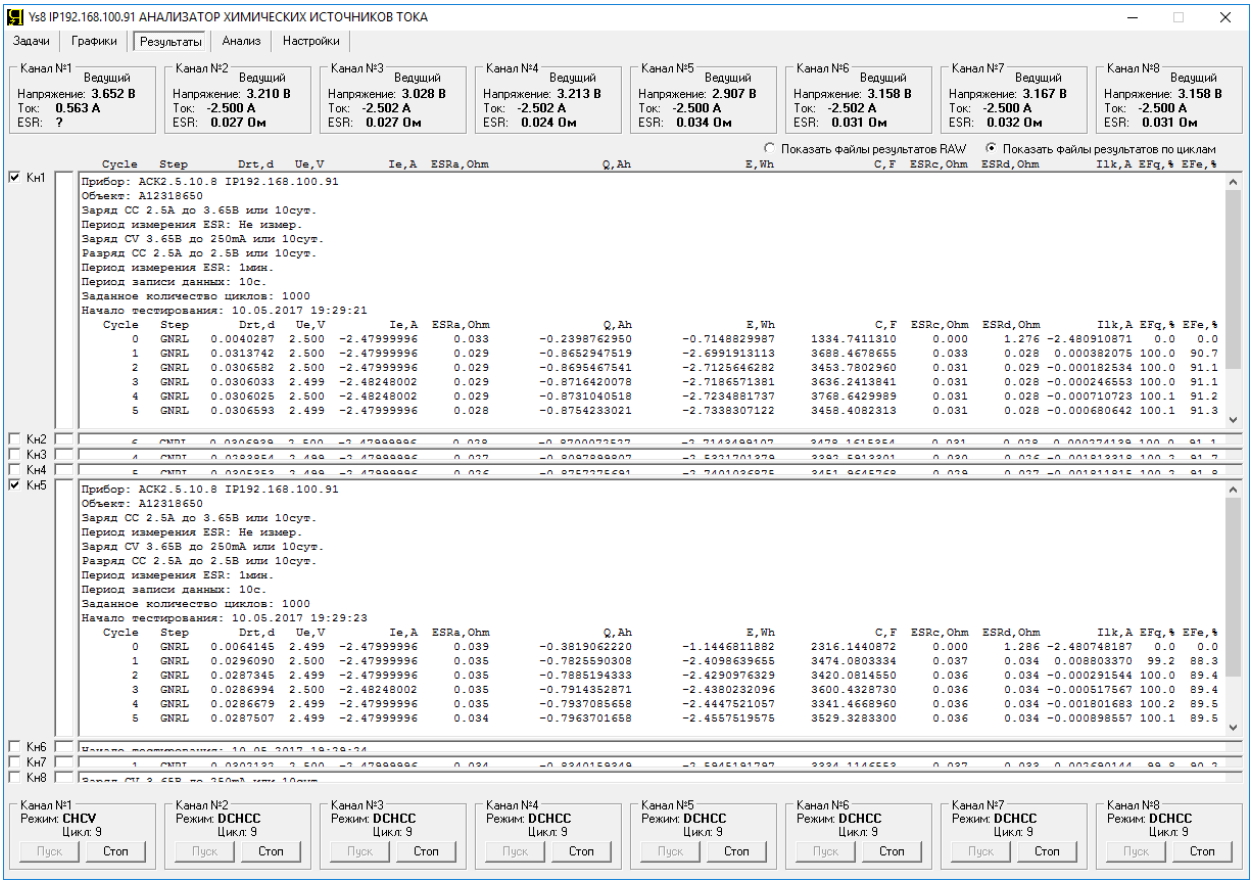



Рисунок 61 - Отображение результатов измерений
только для избранных каналов прибора

На вкладке "Результаты" видны окна отображения обоих типов файлов результатов – текущих файлов первичных данных "RAW" и файлов обобщенных результатов измерений по циклам заряда-разряда. Однако, в конкретный момент времени могут быть развернуты окна отображения только одного типа файлов результатов, в то время как окна отображения файлов другого типа остаются свернутыми.

Размер шрифта в окнах отображения файлов результатов Компьютерного Интерфейса Ys2 для прибора АСК2.5.10.2 зависит от текущих размеров приложения на экране монитора компьютера. При увеличении размеров приложения шрифт становится более крупным, при уменьшении – более мелким.

Тип отображаемых файлов (файлы первичных данных "RAW" или файлы обобщенных результатов измерений по шагам или циклам заряда-разряда) можно выбрать устанавливая соответствующие указатели "Показать файлы результатов RAW" или "Показать файлы результатов по циклам", расположенные вверху справа над окнами демонстрации файлов результатов:

Рисунок 62 - Выбор типа отображаемых файлов

При включении указателя "Показать файлы результатов RAW", соответственно, будут развернуты окна отображения файлов первичных данных "RAW" (см. рисунок 63).

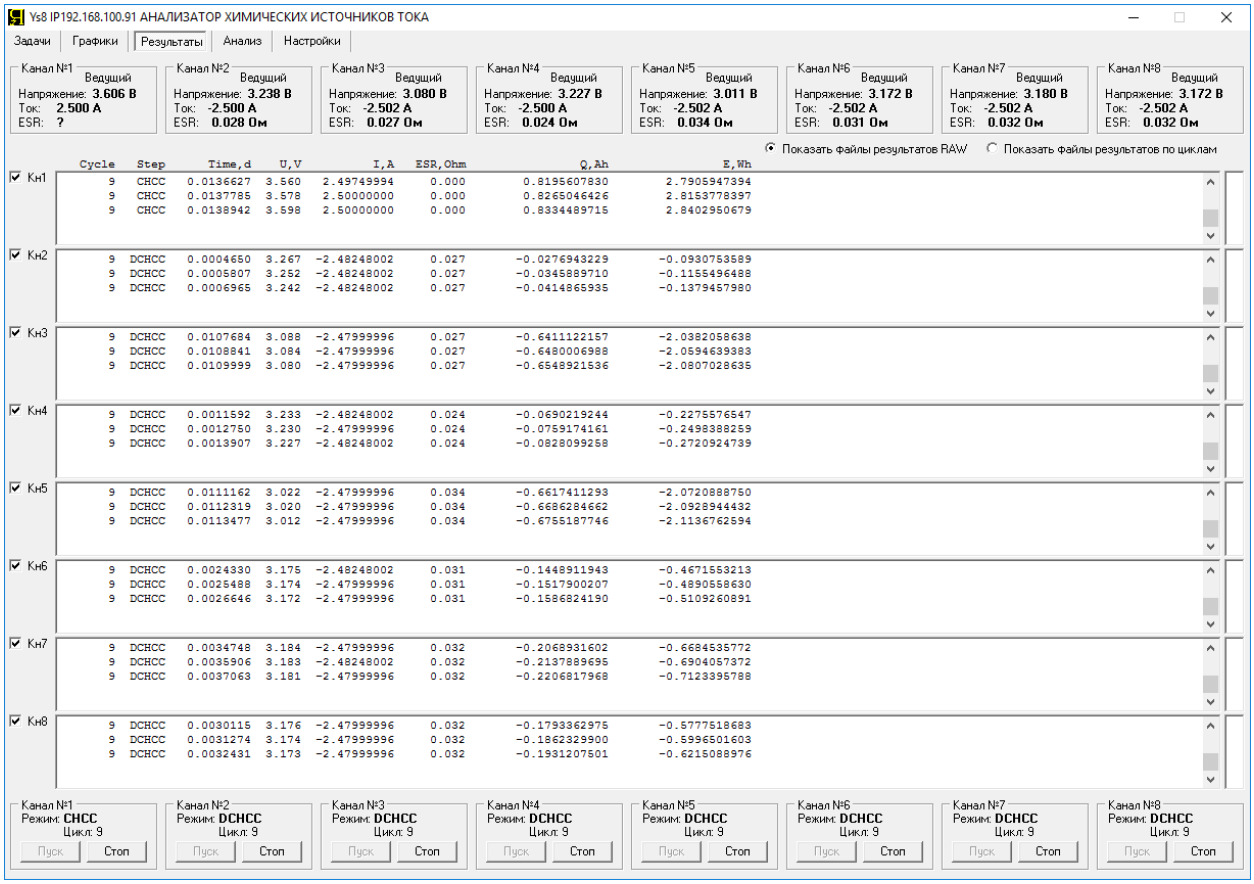



Рисунок 63 - Отображение файлов первичных результатов измерений "RAW"

Вычисление актуальных значений заряда Q и энергии E происходит каждый раз при добавлении очередной строки результатов в файл первичных данных "RAW". Это позволяет наблюдать за значениями заряда Q и энергии E непосредственно в ходе тестирования ХИТ.

## 18.5 Страница "АНАЛИЗ"

Страница "Анализ" содержит область построения графиков параметров ХИТ и позволяет наблюдать изменение характеристик ХИТ в зависимости от числа пройденных циклов заряда-разряда:

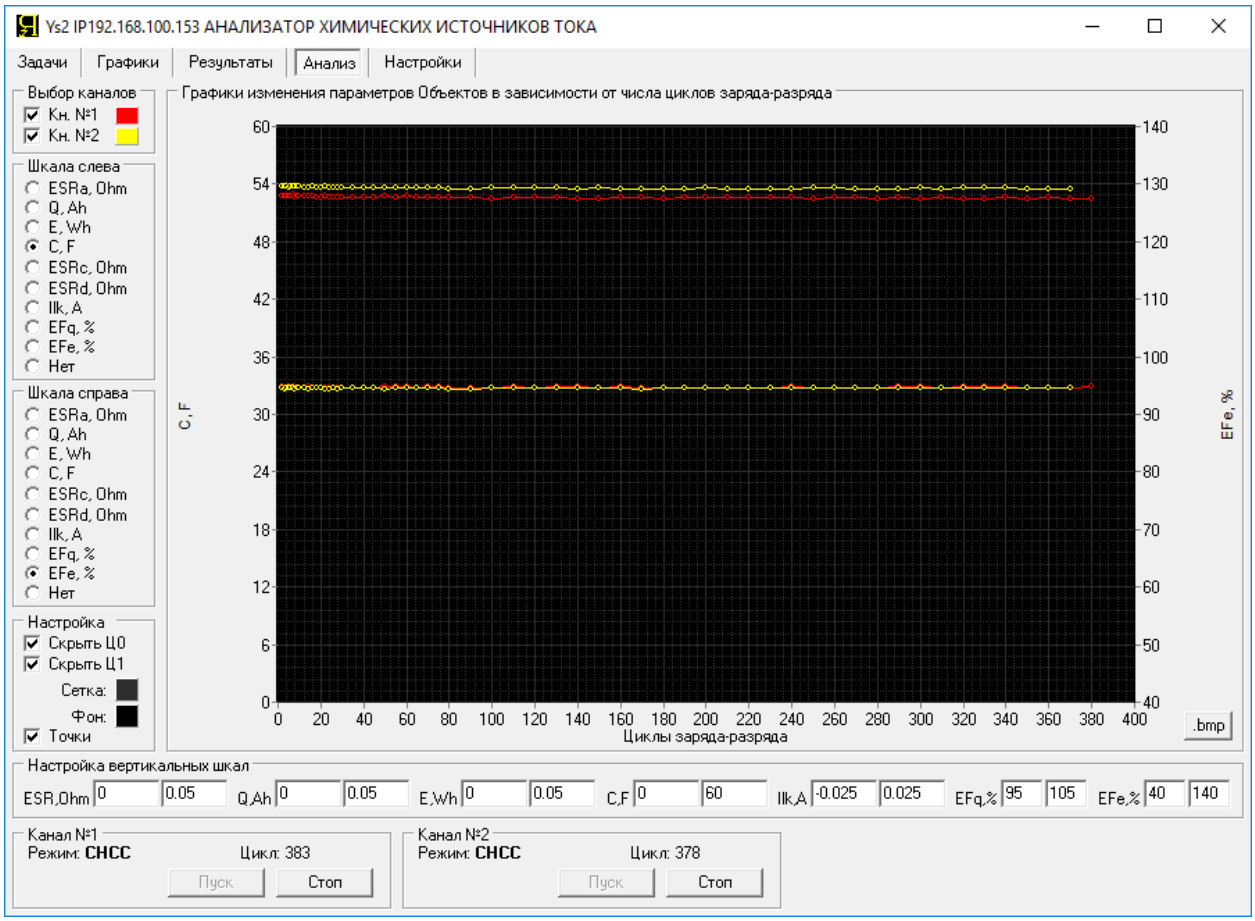



Рисунок 64 - Страница "Анализ" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

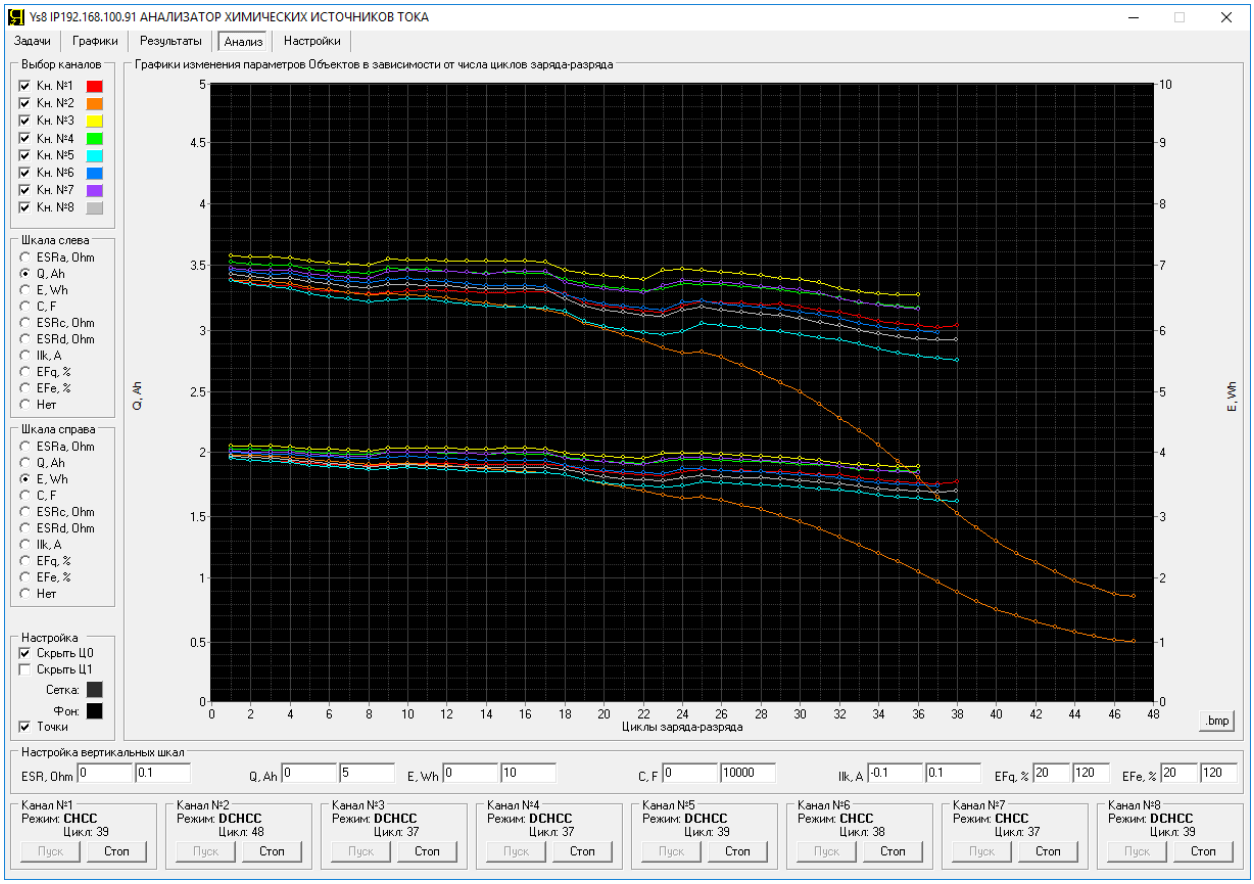



Рисунок 65 - Страница "Анализ" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

В область построения графиков могут быть выведены параметры, определяемые Анализатором в процессе тестирования ХИТ и находящиеся в строках с маркером "GNRL" (строка с общими параметрами за цикл заряда-разряда) в файлах пошаговых (поцикловых) результатов измерений:

- ESRa, Ohm - Усредненное значение ESR, измеренное методом периодического прерывания тока через ХИТ, Ом (см. раздел 13, способ 1);
- Q, Ah - Заряд (ёмкость), отданный ХИТ при разряде, А·ч;
- E, Wh - Энергия, отданная ХИТ при разряде, Вт·ч;
- C, F - Электрическая ёмкость ХИТ, Ф (определяется только на шаге DCHCC);
- ESRc, Ohm - ESR, измеренное по скачку напряжения в начале заряда, Ом (см. раздел 13, способ 2);
- ESRd, Ohm - ESR, измеренное по скачку напряжения в начале разряда, Ом (см. раздел 13, способ 2);
- Ilk, A - Средний ток утечки через ХИТ за цикл, А;
- EFq, % - КПД ХИТ по заряду (по А·ч), %;
- EFe, % - КПД ХИТ по энергии (по Вт·ч), %.

Подробнее об определении параметров ХИТ в процессе тестирования см. раздел 12.

Перечисленные выше характеристики ХИТ могут быть выведены в область построения графиков с построением по левой или по правой вертикальной шкале.

Выбор характеристик ХИТ для левой и для правой вертикальных шкал осуществляется с помощью панелей настройки "Шкала слева" и "Шкала справа" (см. рисунок 66).

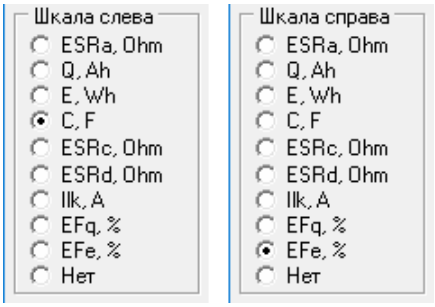



Рисунок 66 - Выбор параметров ХИТ для левой и правой вертикальных шкал

При выборе указателя "Нет", параметры ХИТ по соответствующей шкале выводиться не будут.

Для обоих графиков для каждого конкретного канала прибора, выводимых по левой и по правой шкале, задается отдельный цвет, выбор которого осуществляется нажатием на цветной прямоугольник в области "Выбор каналов" (см. рисунок 64, 65). При этом открывается стандартное диалоговое окно выбора цвета (см. рисунок 55), с помощью которого могут быть настроены необходимые цвета графиков параметров для каждого канала прибора.

Минимум и максимум вертикальной шкалы настраивается для каждого параметра отдельно, в области "Настройка вертикальных шкал":

Рисунок 67 - Настройка вертикальных шкал графиков для страницы "Анализ"

В окна настройки шкал вводятся значения минимума и максимума шкалы для конкретного параметра, вводить значения минимума и максимума можно в любых сочетаниях.

Область "Настройка" предназначена для выбора цвета фона и цвета сетки области построения графиков, добавления точек на графики параметров, а также для скрытия или отображения результатов измерений для цикла заряда-разряда №0 и №1:

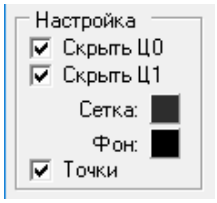



Рисунок 68 - Настройка общих параметров для области построения графиков анализа

Настройка цвета фона и цвета сетки области построения графиков анализа осуществляется нажатием на соответствующий цветной квадрат (см. рисунок 68). При этом открывается стандартное диалоговое окно выбора цвета (см. рисунок 55), с помощью которого могут быть настроены необходимый цвет фона и цвет сетки области построения графиков анализа.

Галка "Точки" позволяет добавить к отображению графиков изображение точек, по которым они были построены. Каждая точка на графиках - это соответствующая строка из файла пошаговых или поцикловых результатов тестирования. На графики выводятся значения из всех строк файла с маркером "GNRL" (строки с общими параметрами за цикл заряда-разряда).

Обычно, первый цикл заряда-разряда тестируемого ХИТ получается неполным, поскольку ХИТ перед тестированием был заряжен лишь частично. Для такого цикла, результаты измерения ёмкости, А·ч, КПД, %, и других параметров обычно сильно отличаются от тех же параметров, измеренных во время последующих циклов заряда-разряда.

Галки "Скрыть Ц0" и "Скрыть Ц1" позволяют запретить вывод на графики анализа результаты измерений, полученные, соответственно, для цикла №0 тестирования ХИТ (предварительный разряд, см. раздел 11) и для цикла №1.

Кнопка ".bmp" внизу справа области построения графиков предназначена для сохранения текущего изображения графиков анализа в графический файл с расширением ".bmp" (в виде картинки):

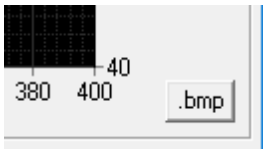



Рисунок 69 - Кнопка ".bmp" для сохранения графиков в виде картинки

При нажатии на кнопку ".bmp" открывается стандартное диалоговое окно выбора имени файла для сохранения области построения графиков в виде картинки, в котором необходимо указать путь и ввести требуемое имя файла.

Результат сохранения графиков анализа с помощью кнопки ".bmp" представлен на Рисунке 70.

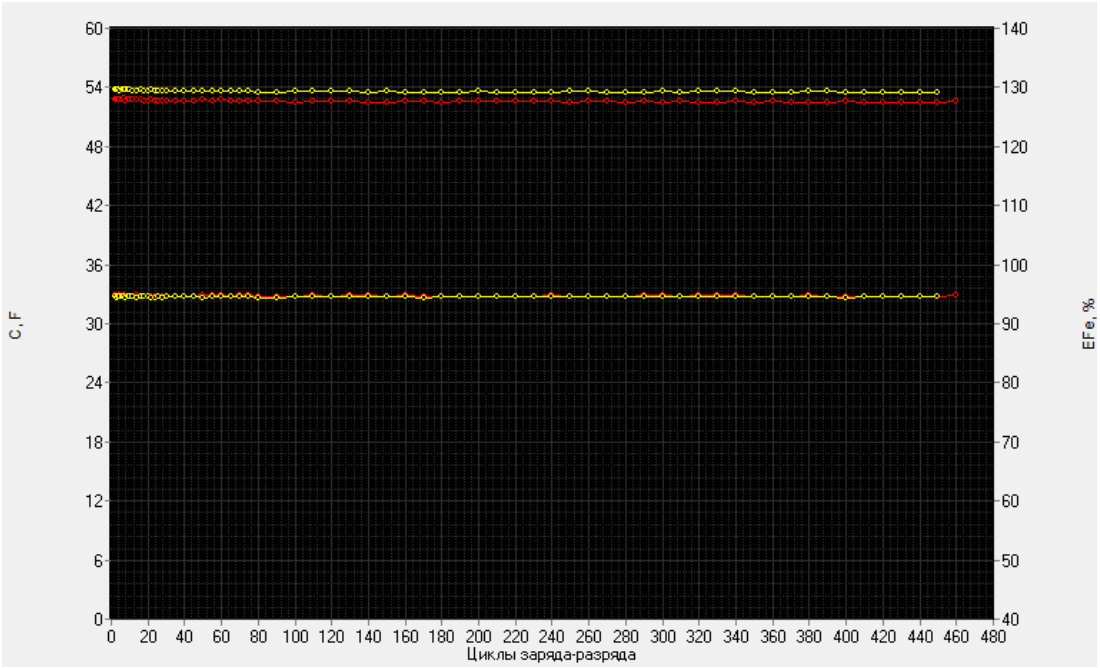



Рисунок 70 - Результат сохранения графиков анализа в виде картинки

## 18.6 Страница "НАСТРОЙКИ"

Страница "Настройки" Компьютерного Интерфейса предназначена для настройки подключения Анализатора ХИТ к Компьютерному Интерфейсу, просмотра номера версии Компьютерного Интерфейса, просмотра состояния внутренних систем прибора, а также для выполнения калибровки каналов:

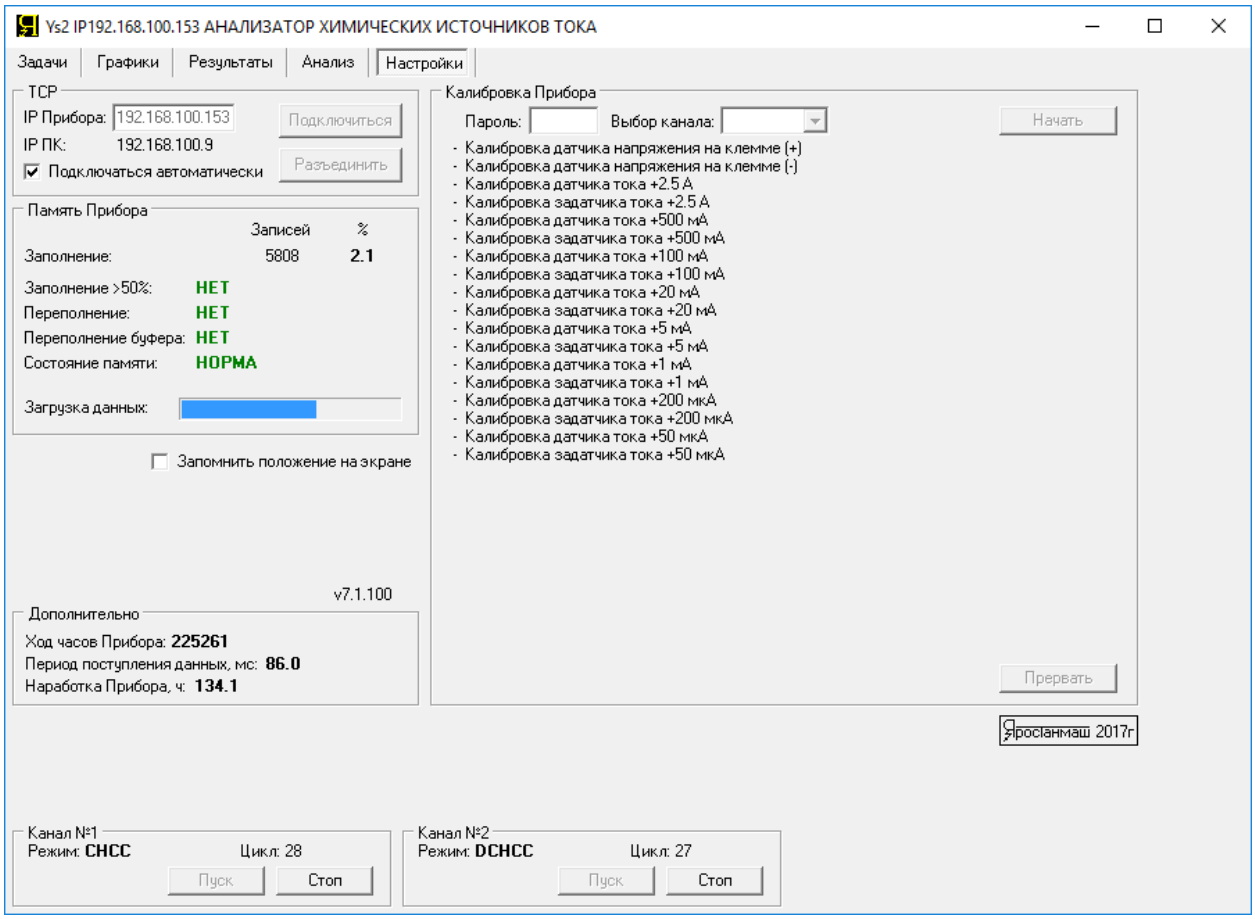



Рисунок 71 - Страница "Настройки" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.2

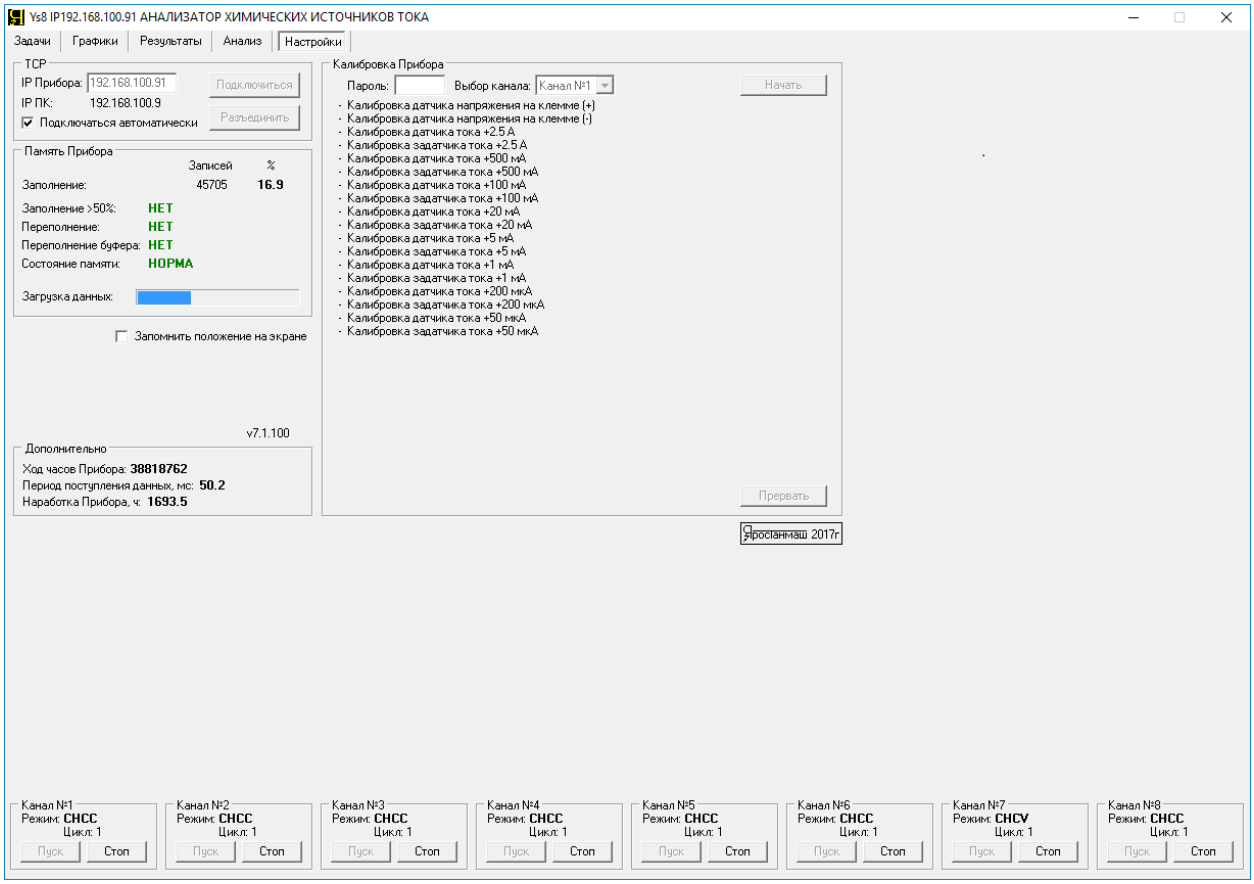



Рисунок 72 - Страница "Настройки" Компьютерного Интерфейса Анализатора ХИТ АСК2.5.10.8

Настройка подключения к прибору осуществляется в области "TCP". Здесь необходимо указать IP-адрес, указанный на передней и задней панелях корпуса Анализатора, и установить галку "Подключаться автоматически":

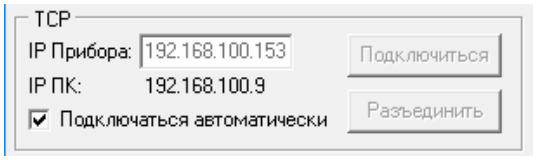



Рисунок 73 - Настройка подключения к Анализатору ХИТ

"IP ПК" – IP-адрес компьютера Пользователя. В общем случае, для установления соединения между Компьютерным Интерфейсом и Анализатором, необходимым условием является совпадение первых трех номеров в IP-адресах прибора и компьютера (то есть в данном примере 192.168.100).

Область "Память Прибора" содержит сведения о состоянии внутренней памяти Анализатора ХИТ, используемой для сохранения результатов измерений во время автономной работы. Подробнее об этом см. раздел 19.

Установка галки "Запомнить положение на экране" 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.

Рисунок 74 - Галка запоминания положения Компьютерного Интерфейса на экране монитора

Область "Дополнительно" отражает вспомогательные параметры работы прибора. При установленном соединении между Анализатором и компьютером, значение "Ход часов Прибора" должно непрерывно увеличиваться. Значение "Период поступления данных" отражает величину временного интервала между соседними пакетами данных, поступающими на компьютер от Анализатора через сеть Ethernet. Меньшие значения соответствуют хорошему качеству соединения и быстродействию компьютера.

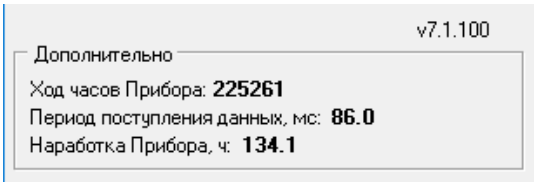



Рисунок 75 - Вспомогательные параметры работы прибора

Параметр "Наработка Прибора" отражает общее время наработки Анализатора ХИТ с момента производства. Этот параметр участвует в гарантийных условиях на прибор.

Номер версии Компьютерного Интерфейса отображается справа над областью "Дополнительно" (см. рисунок 75).

Область "Калибровка Прибора" защищена паролем и предназначена только для сервисного обслуживания Анализатора в заводских условиях или уполномоченным представителем ООО "ЯРОСТАНМАШ".

# 19 РАБОТА ПРИБОРА В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ

Управление прибором осуществляется с помощью Компьютерного Интерфейса (см. раздел 17). Компьютерный Интерфейс необходим для составления и запуска программы тестирования ХИТ (см. раздел 11), 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 прибор продолжит работу в автономном режиме по заданной Пользователем программе тестирования.

Результаты измерений в автономном режиме сохраняются во встроенную внутреннюю память прибора **FLASH** (см. рисунок 8, 9). Память прибора может вместить более чем 270 тысяч результатов измерений (точек*). При следующем включении компьютера Пользователя и запуске Компьютерного Интерфейса, данные из памяти прибора будут переданы на компьютер и сохранены в файлы результатов измерений (см. раздел 16). После этого память прибора очищается без прерывания тестирования ХИТ и становится готова к следующему периоду автономной работы.

Время автономной работы прибора напрямую зависит от периода сохранения данных в файлы первичных результатов измерений "RAW", настройка которого осуществляется на странице "Задачи" Компьютерного Интерфейса:

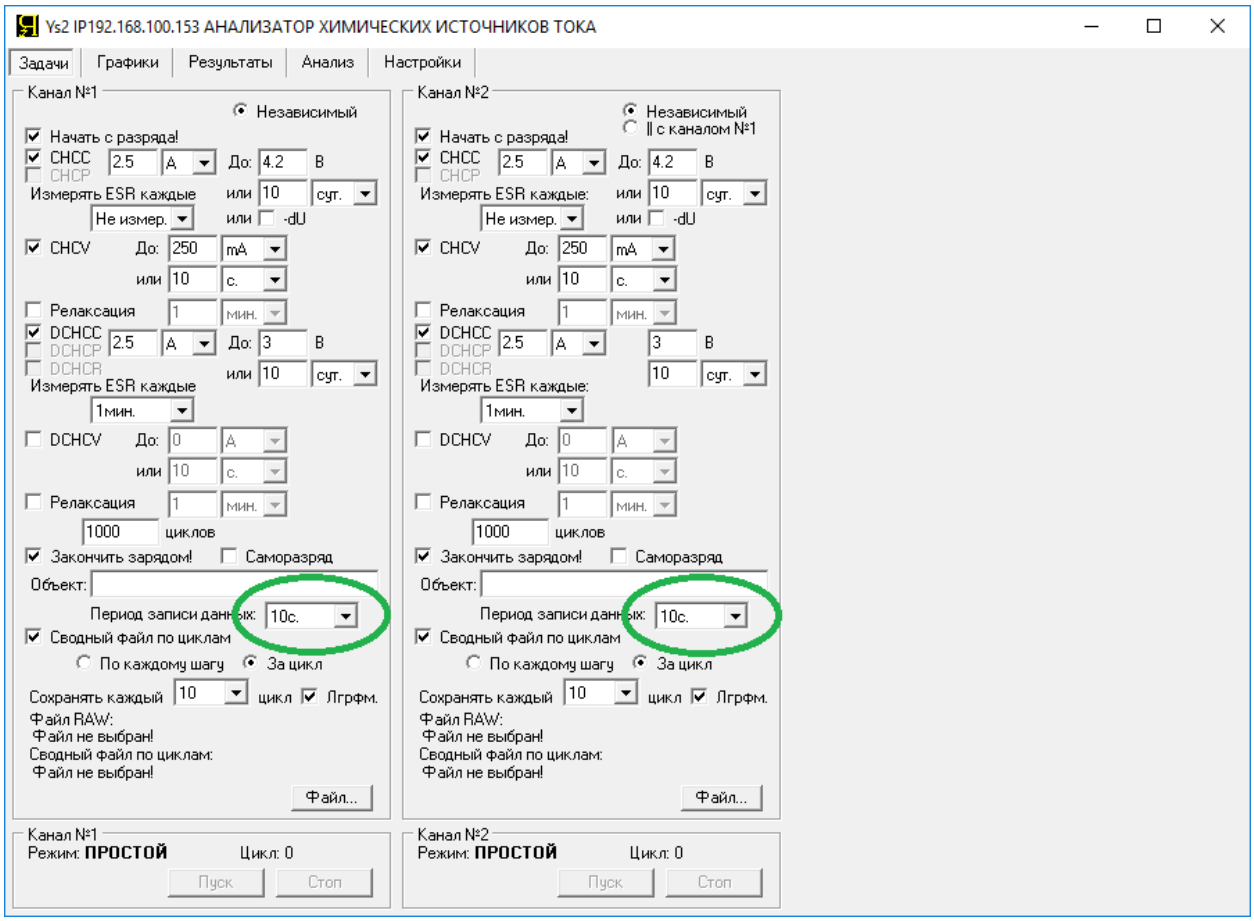



Рисунок 76 - Настройка периода сохранения результатов измерений для каждого канала Анализатора ХИТ АСК 2.5.10.2

* см. перечень принятых сокращений и обозначений.

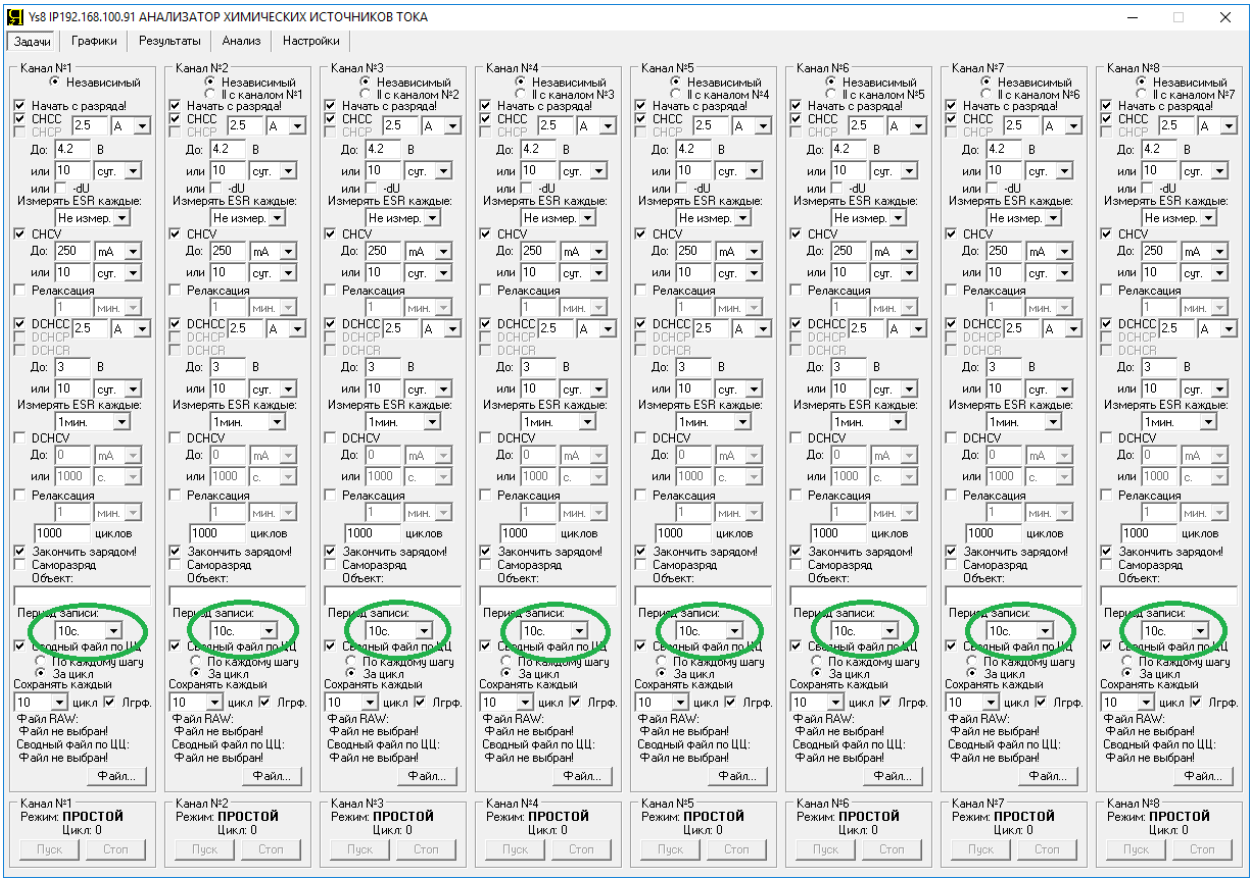



Рисунок 77 - Настройка периода сохранения результатов измерений для каждого канала Анализатора ХИТ АСК 2.5.10.8

При меньшем периоде сохранения, результаты измерений сохраняются чаще, память прибора заполняется быстрее, время автономной работы сокращается. Примерное время автономной работы в зависимости от выбранного периода сохранения данных и числа одновременно работающих каналов приведено в Таблице 8.

Таблица 8 - Время автономной работы прибора

| Период сохранения данных | Примерное время автономной работы при числе одновременно работающих каналов прибора | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| "По изм." | Зависит от свойств ХИТ | | | | | | | |
| "Все" | 4 ч | 2 ч | 1 ч 15 мин | 1 ч | 45 мин | 35 мин | 30 мин | 25 мин |
| 0,1 с | 7 ч 30 мин | 3 ч 45 мин | 2 ч 30 мин | 1 ч 50 мин | 1 ч 30 мин | 1 ч 15 мин | 1 ч | 55 мин |
| 0,2 с | 15 ч | 7 ч 30 мин | 5 ч | 3 ч 45 мин | 3 ч | 2 ч 30 мин | 2 ч | 1 ч 50 мин |
| 0,5 с | 1,5 сут | 18 ч | 12 ч | 9 ч | 7 ч 30 м | 6 ч | 5 ч 20 мин | 4 ч 40 мин |
| 1 с | 3 сут | 1,5 сут | 1 сут | 18 ч | 15 ч | 12 ч | 10 ч 40 мин | 9 ч 20 мин |
| 2 с | 6 сут | 3 сут | 2 сут | 1,5 сут | 30 ч | 1 сут | 21 ч | 18 ч 40 мин |
| 5 с | 15 сут | 7,5 сут | 5 сут | 4 сут | 3 сут | 2,5 сут | 53 ч | 2 сут |
| 10 с | 1 мес | 15 сут | 10 сут | 8 сут | 6 сут | 5 сут | 4,5 сут | 4 сут |
| 20 с | 2 мес | 1 мес | 20 сут | 16 сут | 12 сут | 10 сут | 9 сут | 8 сут |
| 1 мин | 6 мес | 3 мес | 2 мес | 47 сут | 37 сут | 1 мес | 27 сут | 23 сут |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

В случае длительной работы прибора в автономном режиме, либо в случае слишком маленького периода сохранения данных, память прибора может быть переполнена. При этом, новые результаты будут замещать наиболее старые данные, и часть наиболее старых результатов измерений будет безвозвратно потеряна.

Для индикации состояния памяти прибора на передней панели расположен светодиод "**ПАМЯТЬ**". Этот светодиод отражает следующие состояния памяти прибора:

- Не светиться – память прибора имеет достаточно свободного места;
- Мигает – память прибора заполнена более чем на 50 %. Необходимо включить компьютер и запустить Компьютерный Интерфейс для передачи наработанных данных на компьютер, сохранения в файлы результатов измерений и освобождения памяти прибора;
- Горит постоянно – память прибора переполнена. Часть данных безвозвратно потеряна.

Для контроля над состоянием памяти прибора с помощью Компьютерного Интерфейса, на странице "Состояние" (см. подраздел 18.6) предусмотрена область "Память Прибора":

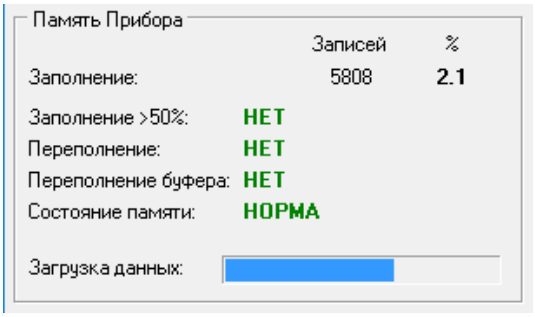



Рисунок 78 - Параметры состояния памяти Анализатора ХИТ

Область "Память Прибора" содержит сведения о состоянии памяти Анализатора ХИТ. При очередном установлении связи с компьютером 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 "Заполнение", которые будут уменьшаться по мере загрузки данных на компьютер, а также линейная шкала "Загрузка данных".

В случае заполнения или переполнения памяти Анализатора, индикаторы "Заполнение >50%", "Переполнение", "Переполнение буфера" будут принимать значения, соответственно, "**ЕСТЬ**", "**ПРОИЗОШЛО**", "**ПРОИЗОШЛО**". При переполнении памяти часть данных будет безвозвратно потеряна.

В случае отказа микросхемы памяти, находящейся на плате модуля контроля и управления прибором, индикатор "Состояние памяти" примет значение "**ОТКАЗ**". При повторяющемся появлении этого сообщения обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для замены микросхемы памяти.

# 20 ЗАЩИТЫ ПРИБОРА И АВАРИЙНЫЕ РЕЖИМЫ

Анализаторы ХИТ АСК2.5.10.2 и АСК2.5.10.8 имеют следующие аппаратные и программные защиты:

- Защита по перегрузке по току;
- Защита по перенапряжению на клеммах прибора;
- Защита по перегреву прибора;
- Защита по потере связи с модулем заряда-разряда **МЗР** (см. рисунок 8 и 9);
- Защита по ошибкам в работе микропрограммы;
- Защита по срыву стабилизации заданного параметра;
- Защита по мгновенному завершению шага программы тестирования ХИТ.

*Защита по перегрузке по току* срабатывает при регистрации величины тока на конкретном канале прибора, превышающей максимум текущего диапазона тока более чем на 2 %. Срабатывание защиты свидетельствует о нарушениях в работе прибора под воздействием внешних или внутренних факторов и приводит к переходу в аварийный режим "**ПЕРЕГРУЗКА**".

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных "RAW" для текущего цикла заряда-разряда (см. раздел 16) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OvI".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

*Защита по перенапряжению на клемме "+"* срабатывает при регистрации положительного напряжения между клеммами прибора, превышающего 5,1 В, либо при регистрации напряжения между клеммами разных каналов, либо между клеммами канала и корпусом прибора, превышающего по абсолютной величине 40 В. Срабатывание защиты свидетельствует о попытке использования прибора при запредельных значениях напряжения на ХИТ либо между клеммами ХИТ и корпусом прибора, либо между клеммами разных каналов прибора, либо о неисправности прибора, и приводит к переходу в аварийный режим "**ПЕРЕНАПР.U+**".

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных "RAW" для текущего цикла заряда-разряда (см. раздел 16) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OvU+".

Если величина напряжения на ХИТ гарантированно не выходит за рамки рабочего диапазона напряжения на клеммах прибора (см. раздел 7), а разность потенциалов между цепями ХИТ и корпусом прибора гарантировано не превышает 40 В (см. раздел 3), при повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

*Защита по перенапряжению на клемме "-"* срабатывает при регистрации отрицательного напряжения между клеммами прибора, превышающего по абсолютной величине 5,1 В, либо при регистрации напряжения между клеммами разных каналов, либо между клеммами канала и корпусом прибора, превышающего по абсолютной величине 40 В. Срабатывание защиты свидетельствует о попытке использования прибора при запредельных значениях напряжения на ХИТ либо между клеммами ХИТ и корпусом прибора, либо между клеммами разных каналов прибора, либо о неисправности прибора, и приводит к переходу в аварийный режим "**ПЕРЕНАПР.U-**".

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных "RAW" для текущего цикла заряда-разряда (см. раздел 16) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OvU-".

Если величина напряжения на ХИТ гарантированно не выходит за рамки рабочего диапазона напряжения на клеммах прибора (см. раздел 7), а разность потенциалов между цепями ХИТ и корпусом прибора гарантировано не превышает 40 В (см. раздел 3), при повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

*Защита по перегреву* срабатывает при регистрации температуры внутри корпуса прибора, превышающей 60°С. Срабатывание защиты свидетельствует о недостаточном охлаждении прибора в следствие повышенной температуры окружающей среды, либо о затруднении в доступе воздуха к щелям охлаждения на передней панели прибора либо о затруднении в отводе струи воздуха из вентилятора на задней панели прибора, либо об отказе вентилятора охлаждения, либо о неисправности прибора, и приводит к переходу в аварийный режим "**ПЕРЕГРЕВ**".

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных "RAW" для текущего цикла заряда-разряда (см. раздел 16) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OvT".

Если температура окружающей среды находится в норме (см. раздел 4), вокруг прибора нет предметов, затрудняющих нормальный доступ воздуха к щелям на передней панели и отвод струи воздуха из вентилятора на задней панели, вентилятор охлаждения работает, а вентиляционные щели прибора не забиты пылью и посторонними предметами, при повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

*Защита по потере связи с модулем заряда-разряда* ***МЗР*** срабатывает в случае невозможности установления связи между модулем контроля и управления **МКУ** и конкретным модулем заряда-разряда **МЗР** (см. рисунок 8 и 9), и приводит к переходу в аварийный режим "**НЕТ СВЯЗИ**".

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных "RAW" для текущего цикла заряда-разряда (см. раздел 16) на конкретном канале прибора будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "SPIALM".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

*Защита по ошибкам в работе микропрограммы прибора* срабатывает в случае возникновения ошибок в работе микропрограммы прибора и приводит к переходу в аварийный режим "**ОБЩ. АВАРИЯ**".

Если авария возникла в момент тестирования ХИТ, в файле первичных данных "RAW" для текущего цикла заряда-разряда (см. раздел 16) на конкретном канале прибора будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "ALM".

При повторяющемся возникновении данной аварии обратитесь в ООО "ЯРОСТАНМАШ" для консультации или ремонта.

*Защита по срыву стабилизации заданного параметра* срабатывает при регистрации несоответствия между заданным и действительным значением стабилизируемого параметра (тока, мощности, сопротивления разряда или напряжения на ХИТ) более чем на 25 % от заданного значения.

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, например, слишком маленькое ограничение по времени для шага CHCC или CHCP и следующим за ним шаге CHCV (см. подраздел 18.2);
- Эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ слишком велико для заданных параметров тестирования;
- Нарушена целостность цепей подключения ХИТ;
- Прибор неисправен.

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**АВ. ОБЪЕКТА**", а в файле первичных данных "RAW" для текущего цикла заряда-разряда (см. раздел 16) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OBJALM".

Если мгновенные заданные значения тока (напряжения) составляют менее 12 % от максимума текущего диапазона тока (максимума рабочего диапазона напряжения), данная защита срабатывать не будет.

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 мгновенному завершению шага* срабатывает в случае, если заданный критерий окончания очередного шага программы тестирования ХИТ будет достигнут раньше, чем через 0,5 с после начала данного шага. Работа защиты включается, начиная со второго цикла заряда-разряда тестируемого ХИТ. Во время выполнения первого цикла или шагов подготовки тестирования (см. раздел 11) данная защита срабатывать не будет.

Срабатывание защиты возможно по следующим причинам:

- Неверно заданные параметры при составлении программы тестирования ХИТ, например, заданное напряжение окончания шага заряда постоянным током (CHCC) меньше или очень близкó к напряжению окончания предыдущего цикла программы (см. подраздел 18.2);
- Эквивалентное последовательное сопротивление ХИТ слишком велико для заданных параметров тестирования;
- Нарушена целостность цепей подключения ХИТ;
- Прибор неисправен.

Срабатывание защиты приводит к переходу в аварийный режим "**АВ. ОБЪЕКТА**", а в файле первичных данных "RAW" для текущего цикла заряда-разряда (см. раздел 16) будет сделана крайняя запись, в которой вместо маркера шага будет зафиксирован маркер аварии: "OBJALM".

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.

## 21 ПОВЕРКА ПРИБОРА

Для своевременного обнаружения отклонений в работе Анализаторов ХИТ АСК2.5.10.2 и АКС2.5.10.8, необходимо выполнять периодическую поверку. Интервал между поверками – 1 год.

Поверка Анализаторов осуществляется в соответствие с Методикой Поверки РТ-МП-5236-551-2018.

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 ХИТ выполняется только техническими специалистами ООО "ЯРОСТАНМАШ".

## 22 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Регулярно очищайте прибор от пыли и загрязнений. Поверхность прибора следует протирать ветошью, 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 ХИТ от сети питания 220 В. Продуйте вентиляционные щели на передней панели и вентилятор на задней панели струей сжатого воздуха.

В случае отказа в работе Анализатора ХИТ 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.

## 23 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 $^{o}$C;
- 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.

## 24 ХРАНЕНИЕ

Хранение прибора должно осуществляться в заводской упаковке в сухих отапливаемых помещениях с температурой окружающего воздуха от 5 до 40 $^{o}$C, относительной влажностью воздуха от 10 до 90 % (без конденсации влаги), атмосферным давлением от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

## 25 УТИЛИЗАЦИЯ

Не выбрасывайте Анализатор ХИТ с бытовыми отходами. Детали и компоненты прибора могут представлять опасность для окружающей среды.

Утилизируйте прибор как электрическое и электронное оборудование в соответствие с действующими нормами и законодательством.

# ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ
# ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ

**Заявитель,** Общество с ограниченной ответственностью "ЯРОСТАНМАШ". Основной государственный регистрационный номер: 1097746667600.

Адрес места нахождения: 119435, Россия, город Москва, переулок Малый Саввинский, дом 5-29. Телефон: +79774875569, +79265907152. Адрес электронной почты: Yarst@mail.ru

**в лице** Генерального директора Рылова Григория Михайловича

**заявляет, что** Приборы измерительные: анализаторы химических источников тока, модели: АСК2.5.10.1, АСК2.5.10.2, АСК2.5.10.4, АСК2.5.10.8

**изготовитель** Общество с ограниченной ответственностью "ЯРОСТАНМАШ".
Адрес места нахождения: 119435, Россия, город Москва, переулок Малый Саввинский, дом 5-29.
Продукция изготовлена в соответствии с ТУ 4032-002-63711239-2017 "АНАЛИЗАТОРЫ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА (АНАЛИЗАТОРЫ ХИТ)".
Код ТН ВЭД ЕАЭС 9027801700. Серийный выпуск.

**соответствует требованиям**

Технических регламентов Таможенного союза: ТР ТС 004/2011 "О безопасности низковольтного оборудования"; ТР ТС 020/2011 "Электромагнитная совместимость технических средств"

**Декларация о соответствии принята на основании**

Протоколов испытаний: № 8136-3/2-2017 от 09.03.2017 года, № 8137-3/2-2017 от 09.03.2017 года, № 8138-3/2-2017 от 09.03.2017 года, Испытательного центра Общества с ограниченной ответственностью "ЦКЭМ", аттестат аккредитации РОСС RU.31010.04.ЖЗМ0/ИЛ.18.2016.
Схема декларирования 1д.

**Дополнительная информация**

ГОСТ 30805.22-2013 "Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений". ГОСТ 12.2.007.0-75 "Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности". Условия хранения продукции в соответствии с ГОСТ 15150-69. Срок хранения (службы, годности) указан в прилагаемой к продукции товаросопроводительной и эксплуатационной документации.

**Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 08.03.2022 включительно**

(подпись) Рылов Григорий Михайлович

(Ф.И.О. заявителя)

М.П.

**Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-RU.АБ72.В.02211**

**Дата регистрации декларации о соответствии: 09.03.2017**

# СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р

## ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

# СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.ПЩ01.Н13156

**Срок действия** с 09.03.2017 по 08.03.2020

№ 2219005

**ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ** рег. № RA.RU.11ПЩ01

Орган по сертификации продукции "Контур" ООО "Контур-Сертификация", адрес: Россия, 101000, город Москва, улица Мясницкая, дом 41, строение 4. Телефон (495) 665-21-90. Адрес электронной почты: info.kontur.rus@gmail.com

**ПРОДУКЦИЯ** Приборы измерительные: Анализаторы Химических Источников Тока, модели: АСК2.5.10.1, АСК2.5.10.2, АСК2.5.10.4, АСК2.5.10.8. Серийный выпуск.

код ОК 005 (ОКП): 26.51.45.190

**СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ**

ТУ 4032-002-63711239-2017 "АНАЛИЗАТОРЫ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА (АНАЛИЗАТОРЫ ХИТ)"

код ТН ВЭД России: 9027801700

**ИЗГОТОВИТЕЛЬ** Общество с ограниченной ответственностью "ЯРОСТАНМАШ". ОГРН: 1097746667600, ИНН: 7701854211, КПП: 770401001. Адрес: 119435, РОССИЯ, город Москва, переулок Малый Саввинский, дом 5, квартира 29.

**СЕРТИФИКАТ ВЫДАН** Общество с ограниченной ответственностью "ЯРОСТАНМАШ". ОГРН: 1097746667600, ИНН: 7701854211, КПП: 770401001. Адрес: 119435, РОССИЯ, город Москва, переулок Малый Саввинский, дом 5, квартира 29. Телефон/Факс: +779774875569/+79265907152, E-mail: yarst@mail.ru.

**НА ОСНОВАНИИ** Протоколов испытаний №№: 8133-3/2-2017 от 09.03.2017 года, 8134-3/2-2017 от 09.03.2017 года, 8135-3/2-2017 от 09.03.2017 года, Испытательного центра Общества с ограниченной ответственностью "ЦКЭМ", аттестат аккредитации РОСС RU.31010.04.Ж3М0/ИЛ.18.2016.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Схема сертификации: 3

М.П.

**Руководитель органа** _____ (подпись) С.А. Никифоров (инициалы, фамилия)

**Эксперт** _____ (подпись) И.А. Александрова (инициалы, фамилия)

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

АО «ОПЦИОН», Москва, 2016, «В» лицензия № 05-05-09/003 ФНС РФ, тел. (495) 726 4742, www.opcion.ru

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

# СВИДЕТЕЛЬСТВО

об утверждении типа средств измерений

**RU.C.34.010.A № 70418**

**Срок действия до 28 июня 2023 г.**

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
**Анализаторы химических источников тока АСК**

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
**Общество с ограниченной ответственностью "ЯРОСТАНМАШ" (ООО "ЯРОСТАНМАШ"), г. Москва**

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № **71687-18**

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
**РТ-МП-5236-551-2018**

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ **1 год**

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от **28 июня 2018 г. № 1306**

Описание типа средств измерений является обязательным приложением к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства С.С.Голубев

"09" 07 2018 г.

Серия СИ № 042445