

# ПРИБОРЫ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА



Докладывает тех. директор ООО «ЯРОСТАНМАШ»  
Меньшиков Ярослав Андреевич

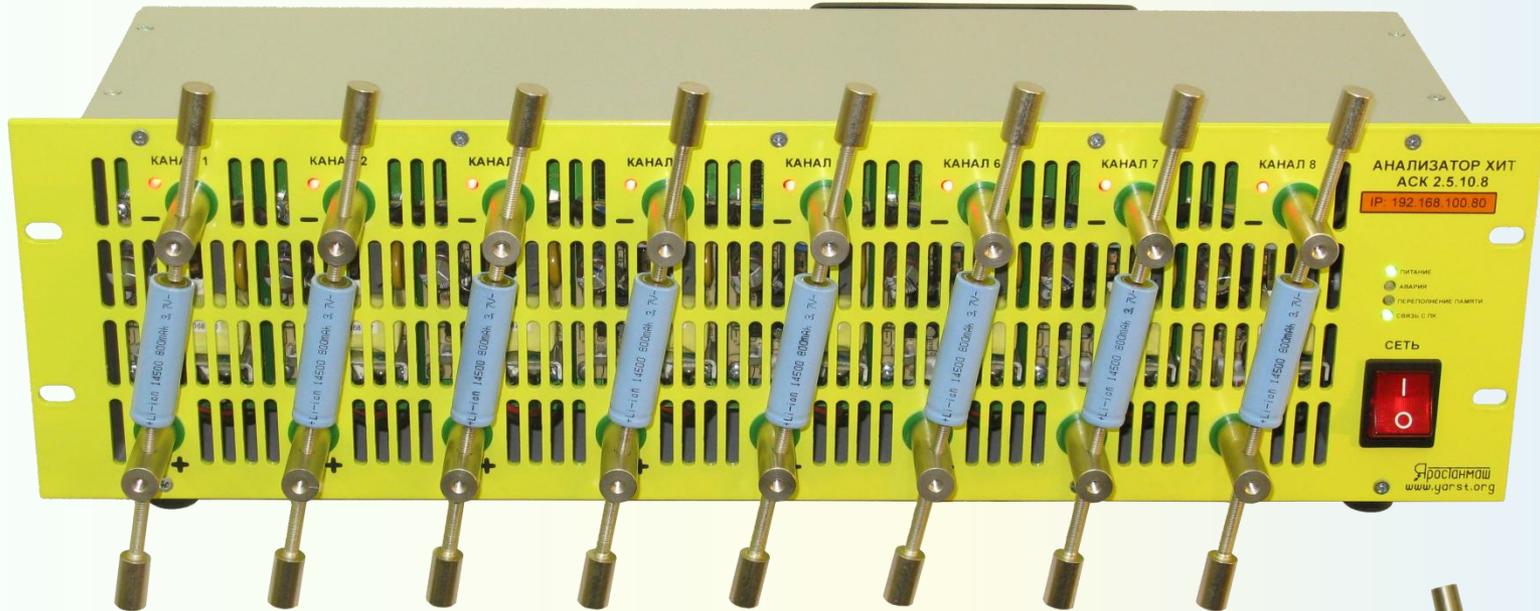
**ООО «ЯРОСТАНМАШ»** основано в 2009г. выпускником-краснодипломником Московского Энергетического Института Меньшиковым Я. А.

Предприятие специализируется на разработке и производстве приборов и оборудования для испытания различных химических источников тока (аккумуляторов, ионисторов, гальванических элементов и др.), в том числе изготавливаемого на заказ под индивидуальные требования.

Перечень продукции **ООО «ЯРОСТАНМАШ»** постоянно расширяется, и включает, в том числе, следующие позиции:

- Анализатор ХИТ **АСК2.5.10.8** – циклер ХИТ с параметрами:  **$\pm 2.5A$ ,  $\pm 4.7B$ ,  $\pm 10Вт$ , 8 каналов;**
- Анализатор ХИТ **АСК150.24.1500.1** – циклер ХИТ с параметрами:  **$\pm 150A$ ,  $24B$ ,  $\pm 1.5кВт$ ;**
- Анализатор ХИТ **АСК75.54.1500.1** – циклер ХИТ с параметрами:  **$\pm 75A$ ,  $54B$ ,  $\pm 1.5кВт$ ;**
- Регистратор саморазряда ХИТ **РСР-01** со входным напряжением от **0.1** до **370В**.

# АНАЛИЗАТОР ХИТ АСК2.5.10.8



Сочетает в себе:

- 8 многорежимных источников тока
- 8 многорежимных нагрузок

**$\pm 2.5 \text{ A}$   $\pm 4.7 \text{ В}$   $\pm 10 \text{ Вт}$**   
**8 каналов**

Каждый канал прибора имеет:

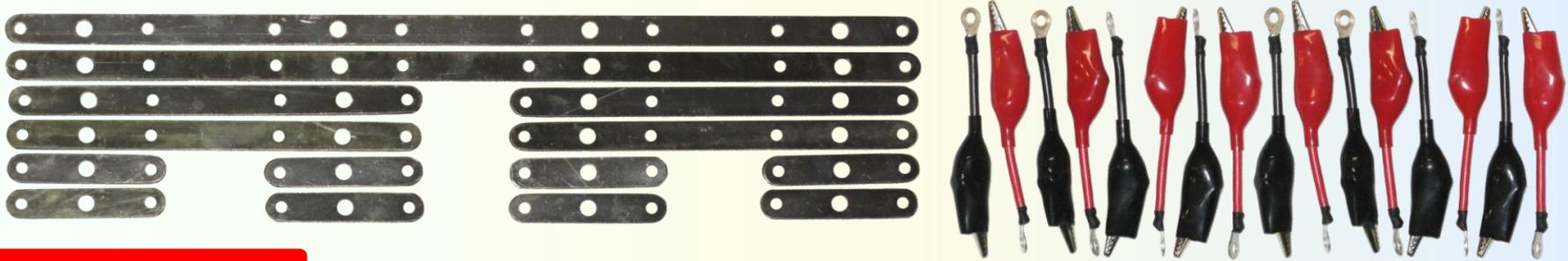
- 8 диапазонов тока: **2.5A**, **0.5A**, **0.1A**, **20mA**, **5mA**, **1mA**, **200мкА** и **50мкА**, для работы во всем диапазоне токов от **2.5A** до **2.5мкА** без потери точности;
- Биполярный вход/выход:  **$\pm 4.7\text{В}$** , что позволяет заряжать и разряжать тестируемые ХИТ **ниже 0В**;
- Универсальную контактную группу, для тестирования элементов с размерами от самых крошечных «таблеток» до **26650**.

Любое количество смежных каналов может быть объединено для параллельной работы и увеличения тока. При объединении всех 8 каналов максимальный ток заряда-разряда ХИТ составляет **20А**.

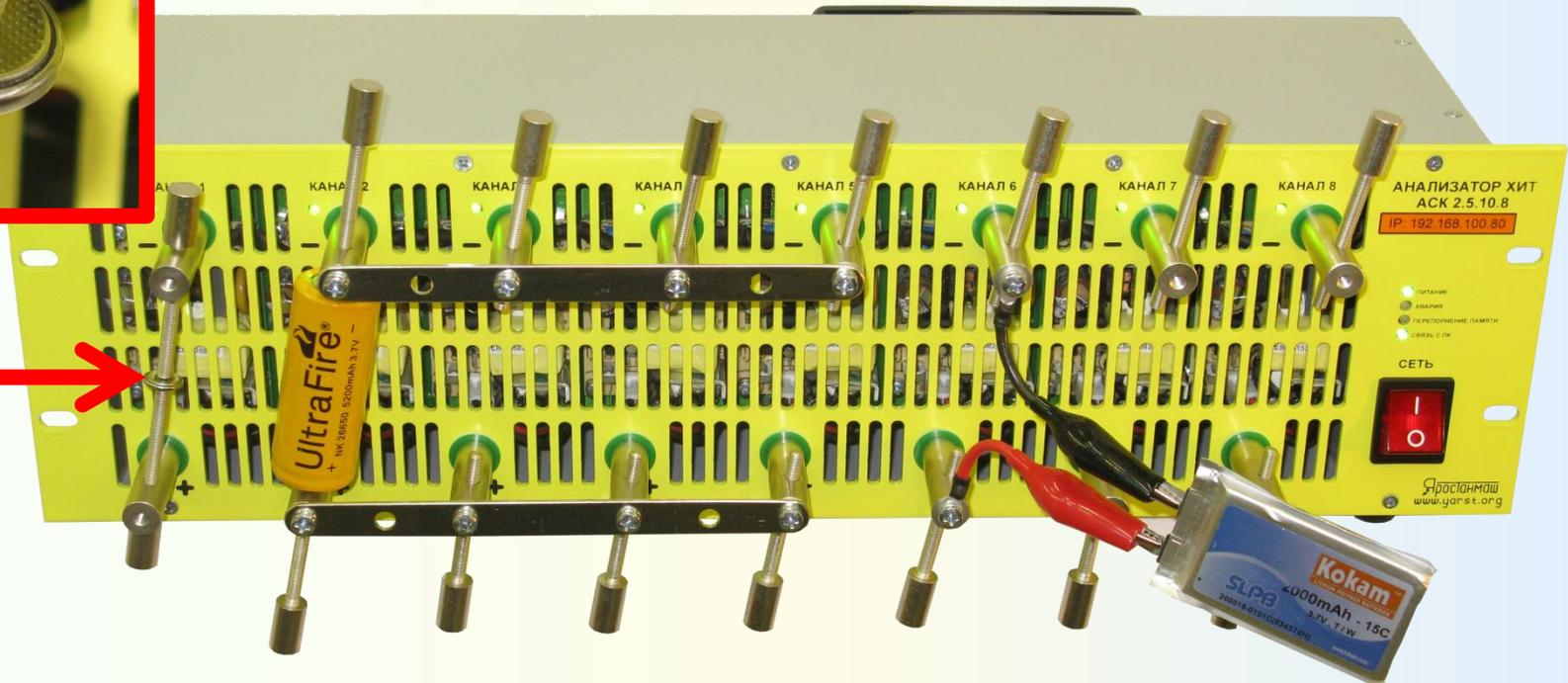


В комплекте к Анализатору ХИТ АСК2.5.10.8 прилагаются:

- 8 комплектов проводов с зажимами «крокодил», для подключения ХИТ любых форм и размеров;
- набор перемычек для параллельного включения каналов прибора в различных комбинациях:



Пример параллельного соединения каналов  
и подключения ХИТ различных форматов и размеров:



Анализатор ХИТ **АСК2.5.10.8** управляется с помощью персонального компьютера через сеть **Ethernet**.



Выполняет:

- Заряд постоянным током (**2.5 мкА – 2.5 А**) (**20 А\***)
- Заряд постоянной мощностью (**10 мкВт – 10 Вт**)
- Дозаряд при постоянном напряжении
- Релаксацию после заряда
- Разряд постоянным током (**2.5 мкА – 2.5 А**) (**20 А\***)
- Разряд постоянной мощностью (**10 мкВт – 10 Вт**)
- Разряд постоянным сопротивлением (**1 Ом – 1 МОм**) (**125 мОм\***)
- Доразряд при постоянном напряжении
- Релаксацию после разряда
- Запись кривой саморазряда
- Предварительный разряд
- Заключительный заряд

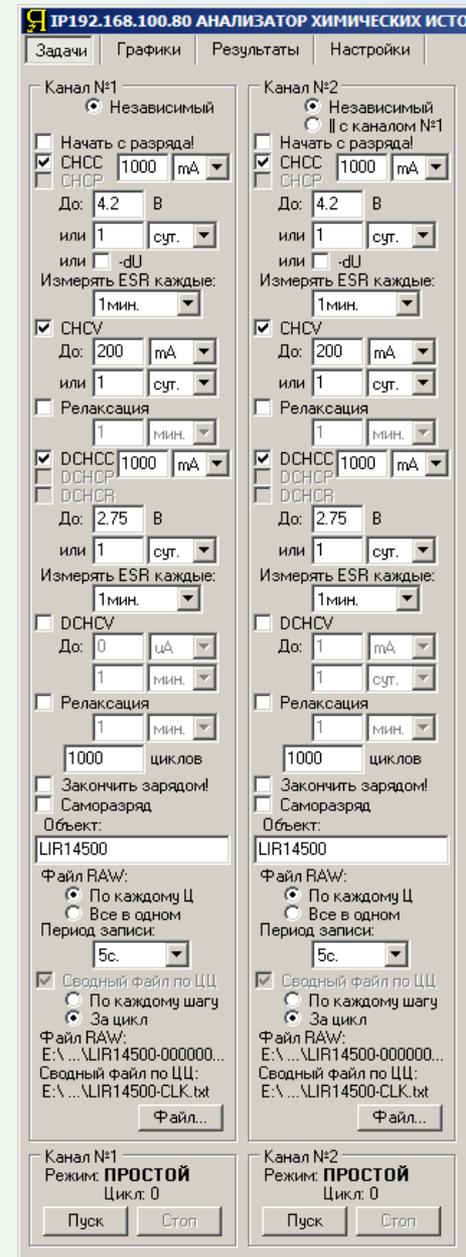
Определяет:

- Емкость ХИТ по заряду, **А·ч**
- Емкость ХИТ по энергии, **Вт·ч**
- Электрическую емкость (ионисторов), **Ф**
- **КПД** хранения заряда (по **А·ч**), %
- **КПД** хранения энергии (по **Вт·ч**), %
- Внутреннее последовательное сопротивление (**ESR**), **Ом** (двумя способами).

Возможно использование критерия окончания заряда по обратному приращению напряжения (**-dU**), что характерно для **Ni-Cd** и **Ni-MH** аккумуляторов.

Задание, запуск и останов требуемой программы тестирования ХИТ выполняется **независимо** для каждого канала прибора.

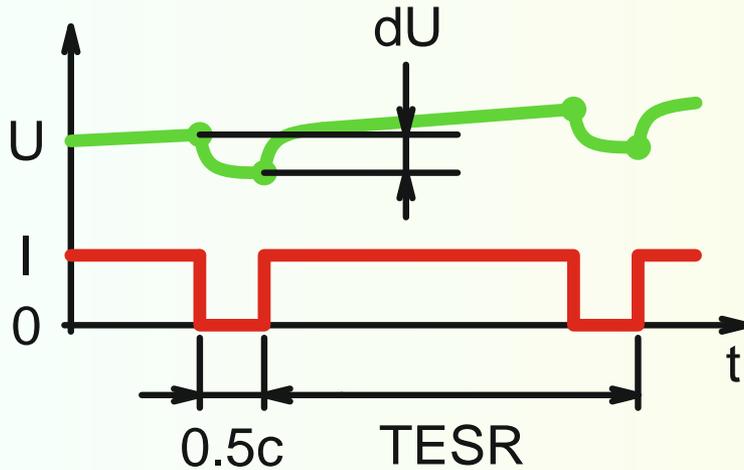
\* - при параллельной работе каналов прибора



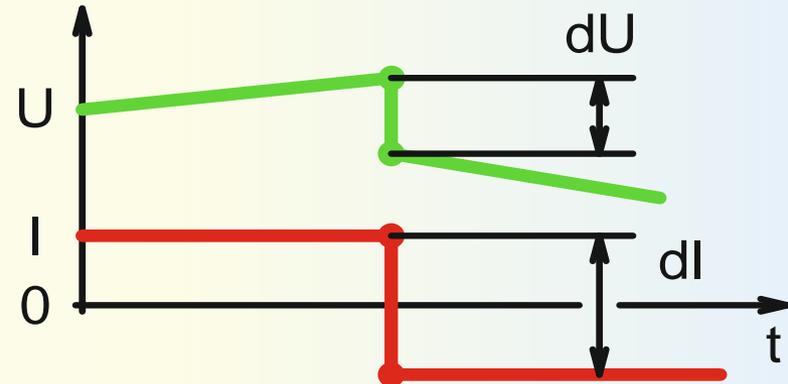
Измерение ESR на Анализаторе ХИТ АСК2.5.10.8 возможно двумя способами:

- периодически в процессе заряда или разряда ХИТ, с заданным периодом измерения TESR;
- по скачку напряжения в начале заряда или вначале разряда.

Измерение ESR в процессе заряда (разряда):

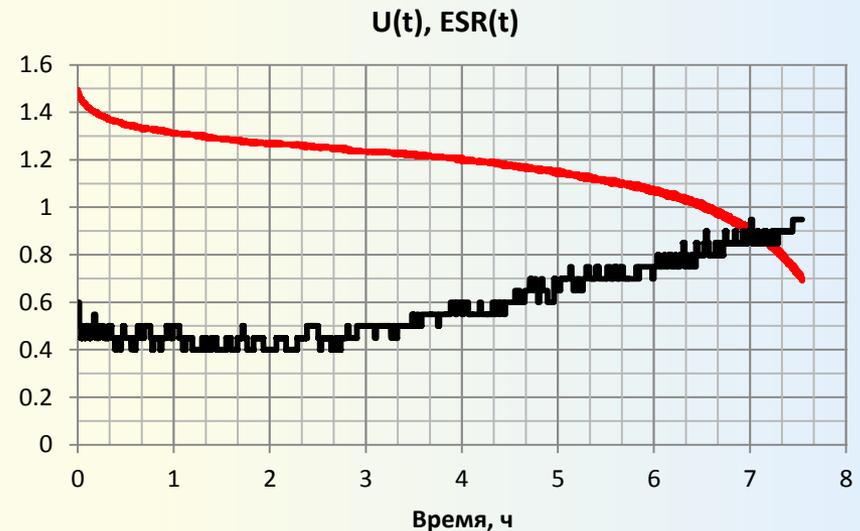


Измерение ESR по скачку U вначале разряда (заряда):



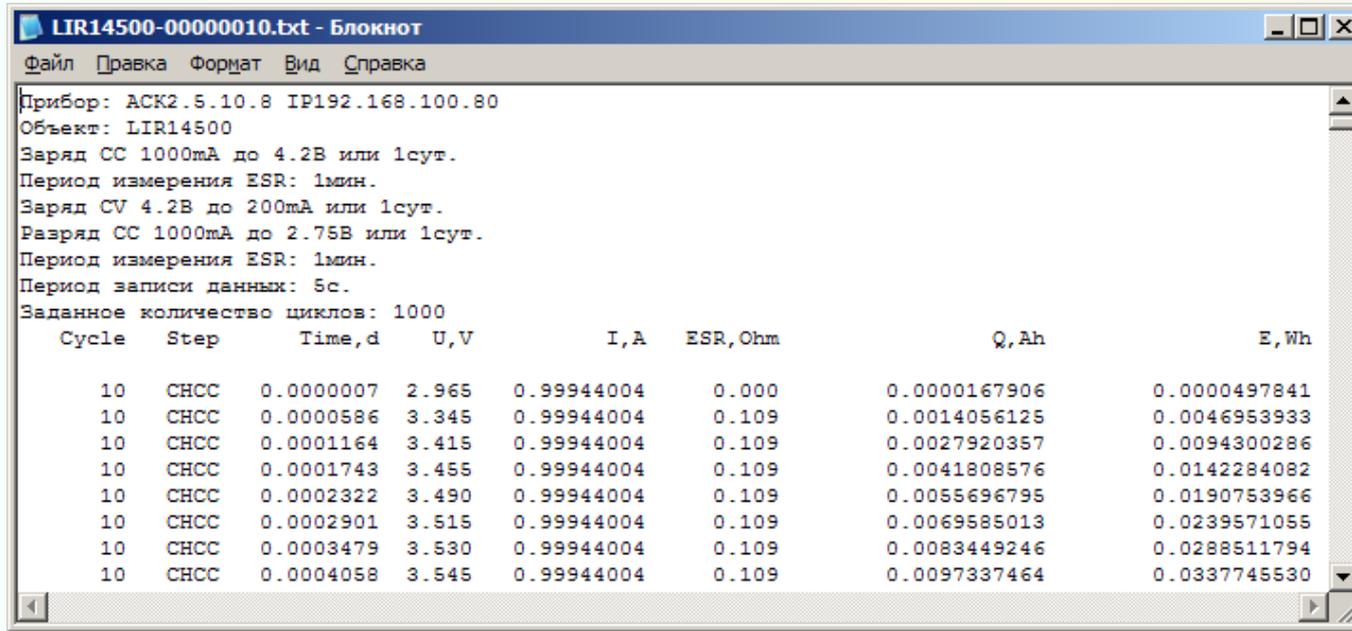
В файлах результатов измерений присутствуют оба значения, измеренные двумя способами.

По результатам измерения ESR могут быть построены зависимости ESR от степени разряда ХИТ:



Результаты тестирования ХИТ представлены файлами двух типов:

- файлом (файлами) первичных данных, содержащим мгновенные значения  $U$  и  $I$  с заданным шагом по времени;
- файлом сводных данных по всем выполненным циклам заряда-разряда ХИТ.



Прибор: АСК2.5.10.8 IP192.168.100.80  
 Объект: LIR14500  
 Заряд СС 1000mA до 4.2В или 1сут.  
 Период измерения ESR: 1мин.  
 Заряд CV 4.2В до 200mA или 1сут.  
 Разряд СС 1000mA до 2.75В или 1сут.  
 Период измерения ESR: 1мин.  
 Период записи данных: 5с.  
 Заданное количество циклов: 1000

Cycle	Step	Time, d	U, V	I, A	ESR, Ohm	Q, Ah	E, Wh
10	CHCC	0.0000007	2.965	0.99944004	0.000	0.0000167906	0.0000497841
10	CHCC	0.0000586	3.345	0.99944004	0.109	0.0014056125	0.0046953933
10	CHCC	0.0001164	3.415	0.99944004	0.109	0.0027920357	0.0094300286
10	CHCC	0.0001743	3.455	0.99944004	0.109	0.0041808576	0.0142284082
10	CHCC	0.0002322	3.490	0.99944004	0.109	0.0055696795	0.0190753966
10	CHCC	0.0002901	3.515	0.99944004	0.109	0.0069585013	0.0239571055
10	CHCC	0.0003479	3.530	0.99944004	0.109	0.0083449246	0.0288511794
10	CHCC	0.0004058	3.545	0.99944004	0.109	0.0097337464	0.0337745530

Файл первичных данных

Может создаваться:

- один на все циклы;
- отдельный для каждого цикла.

Файл (файлы) первичных данных включают следующие параметры:

- Номер цикла заряда-разряда;
- Маркер шага (CHCC – заряд постоянным током, CHCV – дозаряд при постоянном напряжении и т. д.);
- Время от начала шага, **суток**;
- Напряжение на ХИТ, **В**;
- Ток через ХИТ, **А**;
- ESR (внутреннее последовательное сопротивление), измеренное в процессе заряда или разряда, **Ом**;
- Полученный (отданный) от начала текущего шага заряд, **А·ч**;
- Полученную (отданную) от начала текущего шага энергию, **Вт·ч**.

LIR14500-CLK.txt - Блокнот

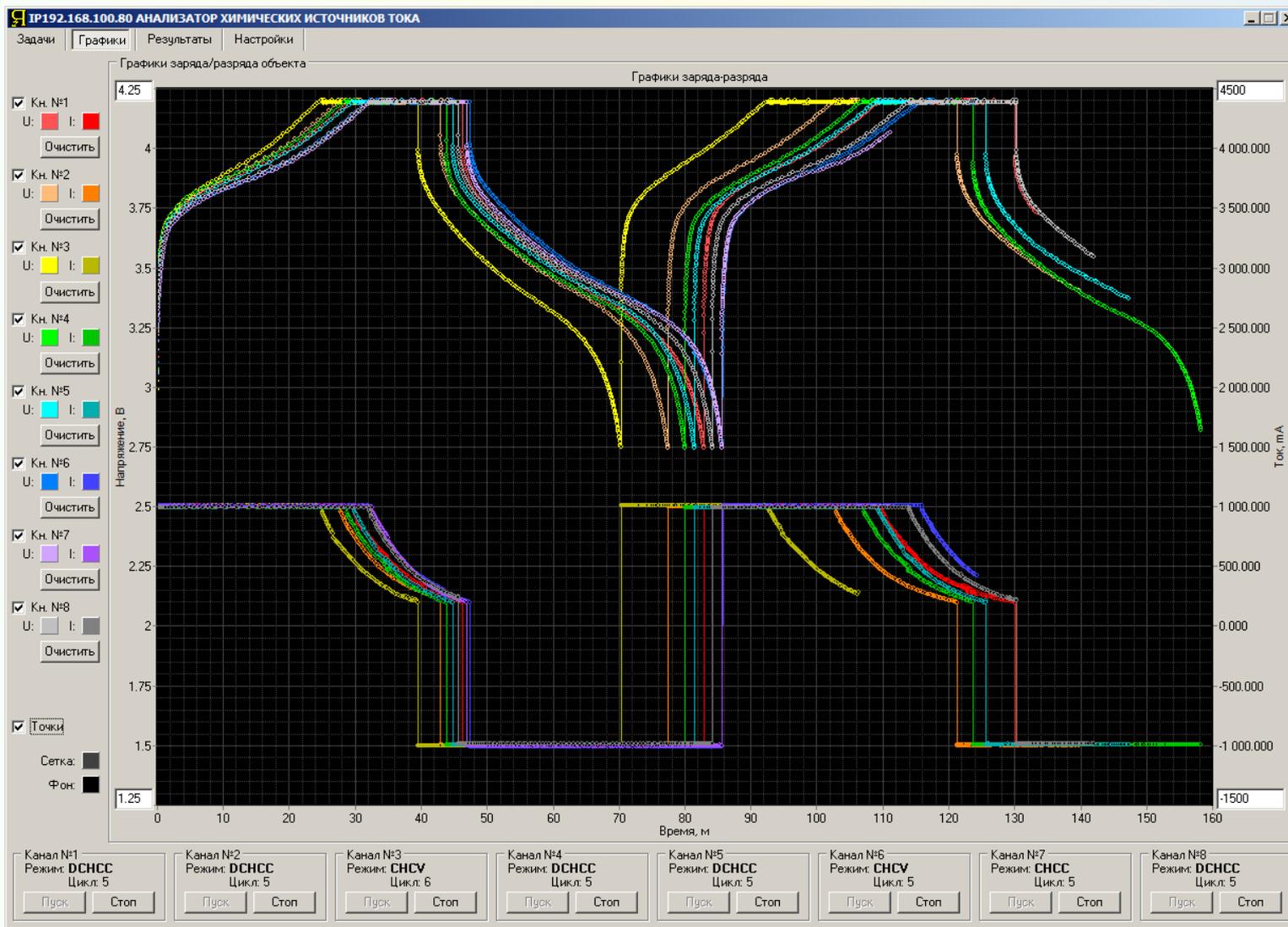
Прибор: АСК2.5.10.8 IP192.168.100.80  
 Объект: LIR14500  
 Заряд СС 1000mA до 4.2В или 1сут.  
 Период измерения ESR: 1мин.  
 Заряд CV 4.2В до 200mA или 1сут.  
 Разряд СС 1000mA до 2.75В или 1сут.  
 Период измерения ESR: 1мин.  
 Период записи данных: 5с.  
 Заданное количество циклов: 1000  
 Начало тестирования: 15.03.2015 18:08:23

Cycle	Step	Drt,d	Ue,V	Ie,A	ESRa,Ohm	Q,Ah	E,Wh	C,F	ESRc,Ohm	ESRd,Ohm	Ilk,A	EFg,%	EFe,%
1	GNRL	0.0329821	2.745	-0.99695998	0.108	-0.7486713766	-2.6351576680	2429.3885619	0.000	0.116	-0.929706847	999.9	999.9
2	GNRL	0.0648926	2.745	-0.99944004	0.103	-0.7316922053	-2.5714060838	2403.7464907	0.112	0.104	0.000726293	99.8	89.7
3	GNRL	0.0647076	2.745	-0.99944004	0.104	-0.7293853182	-2.5610604937	2354.4856269	0.117	0.108	-0.000083244	100.0	89.7
4	GNRL	0.0647174	2.745	-0.99695998	0.104	-0.7299433182	-2.5639652942	2376.6186077	0.110	0.104	-0.000897322	100.2	89.9
5	GNRL	0.0644278	2.745	-0.99944004	0.105	-0.7242234268	-2.5395722920	2329.1151122	0.110	0.108	0.001848454	99.6	89.2
6	GNRL	0.0644223	2.745	-0.99695998	0.105	-0.7256265570	-2.5457771008	2306.6384597	0.115	0.108	-0.001990745	100.4	89.8
7	GNRL	0.0646650	2.745	-0.99695998	0.103	-0.7275016270	-2.5539908340	2394.0433784	0.110	0.104	-0.001294060	100.3	89.8
8	GNRL	0.0648036	2.745	-0.99695998	0.102	-0.7288681547	-2.5598004286	2381.2211427	0.110	0.104	-0.001244911	100.3	89.9
9	GNRL	0.0648571	2.745	-0.99944004	0.102	-0.7291476717	-2.5610464908	2341.9350781	0.110	0.104	-0.000736590	100.2	89.8
10	GNRL	0.0646300	2.745	-0.99695998	0.104	-0.7234873005	-2.5357581960	2350.6882005	0.110	0.104	0.002263943	99.5	89.1

- Номер цикла заряда-разряда;
- Маркер полного цикла заряда-разряда (GNRL);
- Длительность цикла, **суток**;
- Конечное напряжение на ХИТ, **В**;
- Конечный ток через ХИТ, **А**;
- Усредненное ESR, измеренное в процессе заряда и разряда, **Ом**;
- Емкость ХИТ по заряду, **А·ч**;
- Емкость ХИТ по энергии, **Вт·ч**;
- Электрическая емкость ХИТ, **Ф** (имеет смысл только для ионисторов);
- ESR, измеренное по скачку напряжения вначале заряда, **Ом**;
- ESR, измеренное по скачку напряжения вначале разряда, **Ом**;
- Средний ток утечки через ХИТ за цикл, **А** (величина только для справки);
- **КПД** по заряду (по **А·ч**), %;
- **КПД** по энергии (по **Вт·ч**), %.

Для наблюдения за ходом тестирования ХИТ

программное обеспечение к Анализатору АСК2.5.10.8 содержит страницу графиков:



Габариты прибора: 485 x 132 x 200мм (под стойку 19", 3U). Масса: 7кг.

Точность измерения напряжения на ХИТ: 0.5%

Точность измерения тока через ХИТ: 0.5%

# АНАЛИЗАТОРЫ ХИТ

## АСК150.24.1500.1 и АСК75.54.1500.1



**±150 А**

**±75 А**

**24 В**

**54 В**

**±1.5 кВт**

**±1.5 кВт**

Сочетают в себе:

- многорежимный источник тока
- многорежимную нагрузку

Имеют:

- два диапазона тока  
**150А и 40А**      **75А и 20А**
- два диапазона напряжения  
**24В и 7В**      **54В и 12В**
- Выносной датчик температуры ХИТ

Анализаторы ХИТ АСК150.24.1500.1 и АСК75.54.1500.1 управляются с помощью персонального компьютера через сеть **Ethernet**.



Анализаторы ХИТ **АСК150.24.1500.1 / АСК75.54.1500.1** выполняют:

- Заряд постоянным током (**4 - 150А / 2 - 75А**)
- Заряд постоянной мощностью (**3Вт - 1.5кВт**)
- Дозаряд при постоянном напряжении (**1В - 24В / 2В - 54В**)
- Релаксацию после заряда
- Разряд постоянным током (**4 - 150А / 2 - 75А**)
- Разряд постоянной мощностью (**3Вт - 1.5кВт**)
- Разряд постоянным сопротивлением (**5мОм - 20 Ом / 20мОм - 100 Ом**)
- Доразряд при постоянном напряжении (**0.5 - 24В / 0.5 - 54В**)
- Релаксацию после разряда
- Запись кривой саморазряда
- **Разряд ХИТ до 0В (ионисторов)**

Определяют:

- Емкость ХИТ по заряду, **Кл, А·ч**
- Емкость ХИТ по энергии, **Дж, Вт·ч**
- Электрическую емкость (ионисторов), **Ф**
- **КПД** хранения заряда (по **А·ч**), %
- **КПД** хранения энергии (по **Вт·ч**), %
- **ESR, мОм**
- Вид зарядно-разрядных кривых **U(t), I(t)**
- Зависимость **U(t)** при **саморазряде** ХИТ

Измерение ESR осуществляется по скачку U вначале заряда (разряда).



Настройка и запуск программы тестирования ХИТ осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения, устанавливаемого на компьютере:



IP192.168.100.73 АНАЛИЗАТОР ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Задачи | Графики | Результаты | Настройки

**Заряд постоянным током (CHCC)**

Определяется: ESRch [Ом]  
Qch [Кл]  
Ech [Дж, Вт·ч]

Выполнять

Ток заряда: 75 A  
Конечное напряжение: 15 В  
Конечное время: 50 ч

**Заряд постоянной мощностью (CHCP)**

Определяется: ESRch [Ом]  
Qch [Кл]  
Ech [Дж, Вт·ч]

Выполнять

Мощность заряда: 600 Вт  
Конечное напряжение: 15 В  
Конечное время: 1 ч

**Дозаряд пост. напряжением (CHCV)**

Определяется: Qch [Кл]  
Ech [Дж, Вт·ч]

Выполнять

Напряжение заряда: 12.5 В  
Конечный ток: 15 А  
Конечное время: 50 ч

**Релаксация после заряда**

Определяется: ESRch [Ом]  
Uend [В]

Выполнять

Конечное время: 25 с

**Саморазряд**

Определяется: График U(t)

Выполнить после всех циклов

Конечное напряжение: 5 В  
Конечное время: 10 лет

**Разряд постоянным током (DCHCC)**

Определяется: ESRdch [Ом]  
Cdch [Ф]  
Qdch [Кл]  
Edch [Дж, Вт·ч]

Выполнять

Ток разряда: 75 A  
Конечное напряжение: 7.5 В  
Конечное время: 1 ч

**Разряд постоянной мощностью (DCHCP)**

Определяется: ESRdch [Ом]  
Qdch [Кл]  
Edch [Дж, Вт·ч]

Выполнять

Мощность разряда: 1500 Вт  
Конечное напряжение: 7.5 В  
Конечное время: 1 ч

**Разряд пост. сопротивлением (DCHCR)**

Определяется: ESRdch [Ом]  
Qdch [Кл]  
Edch [Дж, Вт·ч]

Выполнять

Сопротивление разряда: 0.175 Ом  
Конечное напряжение: 8 В  
Конечное время: 1 ч

**Дозаряд пост. напряжением (DCHCV)**

Определяется: Qdch [Кл]  
Edch [Дж, Вт·ч]

Выполнять

Напряжение разряда: 6.25 В  
Конечный ток: 15 А  
Конечное время: 50 ч

**Релаксация после разряда**

Определяется: ESRdch [Ом]  
Uend [В]

Выполнять

Конечное время: 13 с

**Управление тестированием Объекта**

Ограничение t°-ры Объекта: 50 °C

Выполнить: 1000000 циклов

Объект: МЛСК-6-500F

Тестирование Объекта: **ОСТАНОВЛЕНО**

Текущий цикл: 0

По каждому шагу  За цикл

Пожилые результаты:

E:\...МЛСК-6-500F.txt

Данные саморазряда:

Файл не выбран!

**Выбор диапазонов измерений**

Подключено к Прибору АСК75.54.1500.1

Максимальный ток: 75А  
Максимальное напряжение: 54В  
Максимальная мощность: 1500Вт

Диапазон напряжения:

54В  
 12В

Диапазон тока:

75А  
 20А

**Разряд до 0**

Начальный ток: 10 A  
Конечное время: 5 мин

Подключено к прибору IP 192.168.100.73 Объект: **ОТКЛЮЧЕН** Напряжение: ? Ток: 0.0 А Мощность: ? t°-ра: 26°C Состояние: **ПРОСТОЙ**

РОСНАНМАШ 2015г

МЛСК-6-500F.txt - Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

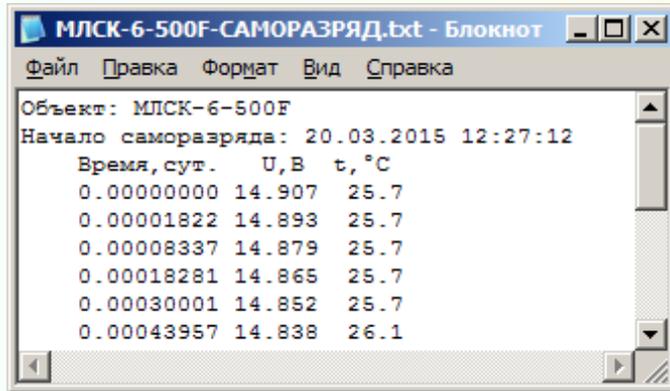
Объект: МЛСК-6-500F  
 Заряд СР 600Вт до 15В или 1ч  
 Разряд СС 75А до 7.5В или 1ч  
 Заданное количество циклов: 1000000  
 Начало тестирования: 20.03.2015 11:56:10

Цикл№	Е, кДж	Е, Вт·ч	Q, Кл	Q, А·ч	С, #	Rch, мОм	Rdch, мОм	Iут.с, А	КПДз, %	КПДе, %	t, °С
1	37.318	10.366	3350	0.930	452.5	1.820	1.621	>-10	435.2	341.3	24.1
2	37.221	10.339	3339	0.927	451.0	1.631	1.671	0.0	100.1	97.8	24.1
3	37.227	10.341	3338	0.927	451.3	1.601	1.730	0.0	100.0	97.7	24.3
4	37.228	10.341	3338	0.927	450.9	1.532	1.701	0.0	100.0	97.7	24.5
5	37.219	10.339	3337	0.927	450.6	1.661	1.691	0.0	100.0	97.7	24.5
6	37.224	10.340	3337	0.927	451.1	1.541	1.661	0.0	100.0	97.7	24.9
7	37.211	10.336	3336	0.927	450.7	1.532	1.730	0.0	100.0	97.7	24.9
8	37.220	10.339	3337	0.927	450.6	1.641	1.671	0.0	100.0	97.7	25.1
9	37.228	10.341	3337	0.927	450.6	1.561	1.701	0.0	100.0	97.7	25.3
10	37.213	10.337	3335	0.927	450.6	1.571	1.711	0.0	99.9	97.6	25.5

Файл результатов содержит:

- Номер цикла заряда-разряда;
- Емкость ХИТ по заряду, **Кл, А·ч**;
- Емкость ХИТ по энергии, **Дж, Вт·ч**;
- Электрическая емкость ХИТ, **Φ** (имеет смысл только для ионисторов);
- ESR, измеренное по скачку напряжения вначале заряда, **мОм**;
- ESR, измеренное по скачку напряжения вначале разряда, **мОм**;
- Средний ток утечки через ХИТ за цикл, **А** (величина только для справки);
- **КПД** по заряду (**по А·ч**), %;
- **КПД** по энергии (**по Вт·ч**), %;
- Среднюю температуру ХИТ за цикл, **С**.

Файл записи кривой саморазряда ХИТ:



МЛСК-6-500F-САМОРАЗРЯД.txt - Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

Объект: МЛСК-6-500F  
Начало саморазряда: 20.03.2015 12:27:12

Время, сут.	U, В	t, °C
0.00000000	14.907	25.7
0.00001822	14.893	25.7
0.00008337	14.879	25.7
0.00018281	14.865	25.7
0.00030001	14.852	25.7
0.00043957	14.838	26.1

Содержит:

- Время от начала записи кривой саморазряда, **суток**;
- Текущее напряжение на ХИТ, **В**;
- Текущую температуру ХИТ, **С**.

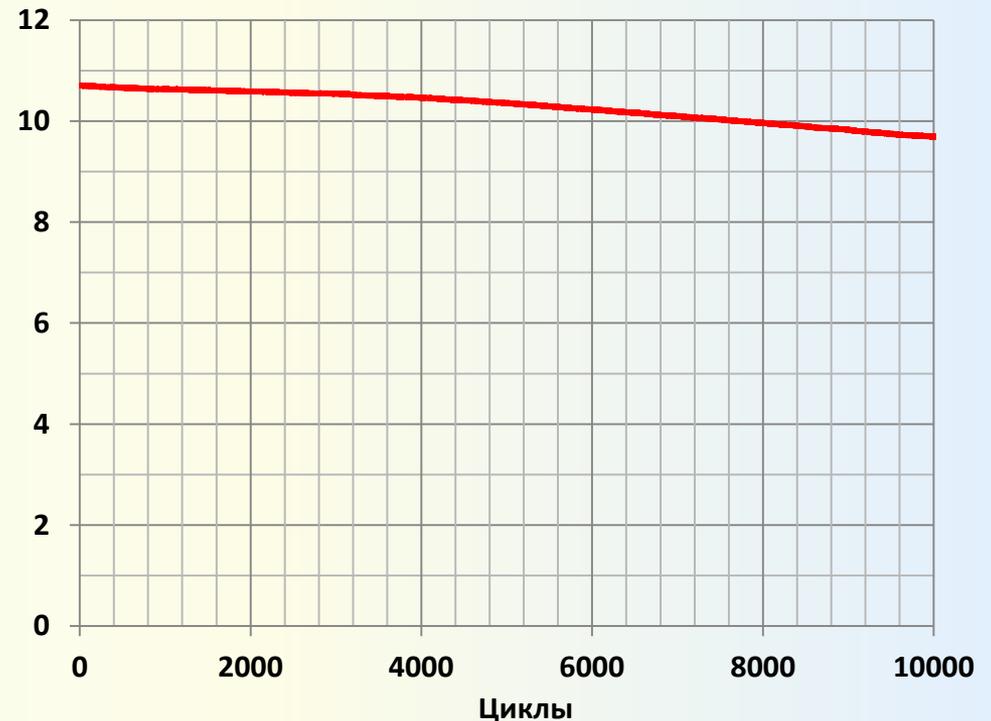
По файлам результатов измерений могут быть построены зависимости параметров ХИТ от числа пройденных циклов заряда-разряда:

Габариты приборов: **200 x 170 x 460мм**.  
Масса: **12кг**.

Точность измерения напряжения на ХИТ: **0.25%**

Точность измерения тока через ХИТ: **0.5%**

ЭНЕРГОЕМКОСТЬ, Вт·ч



# РЕГИСТРАТОР САМОРАЗРЯДА ХИТ РСР-01



Предназначен для записи кривой саморазряда  $U(t)$  различных химических источников тока

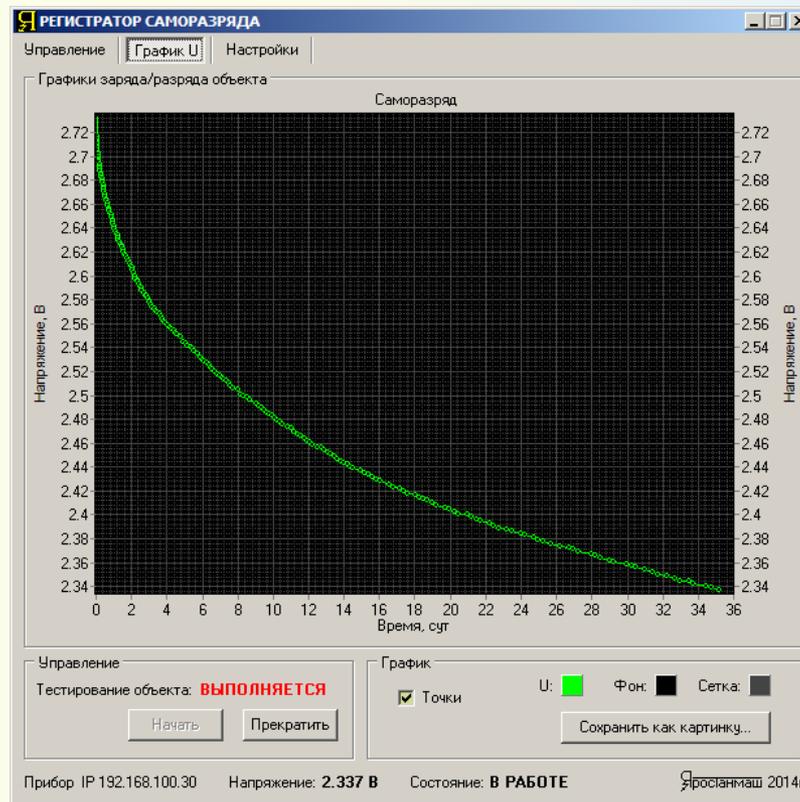
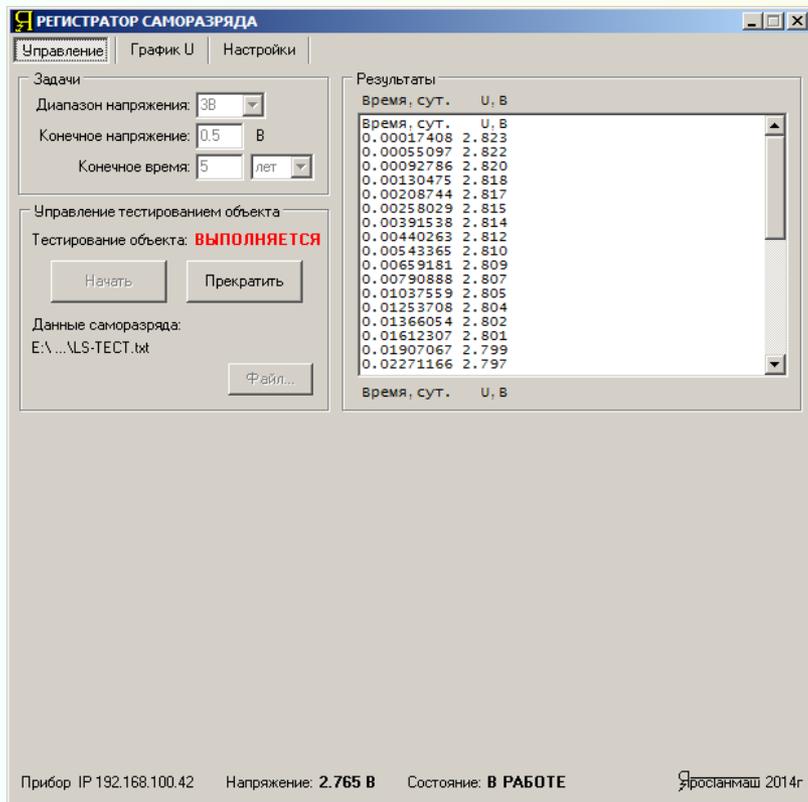
Имеет 4 диапазона измерения напряжения:

**3В 15В 75В 370В**

Прибор содержит программно-аппаратные решения, призванные к **максимальному увеличению входного сопротивления**, во избежание влияния на саморазряд тестируемого ХИТ.

Встроенный резервный источник питания (аккумулятор) способен поддерживать работу в течении 6 часов. Это гарантирует сохранность наработанных данных при перебоях в электроснабжении.

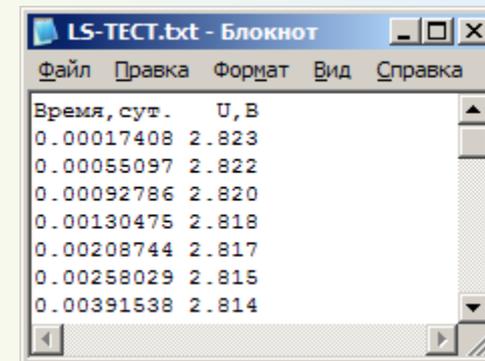
Управление Регистратором Саморазряда РСР-01 осуществляется от компьютера через сеть **Ethernet**. Компьютер необходим только для запуска процесса тестирования и для получения результатов измерений. Во время самого процесса тестирования компьютер может быть выключен. Запись данных осуществляется во внутреннюю память прибора.



В процессе записи кривой саморазряда ХИТ  $U(t)$  создается файл результатов:

Габариты прибора: 140 x 110 x 35мм

Точность измерения напряжения на ХИТ: **0.5%**



## ООО «ЯРОСТАНМАШ»

Ген. директор **РЫЛОВ ГРИГОРИЙ МИХАЙЛОВИЧ**  
**+7 (915) 753-95-16**

Тех. директор **МЕНЬШИКОВ ЯРОСЛАВ АНДРЕЕВИЧ**  
**+7 (926) 590-71-52**

**[yarst@mail.ru](mailto:yarst@mail.ru)**

**[www.yarst.org](http://www.yarst.org)**