

## Порядок настройки, работы и описание команд стенда ЭТТ.

### 1. Общие сведения.

При подключении стенда ЭТТ к ПК в ОС появляется виртуальный COM-порт, для ОС Windows 7 требуется установить драйвер Virtual COM Port Driver V1.5.0. Система команд стенда адаптирована для ручного ввода оператором в любом терминале, работающем с COM-портами компьютера. Команды требуется передавать в кодировке UTF-8/ASCII латиницей, признак конца команды – символ <CR> (код 0x0D). Настройки параметров COM-порта не требуется. Пример настроек терминала **Termite** на рисунке 1.

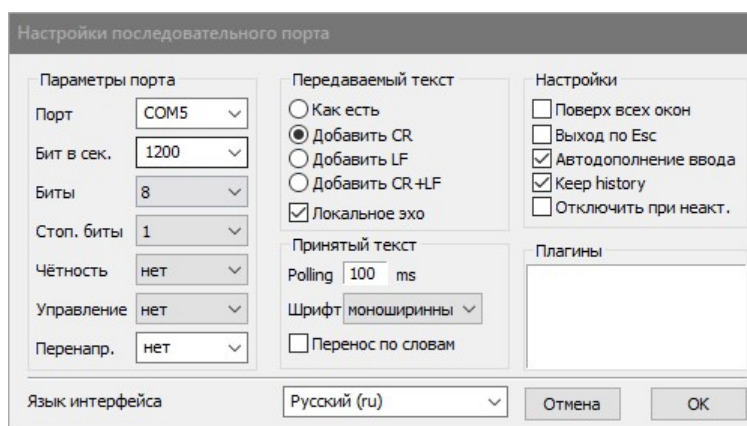


Рисунок 1.1

После открытия порта стенд сообщает свою версию ПО, системное время, состояние системы, состояние памяти, рисунок 1.2

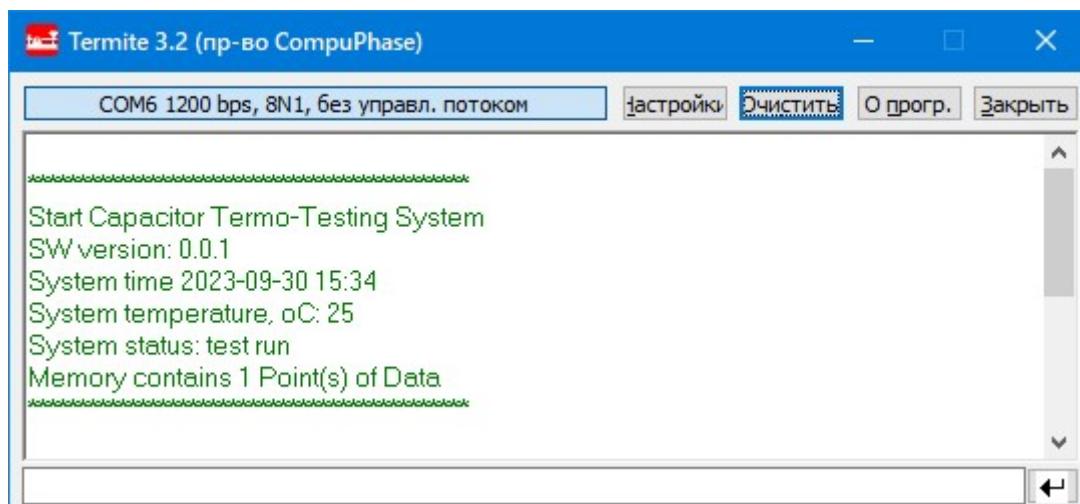


Рисунок 1.2

### 2. Настройка параметров управления стенда ЭТТ. Команды настройки.

Система имеет следующие настраиваемые параметры:

**Vt** – тестирующее напряжение. Это напряжение, которое будет удерживаться на конденсаторах в течение всего времени выполнения теста, за исключением времени проведения измерения токов утечек.

Команда: «**Set Vt=<value>**», **<value>** - целое число в вольтах.

Пример:

Команда: **Set Vt=150**

Ответ: **Ok**

**Vm** – напряжение измерения. Напряжение, при котором проводится измерение токов утечек.

Команда: «**Set Vm=<value>**», **<value>** - целое число в вольтах.

Пример:

Команда: **Set Vm=50**

Ответ: **Ok**

**Ve** – допустимое отклонение напряжения, подаваемого на конденсаторы, от заданных значений **Vt** или **Vm**. Превышение отклонения прерывает процесс тестирования или измерения.

Команда: «**Set Ve=<value>**», **<value>** - целое число в милливольтках.

Пример:

Команда: **Set Ve=500**

Ответ: **Ok**

**Tt** – время тестирования, в течение которого стенд будет удерживать тестовое напряжение на конденсаторах и периодически производить измерение токов утечки конденсаторов.

Команда: «**Set Tt=<value>**», **<value>** - целое число в часах.

Пример:

Команда: **Set Tt=168**

Ответ: **Ok**

**Tr** – период измерений, через который система периодически проводит измерение токов утечки во время прохождения теста.

Команда: «**Set Tr=<value>**», **<value>** - целое число в минутах.

Пример:

Команда: **Set Tr=30**

Ответ: **Ok**

**Td** – время зарядки/разрядки конденсаторов. После коммутации напряжения на конденсаторах стенд ожидает время **Td** до следующих действий. В течение времени **Td** не производится оценка параметра **Ve**.

Команда: «**Set Td=<value>**», **<value>** - целое число в миллисекундах.

Пример:

Команда: **Set Td=5000**

Ответ: **Ok**

**Ta** – время до начала измерения после времени заряда/разряда конденсаторов **Td**.

Команда: «**Set Ta=<value>**», **<value>** - целое число в миллисекундах.

Пример:

Команда: **Set Ta=100**

Ответ: **Ok**

**Th** - максимальное время установления напряжения **UR** (критерий **Ve**), превышение которого прерывает процесс тестирования или измерения.

Команда: «**Set Th=<value>**», **<value>** - целое число в миллисекундах.

Пример:

Команда: **SetTh=1000**

Ответ: **Ok**

**Ki** – коэффициент преобразования (усиления) тока в напряжение В/А.

Команда: «**Set Ki=<value>**», **<value>** - целое число.

Пример:

Команда: **Set Ki=1000000**

Ответ: **Ok**

**Kd** – коэффициент преобразования (деления) напряжения **UR** в **VX**.

Команда: «**Set Kd=<value>**», **<value>** - целое число.

Пример:

Команда: **Set Kd=101**

Ответ: **Ok**

**Km** – количество отсчетов АЦП, по которым проводится усреднение, один отсчет АЦП требует 138 мкс, для подавления помехи 50 Гц, **Km** следует устанавливать кратным 145 (20 мс).

Команда: «**Set Km=<value>**», **<value>** - целое число.

Пример:

Команда: **Set Km=145**

Ответ: **Ok**

**RTC** – значение текущего времени.

Команда: «**Set RTC=<YYYY:MM:DD:HH:MM>**», **<value>** - год:месяц:день:часы:минуты.

Пример:

Команда: **Set RTC=2023:09:30:12:00**

Ответ: **Ok**

**Short\_I** – пороговое значение тока утечки конденсатора, превышение которого отмечается ошибкой в режиме **Проверка** (замыкание).

Команда: «**Set Short\_I=<value>**», **<value>** - целое число нано Ампер.

Пример:

Команда: **Set Short\_I=2500**

Ответ: **Ok**

**Contact\_C** – пороговое значение емкости, ниже которого в режиме **Проверка** будет отмечено ошибкой (контактирование).

Команда: «**Set Contact\_C=<value>**», **<value>** - целое число пико Фарад.

Пример:

Команда: **Set Contact\_C=100**

Ответ: **Ok**

Посмотреть настройки стенда можно с помощью команды «**Read settings**», рисунок 2.1.

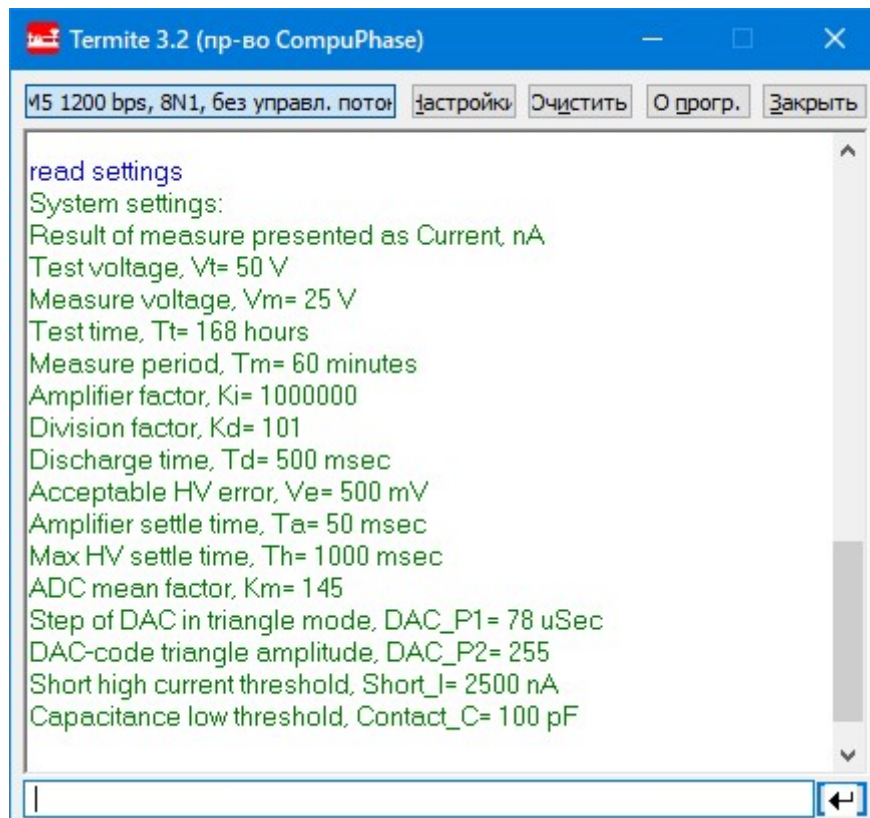


Рисунок 2.1

### 3. Режимы работы стенда ЭТТ.

С программной точки зрения стенд может находиться в одном из следующих состояний:

- 1) **Ожидание** – режим готовности к тестированию, при этом напряжение  $U_R = 0$  В, конденсаторы подключены к разряжающим ключам.
- 2) **Тестирование** – основной рабочий режим стенда ЭТТ, напряжение  $U_R = V_t$  с допуском  $V_e$ , конденсаторы подключены к заряжающим ключам, идет отсчет времени  $T_t$ , с периодом  $T_p$  производится переход в режим **Измерение** для измерения токов утечки конденсаторов на напряжении  $V_m$  с последующим возвратом в режим **Тестирование**. Режим активируется командой оператора или автоматически при подаче питания на стенд, если перед снятием питания стенд находился в этом режиме.
- 3) **Пауза** - прерывание режима тестирования, напряжение  $U_R = 0$  В, конденсаторы подключены к разряжающим ключам. Режим может быть активирован командой оператора или из режима **Измерение** по причине невозможности удерживать напряжение  $U_R = V_m$ .
- 4) **Измерение** – режим измерения токов утечки конденсаторов. Напряжение  $U_R = V_m$  с допуском  $V_e$ , конденсаторы измеряемой линии подключены к заряжающим ключам, остальные линии – отсоединены сигналом **ОПТО**. Стенд производит последовательное измерение всех линий матрицы с 1-й по 16-ю. Режим может быть активирован командой оператора или из режима **Тестирование** как периодический процесс с периодом  $T_p$ .
- 5) **Проверка** – режим проверки замыкания и контактирования испытуемых конденсаторов, выполняемый по отдельной команде и при запуске режима **Тестирования**, при этом проверяется:
  - а) способность стенда установить  $U_R = V_m$  с допуском  $V_e$  с выдачей соответствующего сообщения

- б) последовательное измерение токов всех конденсаторов на пороговое значение **Short\_I**, с выдачей карты результатов проверки
- в) последовательная оценка ёмкости всех конденсаторов на пороговое значение **Contact\_C**, с выдачей карты результатов проверки
- 6) **Стоп** – режим, в который стенд переходит из режима **Тестирование**. Напряжение **UR** = 0 В, конденсаторы подключены к разряжающим ключам. В памяти стенда хранятся данные измерений токов утечки, выполненные за время тестирования.
- 7) **Ошибка** – режим, в который переходит стенд при невозможности установить **UR = Vt** или **UR = Vm** с допуском **Ve** из режимов **Тестирование** или **Измерение** соответственно еще до подачи напряжения на конденсаторы. Напряжение **UR** = 0 В, конденсаторы подключены к разряжающим ключам.

Посмотреть текущий режим стенда можно с помощью команды «**Read status**», рисунок 3.1.

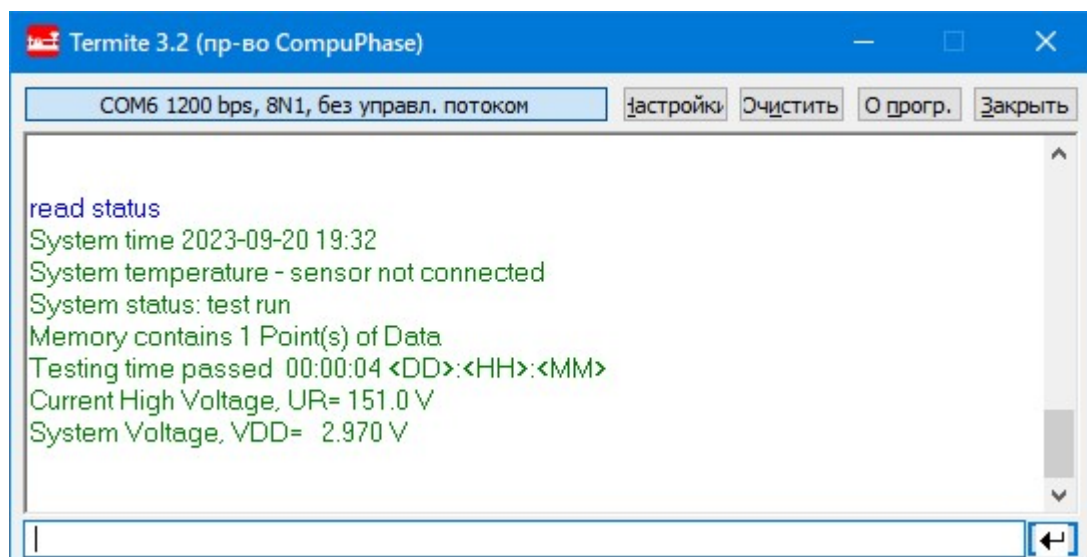


Рисунок 3.1

#### 4. Команды управления стендом ЭТТ.

**Команда «Start».** Команда запускает процесс тестирования или продолжает тестирование из режима **Пауза**, при этом выполняется следующая последовательность действий:

- **UR** устанавливается равным **Vt**, если за время **Th** напряжение **UR** не попало в допуск **Ve** – процесс прерывается и стенд переходит в режим **Ошибка**, сообщая:  

```
***** Fail set High Voltage *****
```
- Конденсаторы первой линии подключаются к заряжающим ключам, через время **Td** измеряются токи утечек конденсаторов на превышение параметра **Short\_I**, а так же проверяется, что напряжение **UR** = **Vt** с допуском **Ve** (**после перестройки схемы генератора напряжения <UR> - событие невозможно**). Если условие **UR** = **Vt** нарушено, стенд производит измерение токов, с целью определить ряд, в котором усилитель тока зашкален, выдается сообщение с указанием проблемной линии и ряда и стенд переходит в режим, в котором находился до команды «**Start**», сообщая:  

```
***** CHANNEL fail *****
```

Далее **UR** устанавливается равным 0 В, а конденсаторы разряжаются в течение времени **Td**. После чего конденсаторы подключаются к заряжающим ключам, а **UR** линейно растет

до величины около 20 В в течение 20 мс, одновременно измеряется ток через конденсаторы, для диагностики контактирования.

Затем процедура повторяется для остальных 15-ти линий и выдается результат диагностики замыкания и контактирования.

- Установив на всех линиях напряжение  $UR = Vt$ , запускается таймер процесса тестирования и таймер измерений, и стенд переходит в состояние **Тестирование**, сообщая:

```
***** Test started *****
```

- Во время тестирования проводится постоянный мониторинг напряжения  $UR$ , если обнаруживается отклонение выше допустимого, все конденсаторы подключаются к разряжающим ключам, и запускается процедура диагностики, описанная выше, для поиска причин ошибки, сообщая:

```
***** Detected unstable High Voltage *****
```

- С периодом  $Tp$  происходит переход в режим **Измерение**, по окончании которого данные измерений сохраняются во флеш-память и выводятся в терминал, затем происходит возвращение в режим **Тестирование** с сообщением:

```
***** Test continued *****
```

- По окончании времени тестирования  $Tt$  происходит переход в режим **Стоп** с сообщением:

```
***** Test finished*****
```

Пример:

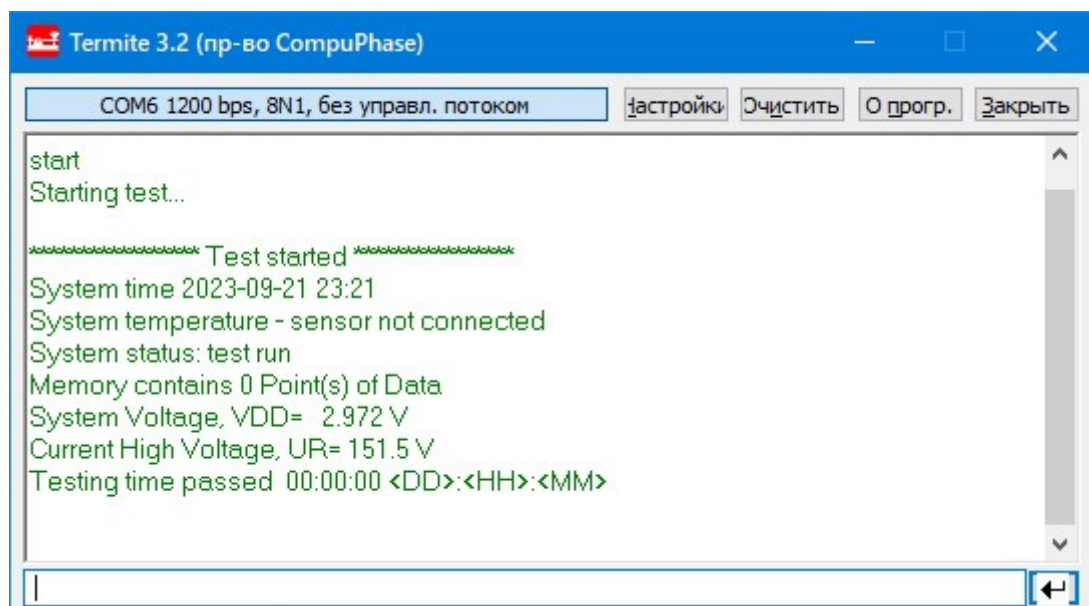


Рисунок 4.1

**Команда «Pause».** Команда вызывает прерывание режима тестирования с возможностью продолжить командой «Start», напряжение  $UR$  устанавливается в 0 В, конденсаторы подключаются к разряжающим ключам, останавливается таймер процесса тестирования и таймер измерений, сообщая:

```
***** Test paused *****
```

Пример:



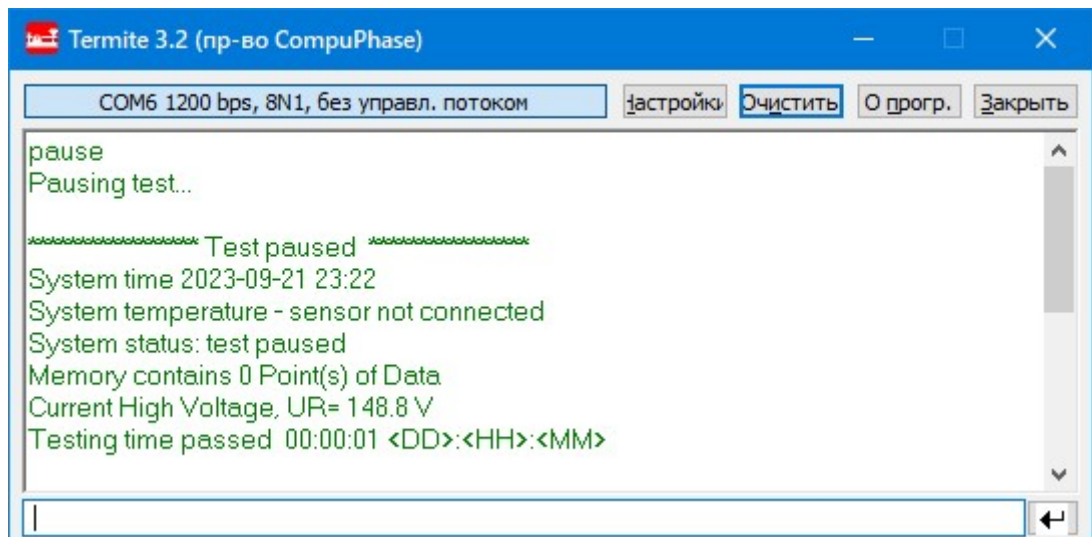


Рисунок 4.2

Команда **«Stop»**. Команда останавливает режима тестирования, напряжение **UR** устанавливается в 0 В, конденсаторы подключаются к разряжающим ключам, выдается сообщение:

\*\*\*\*\* Test finished \*\*\*\*\*

Пример:

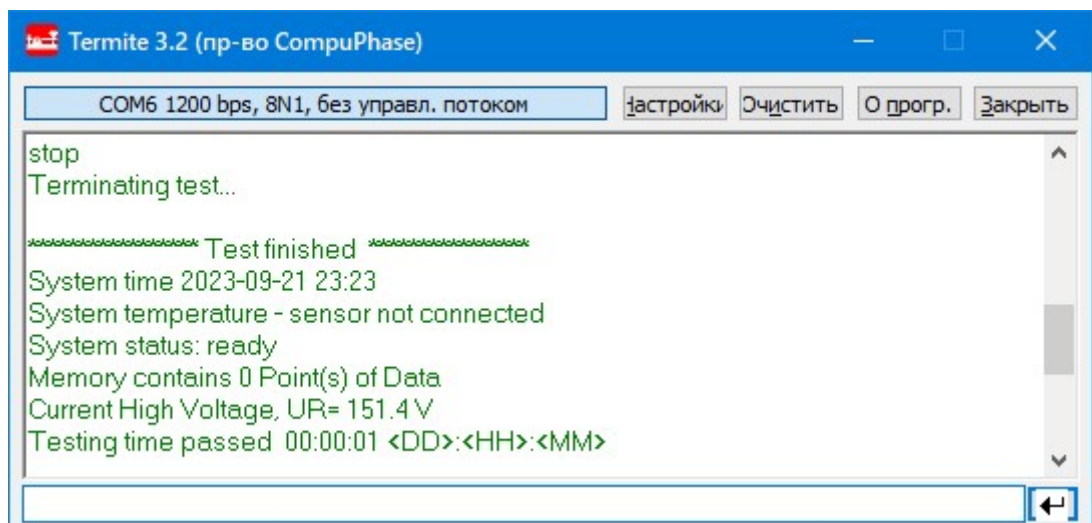


Рисунок 4.3

Команда **«Measure»**. Команда запускает процесс измерения токов утечек, при этом выполняется следующая последовательность действий:

- Напряжение **UR** устанавливается равным 0 В, конденсаторы подключаются к разряжающим ключам, через время **Td** все линии отключаются от разряжающих ключей сигналом **OPTO**, через время **Ta** запускается процедура калибровки нуля усилителей тока.
- **UR** устанавливается равным **Vm**, если за время **Th** напряжение **UR** не попало в допуск **Ve** – процесс измерения прерывается и стенд переходит в режим **Ошибка**, сообщая:  
\*\*\*\*\* Failset High Voltage \*\*\*\*\*
- Конденсаторы первой линии подключаются к заряжающим ключам, остальные линии – к разряжающим, через время **Td** проверяется, что напряжение **UR = Vm** с допуском **Ve**. Если

условие нарушено, стенд производит измерение токов, с целью определить ряд, в котором усилитель тока зашкален, выдает сообщение с указанием проблемной линии и ряда и переходит в режим **Пауза**, если на момент получения команды стенд находился в режиме **Тестирование**, сообщая:

```
***** CHANEL fail *****
```

Если  $UR = V_m$  с допуском  $V_e$ , разряжающие ключи отключаются сигналом **ОПТО**, через время  $T_a$  производится измерение токов утечек.

- Далее процедура повторяется для всех остальных линий, по окончании измерений данные обрамляются сообщениями:

```
***** BEGIN OF DATA *****
```

```
Данныеизмерений
```

```
***** END OF DATA *****
```

- Если стенд на момент получения команды находился в режиме **Тестирование**, то после измерений стенд возвращается из режима **Измерение** в режим **Тестирование**

```
***** Test continued *****
```

Пример:

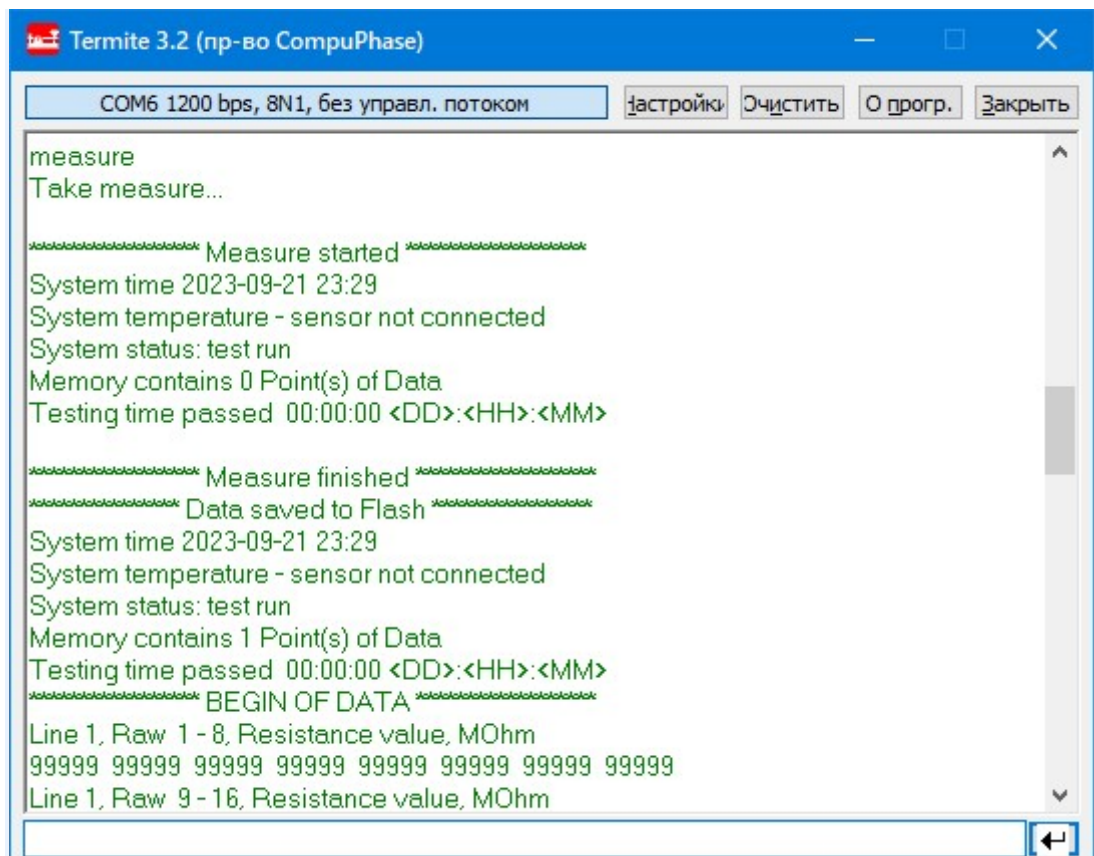


Рисунок 4.4



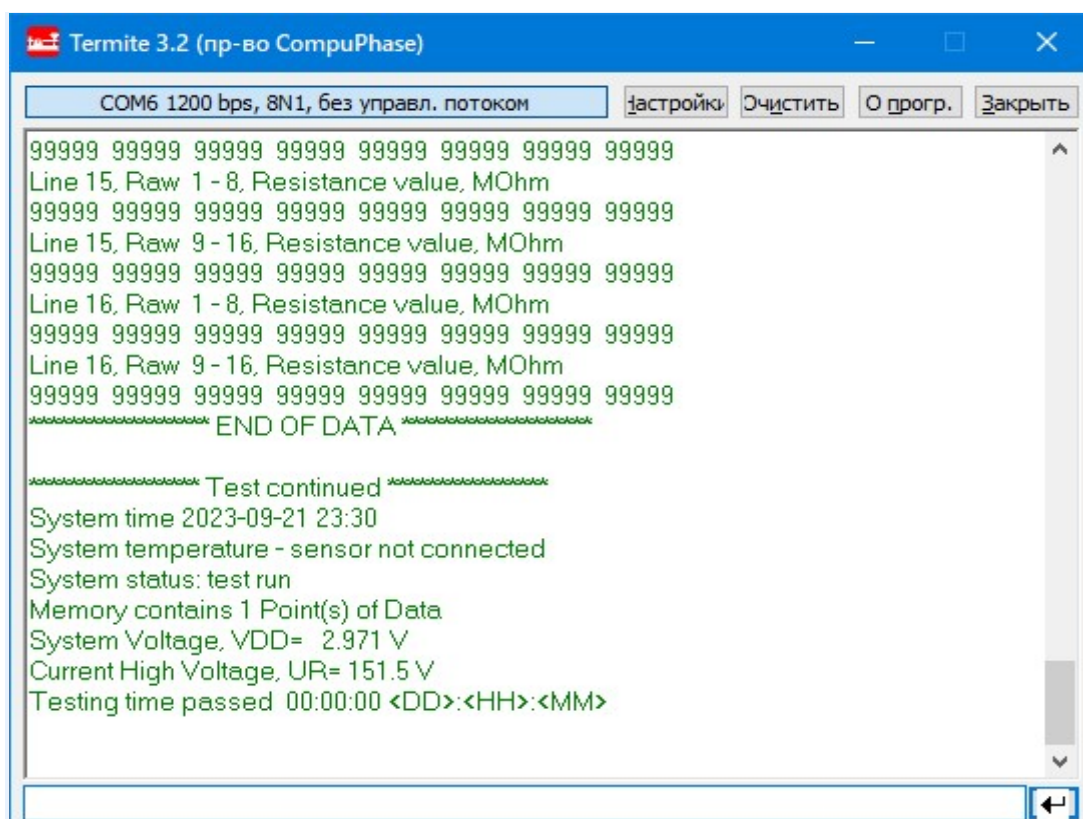


Рисунок 4.5

Команда «**Read data**». Выводит последовательно все данные измерений, сохраненные в памяти. Память измерений стирается при подаче команды «**Start**», при этом, если данные ни разу не вычитывались командой «**Read data**», команда «**Start**» будет игнорироваться.

Пример:

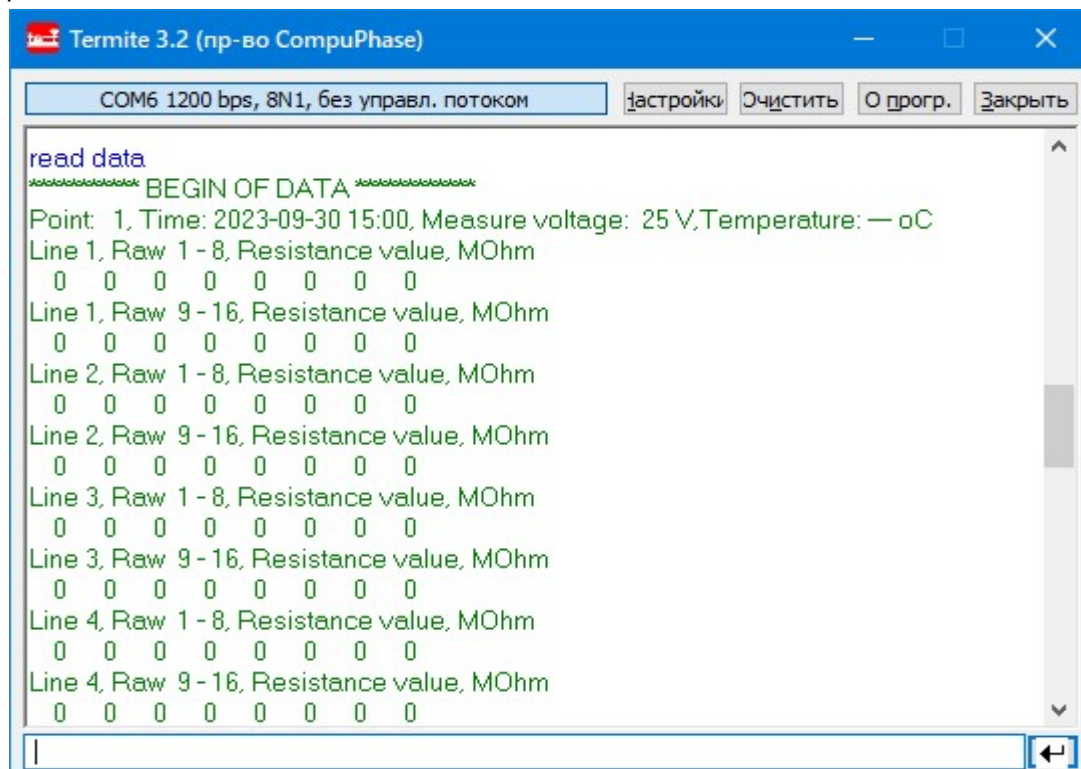


Рисунок 4.6

Команда «**Check**». Команда запускает процесс проверки генератора <UR>, замыкания и контактирования, при этом выполняется следующая последовательность действий:

- UR устанавливается равным Vt, если за время Th напряжение UR не попало в допуск Ve – процесс прерывается и стенд переходит в режим **Ошибка**, сообщая:  
\*\*\*\*\* Fail set High Voltage \*\*\*\*\*
- Конденсаторы первой линии подключаются к заряжающим ключам, через время Td измеряются токи утечек конденсаторов на превышение параметра Short\_I, а так же проверяется, что напряжение UR = Vt с допуском Ve (*после перестройки схемы генератора напряжения <UR> - событие невозможно*). Если условие UR = Vt нарушено, стенд производит измерение токов, с целью определить ряд, в котором усилитель тока зашкален, выдается сообщение с указанием проблемной линии и ряда и стенд переходит в режим, в котором находился до команды «**Start**», сообщая:  
\*\*\*\*\* CHANEL fail \*\*\*\*\*

Далее UR устанавливается равным 0 В, а конденсаторы разряжаются в течение времени Td. После чего конденсаторы подключаются к заряжающим ключам, а UR линейно растёт до величины около 20 В в течение 20 мс, одновременно измеряется ток через конденсаторы, для диагностики контактирования.

Затем процедура повторяется для остальных 15-ти линий и выдается результат диагностики замыкания и контактирования.

- Если стенд на момент получения команды находился в режиме **Тестирование**, то после проверки стенд возвращается в режим **Тестирование**  
\*\*\*\*\* Test continued \*\*\*\*\*

## 5. Обновление прошивки.

Подключить USB-кабель к порту ST\_Link, запустить «STM32\_ST-LINK\_Utilit» и загрузить файл прошивки «CAP\_TESTER\_STM32L152RCT6.hex»

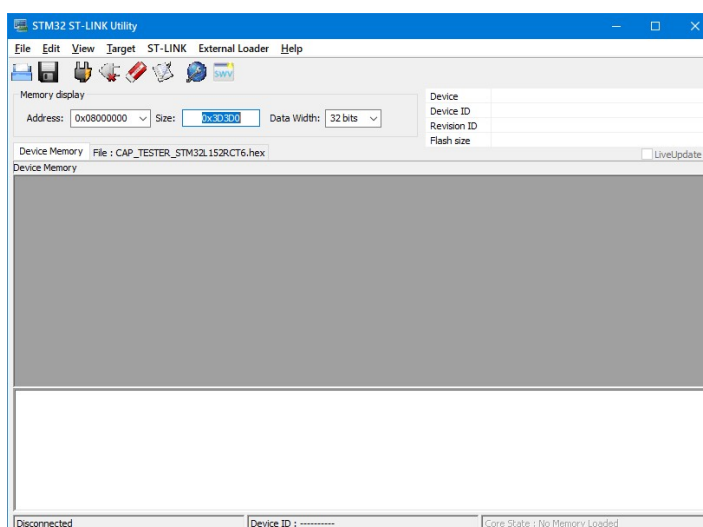


Рисунок 5.1

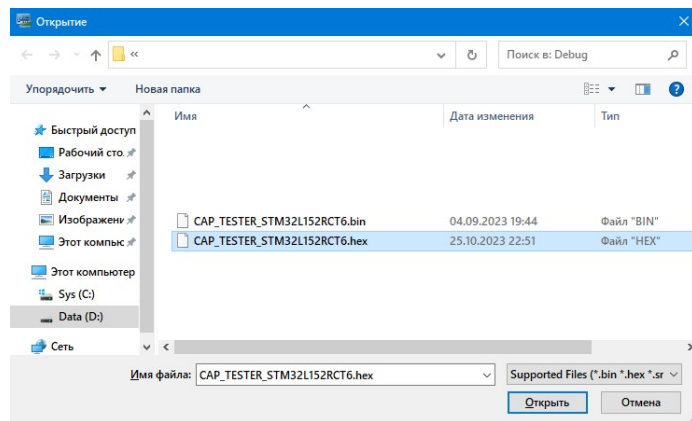


Рисунок 5.2

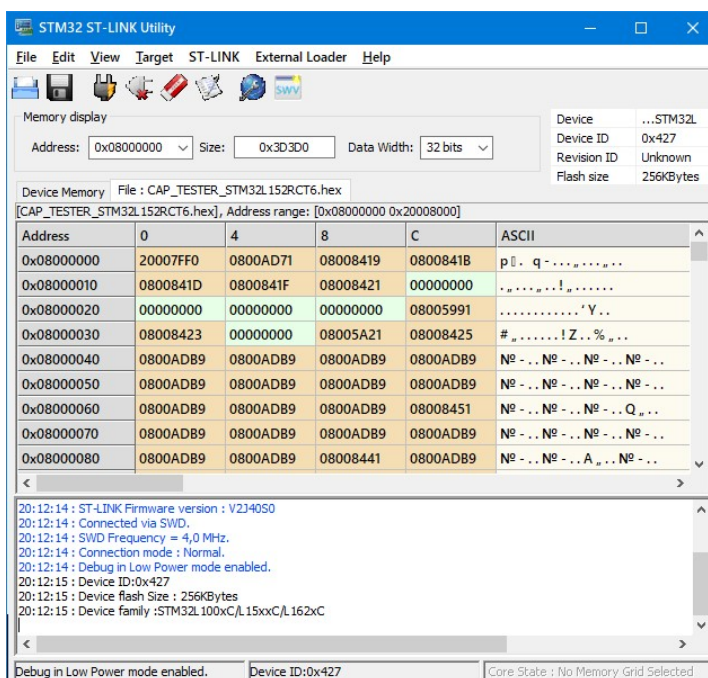


Рисунок 5.3

Далее нажать Ctrl-P и «Start»

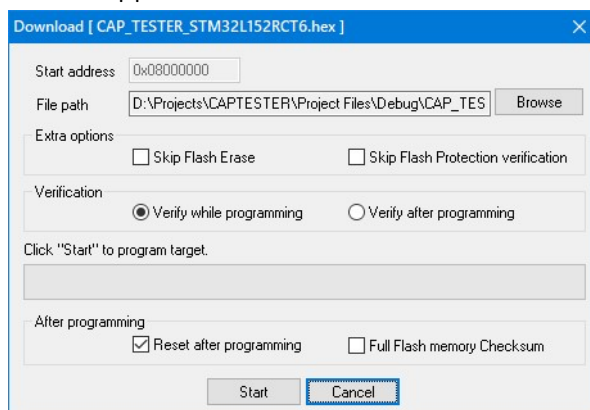


Рисунок 5.4

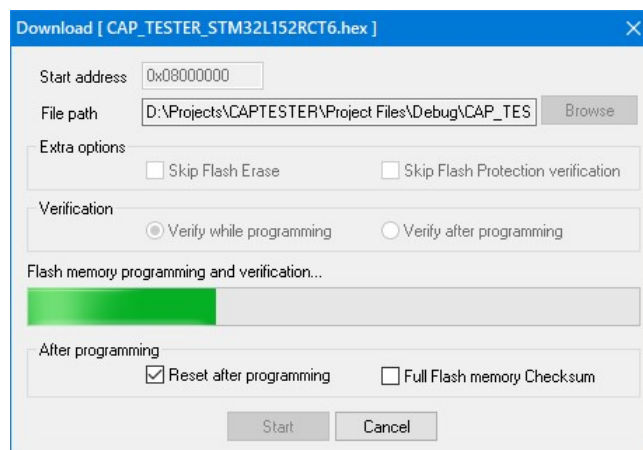


Рисунок 5.5

После обновления прошивки произвести повторную настройку стенда.