



**АППАРАТУРА ЭЛЕКТРОРАЗВЕДЧНАЯ МНОГОЭЛЕКТРОДНАЯ**

**СКАЛА<sup>48</sup>**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**2013**

— СОДЕРЖАНИЕ —

<b>1. НАЗНАЧЕНИЕ</b>	<b>2</b>
<b>2. СТАНДАРТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ</b>	<b>2</b>
<b>3. КОМПАКТ-ДИСК</b>	<b>4</b>
<b>4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>	<b>4</b>
<b>5. ПРИБОРНАЯ ПАНЕЛЬ</b>	<b>5</b>
<b>6. КЛАВИАТУРА</b>	<b>6</b>
<b>7. РАЗЪЁМЫ</b>	<b>7</b>
<b>8. СТРУКТУРА КАТАЛОГОВ АППАРАТУРЫ “СКАЛА 48”</b>	<b>8</b>
<b>9. ПАРАМЕТРЫ ГЕНЕРАТОРА И ИЗМЕРИТЕЛЯ</b>	<b>8</b>
<b>10. РАБОТА С АППАРАТУРОЙ “СКАЛА 48”</b>	<b>9</b>
10.1 Режимы работы	9
10.2 Описание схем наблюдений для ВЭЗ	12
10.3 Описание схем наблюдений для ЭТ	17
<b>11. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ SIBER TOOLS</b>	<b>22</b>
<b>12. ОПИСАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА</b>	<b>30</b>
12.1 Главное меню	30
12.2 Меню <i>Measure</i> (Измерение)	31
12.3 Меню <i>Data</i> (Данные)	36
12.4 Меню <i>Sequence</i> (Шаблоны)	37
12.5 Меню <i>System</i> (Системное)	41
12.6 Вспомогательные меню	41
12.7 Предупреждения	45
<b>13. НА ЧТО СЛЕДУЕТ ОБРАЩАТЬ ВНИМАНИЕ ПРИ РАБОТЕ</b>	<b>45</b>
<b>14. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ИСПЫТАНИЙ</b>	<b>46</b>
14.1 Условия контроля и подготовка к нему	46
14.2 Выполнение контроля	46
<b>15. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ</b>	<b>48</b>
<b>16. ПАСПОРТ</b>	<b>49</b>

## — 1. НАЗНАЧЕНИЕ —

Многоэлектродная аппаратура “СКАЛА 48” предназначена для выполнения электроразведочных работ методами сопротивлений и вызванной поляризации в режимах электрического профилирования (ЭП), вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и электрической томографии (ЭТ). В корпусе размещён коммутатор на электромеханических реле, генератор и избирательный милливольтметр - измеритель.

Предполагается, что читающий данную инструкцию пользователь владеет основами электроразведки методами сопротивлений и вызванной поляризации.

## — 2. СТАНДАРТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ —

<b>Компонент</b>	<b>Количество</b>
Аппаратура “СКАЛА 48”	1
Плавкие предохранители <sup>[1]</sup>	2
Зарядное устройство <sup>[2]</sup>	1
USB кабель	1
Компакт-диск <sup>[3]</sup>	1
Многоэлектродные кабели на 48 электродов <sup>[4]</sup>	2
Кабели для подключения внешнего аккумулятора	2
Техническое описание и инструкция по эксплуатации <sup>[5]</sup>	1
Электроды	50
Соединители	50

[1] Номинальный ток срабатывания 20 А, L = 30 мм,  $\varnothing$  = 6 мм.

[2] Характеристики устройства: 230 В, 50 Гц / 13.8 В, 600 мА.

[3] См. “Компакт-диск”.

[4] Стандартное расстояние между соседними контактами на кабеле составляет 5 метров. При необходимости оно может быть изменено. Существует два варианта кабелей: “Стандарт” и “Эконом”.

[5] Этот документ.



Аппаратура "СКАЛА 48"



Предохранитель



Зарядное устройство



USB кабель



Компакт-диск



Многоэлектродный кабель  
"Стандарт"



Многоэлектродный кабель  
"Эконом"



Кабели для внешнего  
аккумулятора



Техническое описание и  
инструкция по эксплуатации



Электроды



Соединитель

— 3. КОМПАКТ-ДИСК —

<b>Путь</b>	<b>Объект</b>
/software/geotomo	ПО для инверсии данных и моделирования от Geotomo Software
/software/siber.tools	Дистрибутив программы SibER TOOLS <sup>[1]</sup>
/software/acrobat.reader	Дистрибутив программы для чтения документов формата PDF Adobe Acrobat Reader 9.3
/doc	Техническое описание и инструкция по эксплуатации (копия этого документа) и справочные таблицы
/backup	Резервная копия каталогов и системных файлов аппаратуры <sup>[2]</sup>

[1] См. “Описание программы SibER TOOLS”.

[2] Для восстановления системных файлов скопируйте содержимое каталога /backup (папки /dat, /etc, /seq) в корень файловой системы “СКАЛЫ 48”. В случае утраты диска обратитесь по адресу электронной почты технической поддержки (см. “Обратная связь”).

— 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ —

<b>Общие параметры</b>	
Число коммутируемых электродов	48 <sup>[1]</sup>
Габариты аппаратуры	420 x 340 x 230 мм
Масса	11 кг
Внутренняя память	до 2 Гб <sup>[2]</sup>
Внутренний аккумулятор	12 В, 7 А · ч
Внешнее питание	12 В
Экран	5”, 240 x 128
Связь с ПК	USB
Класс защиты	IP 67 <sup>[3]</sup>
Рабочая температура	-20 ÷ +40 С

<b>Генератор</b>	
Рабочие частоты	3.47, 0.81, 0.68, 0.61, 0.56, 0.51, 0.44 Гц
Выходной ток	1 ÷ 2000 мА
Диапазон выходных напряжений	5 ÷ 500 В
Максимальная мощность	200 Вт
Точность измерения тока	1 %
Защита от короткого замыкания	есть

<b>Измеритель</b>	
Входное сопротивление	10 МОм
Диапазон входных напряжений	0.1 мВ ÷ 250 В
Ширина полосы пропускания	20 Гц
Ослабление частот 50, 60 Гц	65 дБ
Разрядность АЦП	24 бита
Точность измерения напряжения	1 %
Число измерительных каналов	1
Защита от перенапряжения	до 1 кВ

[1] При использовании двух многоэлектродных кабелей (входят в комплект оборудования) на 24 электрода каждый. Дополнительно можно использовать 1 или 2 выносных электрода для

трёхэлектродной и двухэлектродной установок соответственно. Кабели для выносных электродов приобретаются отдельно.

[2] Зависит от установленной в приборе карты памяти. Одно измерение занимает до 30 байт.

[3] С закрытой на защёлки крышкой.

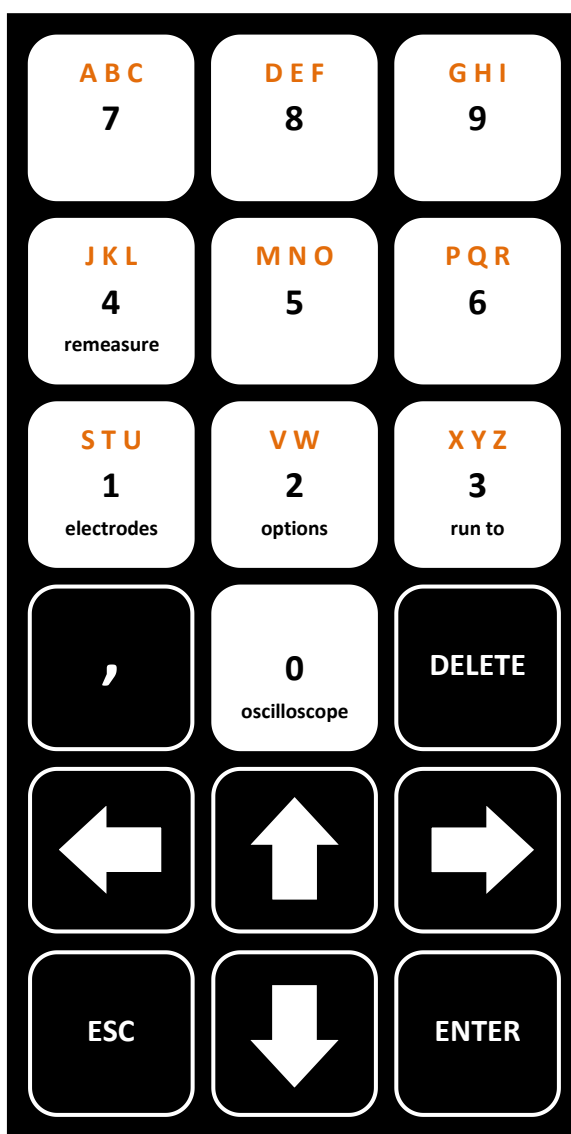
### — 5. ПРИБОРНАЯ ПАНЕЛЬ —



- [1] Индикатор светится во время работы генератора.
- [2] Осуществляет включение и отключение питания от внутреннего аккумулятора.
- [3] Ни при каких обстоятельствах нельзя прикасаться к этим разъёмам независимо от режима работы прибора ввиду опасности поражения электрическим током.
- [4] Внешние коммутаторы не входят в стандартную комплектацию.

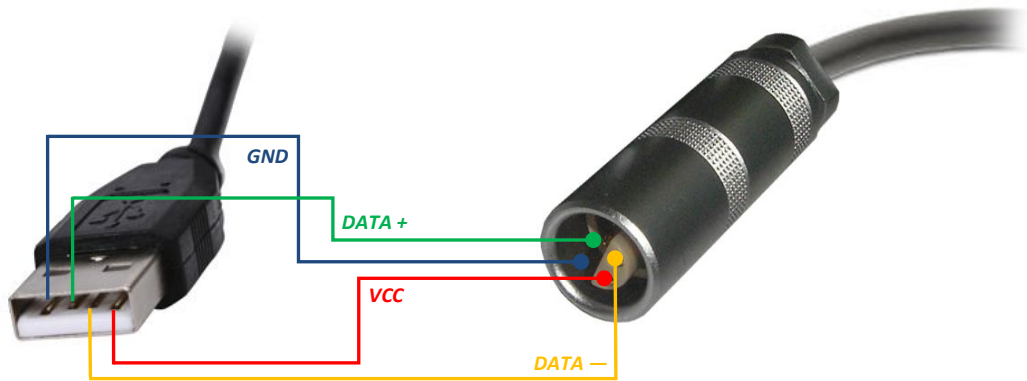
## — 6. КЛАВИАТУРА —

Внешний вид клавиатуры может отличаться от приведённого ниже изображения для различных экземпляров прибора, однако функции её клавиш соответствуют этому образцу.

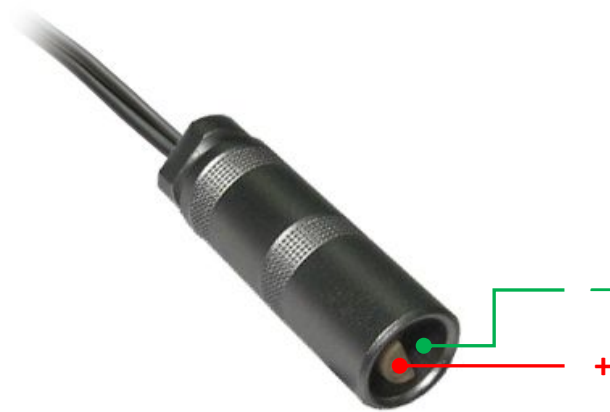


— 7. РАЗЪЁМЫ —

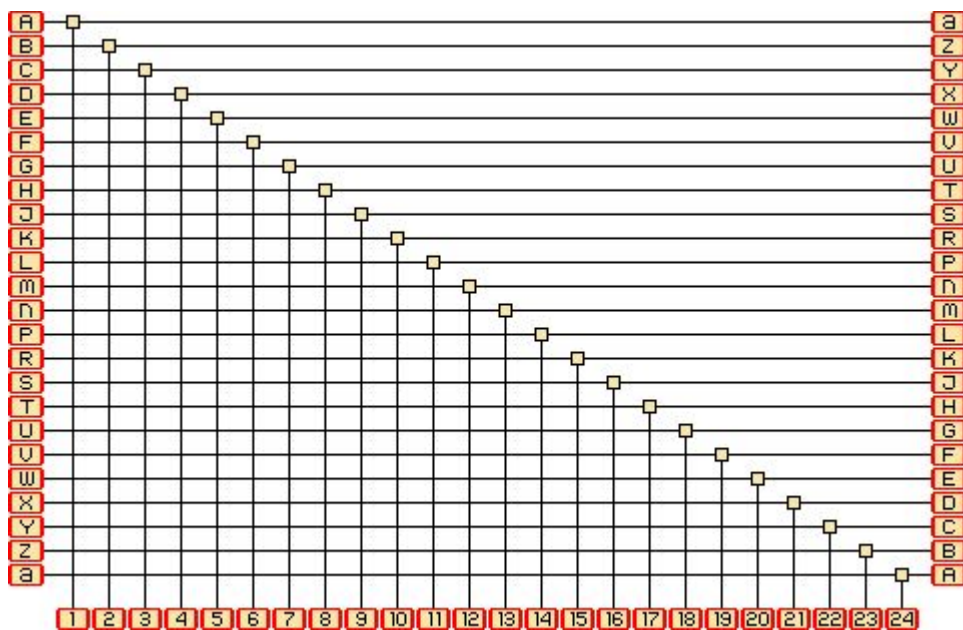
USB кабель



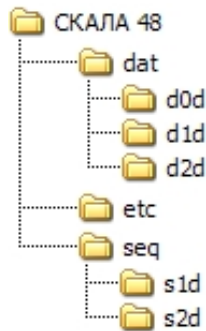
Зарядное устройство



Многоэлектродный кабель



## — 8. СТРУКТУРА КАТАЛОГОВ АППАРАТУРЫ “СКАЛА 48” —



В каталогах /dat/d0d, /dat/d1d, /dat/d2d содержатся файлы данных D0D, D1D и D2D соответственно. Файлы D0D используются при работе в режиме Instant, D1D – в режиме Manual, D2D – в режиме Automatic (см. “Режимы работы”).

Каталог /etc является системным. Чтобы избежать проблем, связанных с использованием аппаратуры, настоятельно не рекомендуется удалять и изменять файлы каталога. Если это произошло, можно восстановить его содержимое из прилагаемой резервной копии на компакт-диске, входящем в комплект оборудования (см. “Компакт-диск”).

Каталоги /seq/s1d и /seq/s2d содержат шаблоны для работы в режимах Manual и Automatic соответственно. Чтобы использовать при работе заранее созданный шаблон, его нужно записать в соответствующий каталог памяти прибора.

Названия файлов без расширения не должно превышать 8 символов. Допустимыми символами являются 26 букв латинского алфавита (в любом регистре), символ подчёркивания “\_” и цифры от 0 до 9. Другие символы, включая пробел, не допускаются.

При подключении к компьютеру внутренняя память аппаратуры “СКАЛА 48” распознаётся как внешний накопитель. Установка специальных драйверов не требуется. Объём внутренней памяти может достигать 4 Гб в зависимости от установленной карты памяти. Не рекомендуется использовать внутреннюю память прибора для хранения посторонней информации и скапливать в ней большое количество файлов ввиду того, что их поиск становится трудоёмким.

Несмотря на то, что прибор обладает современной системой хранения данных и защитой от потери информации при обрывах питания, рекомендуется делать резервные копии данных при первой возможности и корректно завершать процесс измерений, т. е. выключать прибор только после выхода в главное меню (см. “Описание пользовательского интерфейса”).

## — 9. ПАРАМЕТРЫ ГЕНЕРАТОРА И ИЗМЕРИТЕЛЯ —

Здесь описаны настраиваемые параметры генератора и измерителя прибора. Далее в настоящем документе при упоминании этих параметров подразумеваются следующие характеристики:

Название	Единицы	Описание	Значения
Standard deviation	%	относительное стандартное отклонение <sup>[1]</sup>	1 ÷ 50
Minimum stacking	—	минимальное число накоплений <sup>[2]</sup>	1 ÷ 30 <sup>[3]</sup>
Maximum stacking	—	максимальное число накоплений <sup>[2]</sup>	1 ÷ 30 <sup>[3]</sup>
Induced polarization	мс	режим вызванной поляризации (ВП)	disabled, 60 ÷ 320 <sup>[4]</sup>
Transmitter power	%	мощность генератора	1 ÷ 100 <sup>[5]</sup>

[1] Вычисляется по следующей формуле:

$$e = \frac{\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (R_i - \bar{R})^2}}{\bar{R}} \times 100\%,$$

где  $N$  – число накоплений,  $R_i$  – значение электрического сопротивления,  $\bar{R}$  – среднее значение электрического сопротивления. Данный параметр является одним из критериев окончания измерения. При  $N = 1$  значение  $e$  полагается равным нулю.

[2] Система выполняет не менее чем Minimum stacking и не более чем Maximum stacking накоплений. После каждого накопления вычисляется текущее значение относительного стандартного отклонения, которое затем сравнивается с требуемым. Если текущее значение оказывается не более требуемого, измерение завершается.

[3] Если Minimum stacking = 1 и Maximum stacking > 1, Minimum stacking полагается равным 2. Точно заданного числа накоплений можно достичь путём приравнивания значений Minimum stacking и Maximum stacking.

[4] Набор фиксированных значений  $T$ . В режиме ВП длительность питающего импульса составляет 500 мс. После выключения тока делается пауза длительностью 20 мс, после чего идёт запись интегрального значения под кривой ВП в течение времени  $T$ . Состояние “disabled” означает выключение режима. Включение режима вызванной поляризации увеличивает время измерения в несколько раз.

[5] Набор фиксированных значений.

## — 10. РАБОТА С АППАРАТУРОЙ “СКАЛА 48” —

### 10.1 Режимы работы

#### Instant

Этот режим работы предназначен для ЭП и других видов работ. Коммутатор в режиме Instant не используется. Это означает, что питающие линии следует подключать к красным клеммам (А, В<sub>/∞</sub>) на панели прибора, измерительные – к чёрным клеммам (М, N<sub>/∞</sub>), а многоэлектродные кабели, подключаемые к разъёмам “Коса 1 - 24” и “Коса 25 - 48” не будут работать.

Геометрия измерительной установки для прибора не определена, т. е. система не будет записывать никакой информации и взаимном расположении питающих и измерительных электродов и производить расчёт кажущегося удельного электрического сопротивления. Также остаётся неопределённым количество измерений, записываемых в один файл данных. Таким образом,

последовательность измерений и их смысл в данном режиме работы полностью определяется пользователем.

При работе в режиме Instant требуется вручную запускать измерение, поскольку режим предполагает ручную перестановку питающих и приёмных электродов.

### *Manual*

Режим работы Manual предназначается для ВЭЗ. Также как и в режиме Instant, коммутатор не используется.

Для работы в этом режиме работы требуется шаблон S1D, содержащий информацию о типе используемой для ВЭЗ измерительной установки и о геометрии измерительных установок, входящих в данный комплекс измерений (под комплексом измерений понимается данные ВЭЗ с одной точкой записи). Таким образом, количество измерений определяется числом записей в шаблоне, а расчёт величины кажущегося удельного электрического сопротивления основывается на геометрии используемой измерительной установки.

Шаблон S1D можно создать при помощи программы SibER TOOLS или при помощи самого прибора, однако рекомендуется отдавать предпочтение SibER TOOLS ввиду её наглядности.

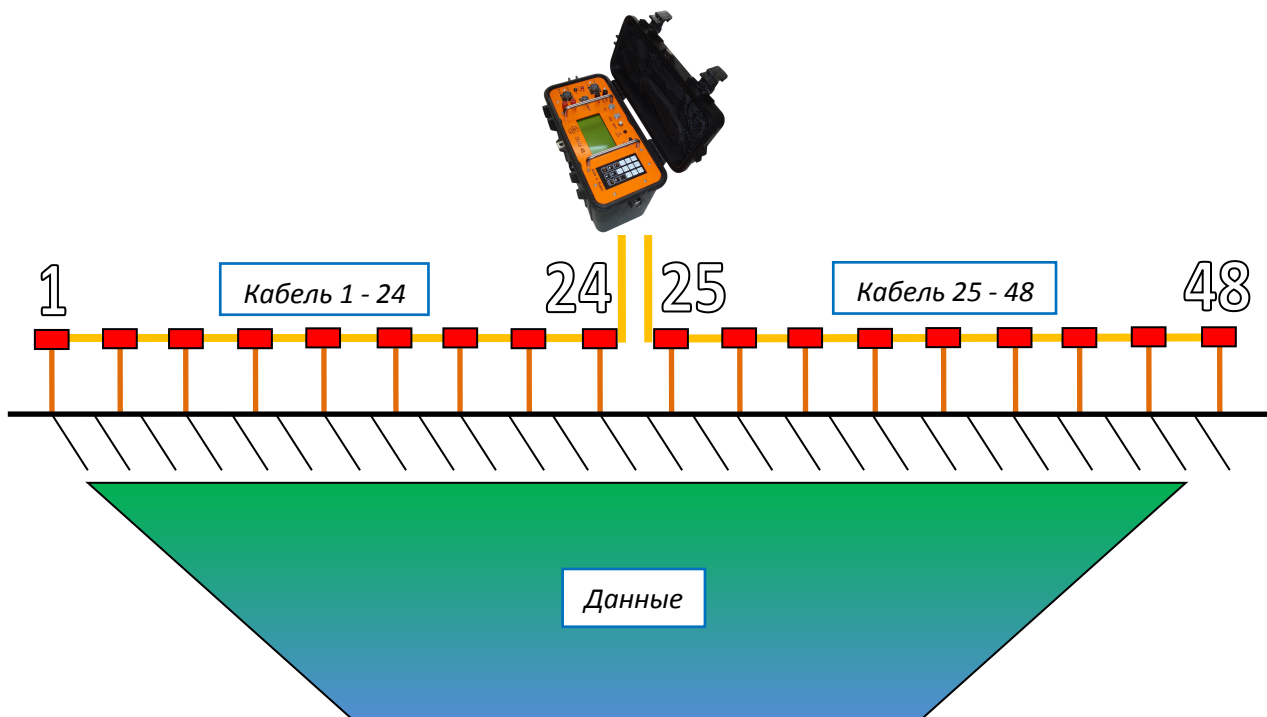
При работе в режиме Manual требуется вручную запускать измерение, поскольку режим предполагает ручную перестановку питающих и приёмных электродов.

### *Automatic*

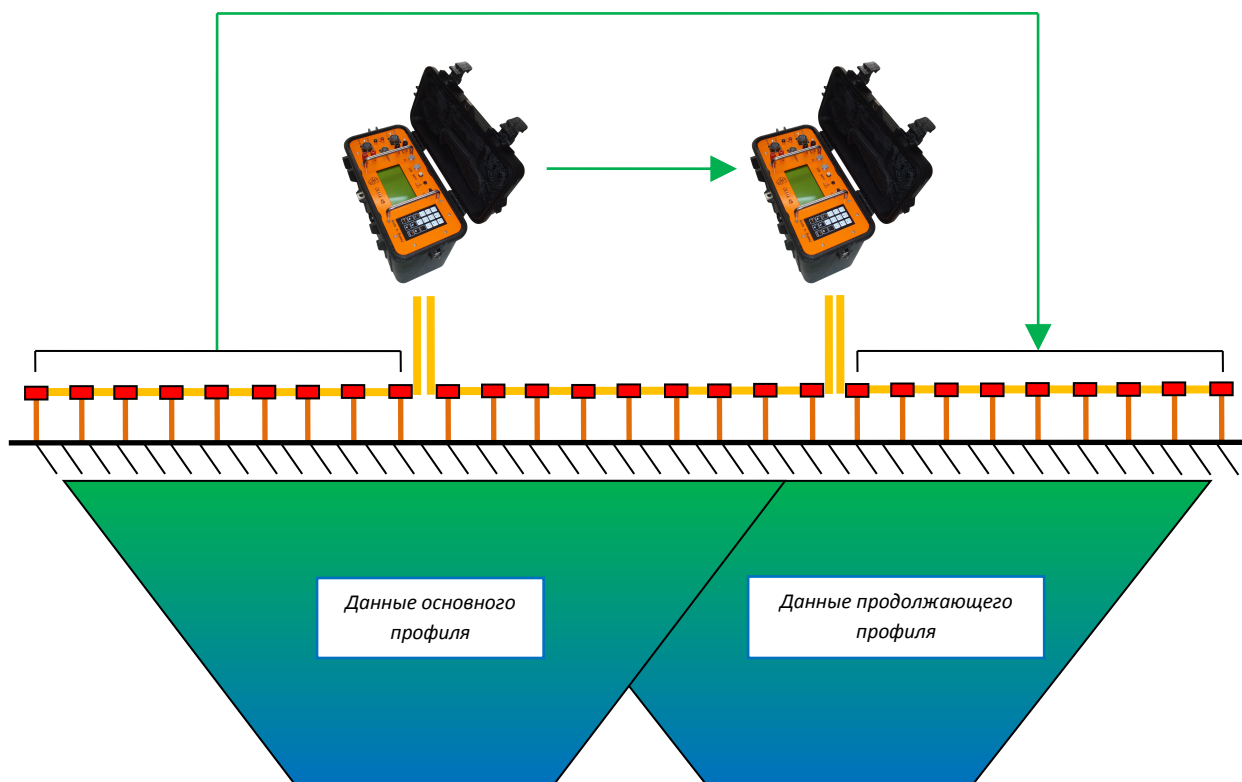
Режим работы Automatic предназначается для ЭТ. В отличие от режимов Instant и Manual, в данном режиме используется коммутатор. Это означает, что при работе задействованы многоэлектродные кабели, подключаемые к разъёмам “Коса 1 - 24” и “Коса 25 - 48”. При этом, тем не менее, клеммы (A,  $V_{/\infty}$ ) и (M,  $N_{/\infty}$ ) и разъём для дополнительных коммутаторов также задействованы в работе параллельно с питающими и приёмными электродами многоэлектродных кабелей. Ни при каких обстоятельствах нельзя к ним прикасаться во время работы ввиду опасности поражения электрическим током.

Нумерация электродов начинается с дальнего электрода Косы 1 – 24, а заканчивается дальним электродом Косы 25 – 48. При работе важно следить за тем, как ориентирована расстановка, чтобы при обработке данных не возникла ошибка.

Стандартная схема работы подразумевает использование одного или двух кабелей, к которым подключаются электроды, выставленные в один ряд с равным расстоянием между соседними электродами. Это расстояние должно быть известно для обработки данных и точно указано в используемом шаблоне S2D (см. “Описание схем наблюдений для ЭТ”).



При использовании двух кабелей кроме стандартной схемы измерений можно применять схему продолжающего профиля (“roll along”) с переносами первого кабеля предыдущей расстановки на место второго в следующей. Эта возможность становится доступной благодаря разъёмам для подключения к прибору на обоих концах кабелей. С каждым дополнительным продолжающим профилем захватывается новый сегмент изучаемого разреза. Полученные таким образом данные в дальнейшем можно будет обрабатывать совместно. При работе по такой схеме важно следить за направлением, в котором ориентирован продолжающий профиль: 25-й электрод предыдущей расстановки должен стать первым в следующей.



Для работы в режиме Automatic требуется шаблон S2D, содержащий информацию о типе используемой измерительной установки, количестве используемых электродов, о шаге между соседними электродами и о геометрии измерительных установок, входящих в данный комплекс измерений. Таким образом, количество измерений определяется числом записей в шаблоне, а расчёт величины кажущегося удельного электрического сопротивления основывается на геометрии измерительной установки и информации о расстановке электродов, используемых в данном комплексе измерений.

Шаблон, используемый для работы по стандартной схеме, обладает параметром **“Sequence Type = Single”** и называется основным. Шаблон продолжающего профиля имеет параметр **“Sequence Type = Roll Along”**. Для работы по схеме продолжающего профиля нужны оба: основной шаблон (используемый только в начале профиля) и соответствующий ему шаблон продолжающего профиля (многократно используется после основного). Соответствие заключается в идентичности всех параметров, за исключением параметра **“Sequence Type”**.

Шаблон S2D можно создать при помощи программы SibER TOOLS или при помощи самого прибора, однако рекомендуется отдавать предпочтение SibER TOOLS ввиду её наглядности.

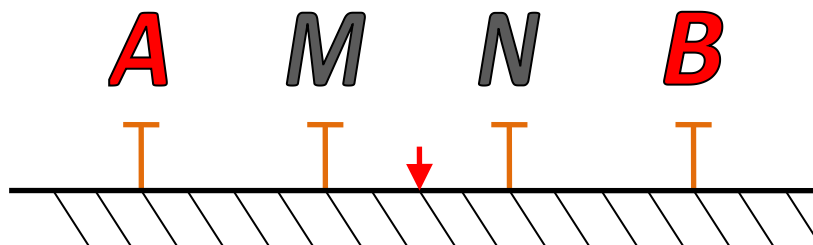
- **“Increment / Factor”**. Этот параметр выражает величину роста разноса измерительной установки. При линейном увеличении разноса используется название “Increment” (единица измерения – метр), а при геометрическом – “Factor” (безразмерен).
- **“Overlap Count”**. Задавая значение Overlap Count равное, например, N, мы заставляем последние N разносов из предыдущей группы стать N первыми для следующей. Это означает, что при N (отличном от нуля) первые N установок данной группы строятся “не по правилам”, а установки с номерам более N, как и положено, выводятся согласно общим формулам. Очевидно, N не может быть больше числа установок в предыдущей группе. Смысл этого параметра заключается в том, чтобы обеспечить “перекрытия” измерений установками с одинаковым разносом, но с разными величинами приёмных линий.

Необходимо заметить, что для установок Веннера и двухэлектродной допускается только одна группа в схеме наблюдений. Это обуславливается их геометрией, которая позволяет построить установки с любыми разносами, используя только параметры одной группы.

Набор установок заданного типа можно охарактеризовать, перечисляя значения двух параметров, называемых “P.1” и “P.2”. Каждой установке в наборе соответствует одна пара их значений.

Далее на схемах красной стрелкой показана точка записи установки, называемая ещё центром зондирования. При работе в этой точке находится аппаратура “СКАЛА 48”. Если отсчитывать расстояния от точки записи вправо и влево, по значениям параметров P.1 и P.2 легко определить, на каких расстояниях следует заземлять электроды.

#### Установка Веннера $\alpha$ (Wenner Alpha)

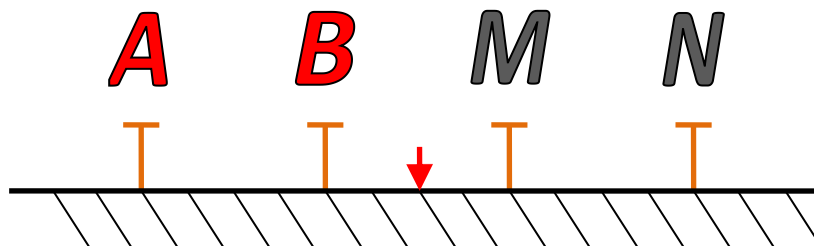


P.1	P.2	Разнос	Точка записи	Характеристики
AB/2	MN/2	AB	центр MN	AM = MN = NB = Q

$$AB_j = \begin{cases} 3 \times Spacing + (j - 1) \times Increment \\ 3 \times Spacing \times Factor^j \end{cases}, j \in [1, Spacing.Count]$$

$$Q_j = \frac{1}{3} \times AB_j$$

Установка Веннера  $\beta$  (Wenner Beta)

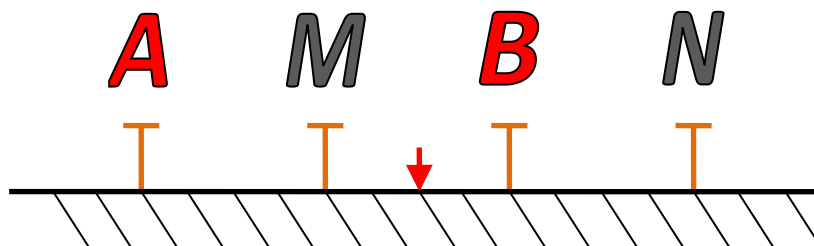


P.1	P.2	Разнос	Точка записи	Характеристики
AN/2	BM/2	AN	центр BM	AB = BM = MN = Q

$$AN_j = \begin{cases} 3 \times Spacing + (j - 1) \times Increment \\ 3 \times Spacing \times Factor^j \end{cases}, j \in [1, Spacing.Count]$$

$$Q_j = \frac{1}{3} \times AN_j$$

Установка Веннера  $\gamma$  (Wenner Gamma)

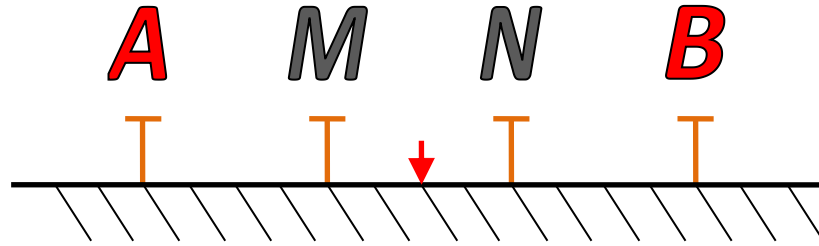


P.1	P.2	Разнос	Точка записи	Характеристики
AN/2	MB/2	AN	центр MB	AM = MB = BN = Q

$$AN_j = \begin{cases} 3 \times Spacing + (j - 1) \times Increment \\ 3 \times Spacing \times Factor^j \end{cases}, j \in [1, Spacing.Count]$$

$$Q_j = \frac{1}{3} \times AN_j$$

### Установка Шлюмберже (Schlumberger)



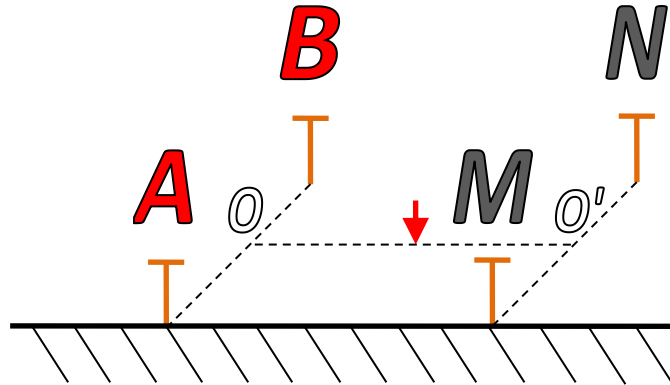
P.1	P.2	Разнос	Точка записи	Характеристики
AB/2	MN/2	AB	центр MN	AM = NB = Q, Q ≥ MN

$$AB_j = \begin{cases} 3 \times Spacing + (j - 1) \times Increment \\ 3 \times Spacing \times Factor^j \end{cases}, j \in [1, Spacing.Count]$$

$$MN_j = Spacing$$

### Экваториальная дипольная установка (Equatorial Dipole-Dipole)

Отрезок OO' соединяет центры питающего (AB) и измерительного (MN) диполей.



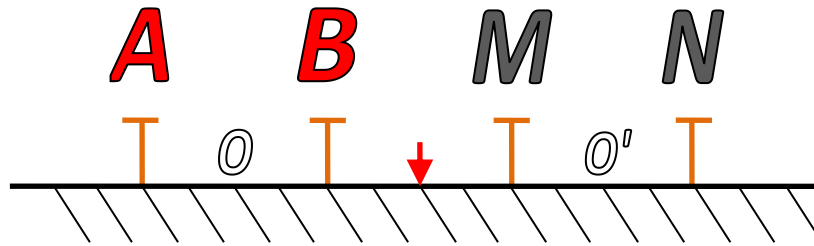
P.1	P.2	Разнос	Точка записи	Характеристики
OO'/2	MN/2	OO'	центр OO'	AB = MN = Q, OO' ≥ Q

$$OO'_j = \begin{cases} Spacing + (j - 1) \times Increment \\ Spacing \times Factor^j \end{cases}, j \in [1, Spacing.Count]$$

$$Q_j = Spacing$$

### Осевая дипольная установка (Inline Dipole-Dipole)

Отрезок OO' соединяет центры питающего (AB) и измерительного (MN) диполей.



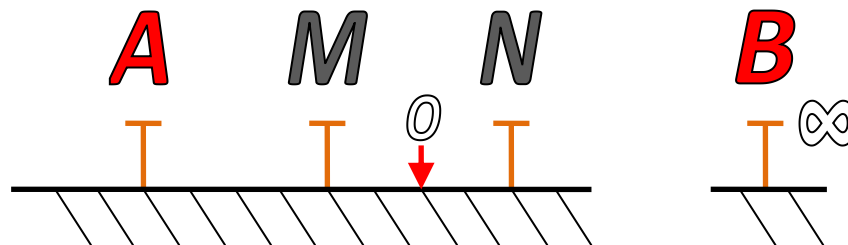
P.1	P.2	Разнос	Точка записи	Характеристики
AN/2	BM/2	OO'	центр OO'	AB = MN = Q, OO' ≥ 2Q

$$OO_j = \begin{cases} 2 \times Spacing + (j - 1) \times Increment \\ 2 \times Spacing \times Factor^j \end{cases}, j \in [1, Spacing.Count]$$

$$Q_j = Spacing$$

### Трёхэлектродная установка (Pole-Dipole)

O – центр измерительного (MN) диполя. Питающий электрод B бесконечно удалён.



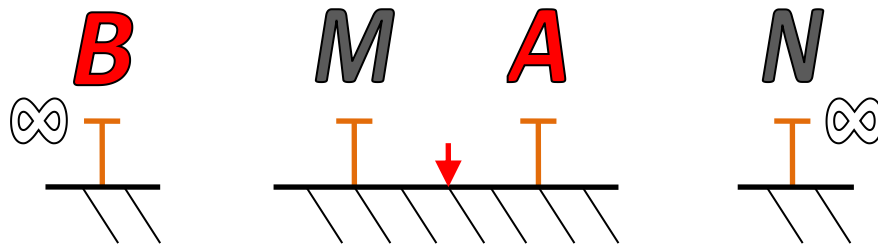
P.1	P.2	Разнос	Точка записи	Характеристики
AO	MN/2	AO	центр MN	AO ≥ 1.5 MN

$$AO_j = \begin{cases} \frac{3}{2} \times Spacing + (j - 1) \times Increment \\ \frac{3}{2} \times Spacing \times Factor^j \end{cases}, j \in [1, Spacing.Count]$$

$$MN_j = Spacing$$

### Двухэлектродная установка (Pole-Pole)

Питающий электрод В и измерительный электрод N бесконечно удалены.



P.1	P.2	Разнос	Точка записи	Характеристики
MA	—	MA	центр MA	—

$$MA_j = \begin{cases} Spacing + (j - 1) \times Increment \\ Spacing \times Factor^j \end{cases}, j \in [1, Spacing.Count]$$

### 10.3 Описание схем наблюдений для ЭТ

#### Вводные замечания

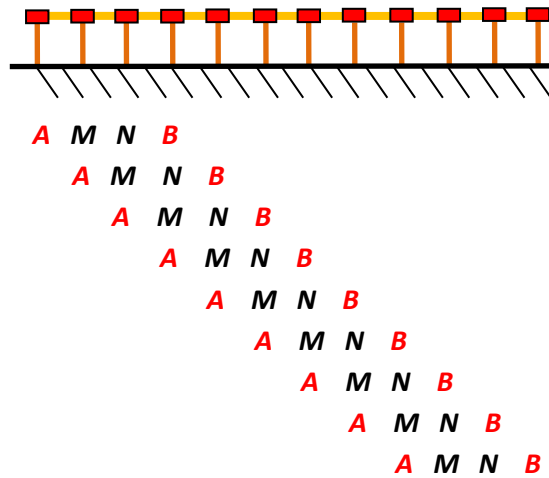
Отличительной особенностью методики ЭТ является многократное использование одних и тех же электродов с зафиксированным положением в качестве питающих и измерительных. Это означает, что схема наблюдений для ЭТ, в отличие от ВЭЗ, представляет собой набор измерительных установок определённого типа, построенных на множестве фиксированных электродов. Таким образом, прежде всего, нужно определиться с типом измерительной установки (параметр “Array Type”) и расстоянием между соседними электродами (параметр “Spacing (A)”, единица измерения – метр).

Все измерительные установки, входящие в схему, делятся на несколько групп (их число определяется параметром “MN count”, максимум 4 группы). Различие групп заключается в величинах измерительных линий. Каждая группа установок строится по определённым правилам на основе нескольких параметров, индивидуальных для неё:

- “Spacing (D)”. Этот параметр используется для масштабирования геометрии измерительной установки. Единица измерения – количество Spacing (A).
- “Level Count”. Параметр характеризует число различных разносов для установок группы.
- “Start Level”. Параметром определяется наименьший разнос для установок группы. Единица измерения – количество Spacing (A).
- “Level Step”. Используется каждый (Level Step)-й разнос.

Необходимо заметить, что для установок Веннера и двухэлектродной допускается только одна группа в схеме наблюдений. Это обуславливается их геометрией, которая позволяет построить установки с любыми разносами, используя только параметры одной группы.

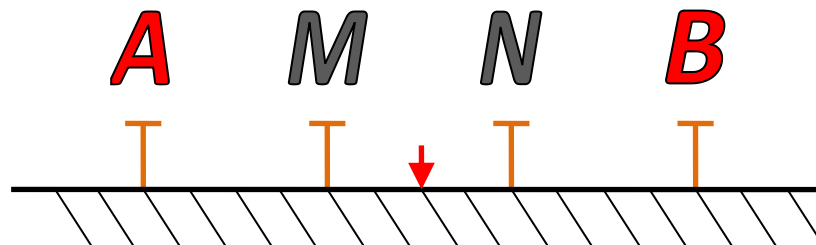
Все измерительные установки, соответствующие этим параметрам, будут построены с применением всех электродов, используемых в работе, например, так (установка Веннера  $\alpha$ , Spacing (D) = 1 x A, Level = 1, 12 электродов):



Набор установок, входящих в схему наблюдений, можно охарактеризовать, перечисляя номера электродов, соответствующих питающим (A, B) и измерительным (M, N). Каждой установке в наборе соответствует уникальное сочетание A, B, M, N.

Далее на схемах точки записи также обозначаются красными стрелками.

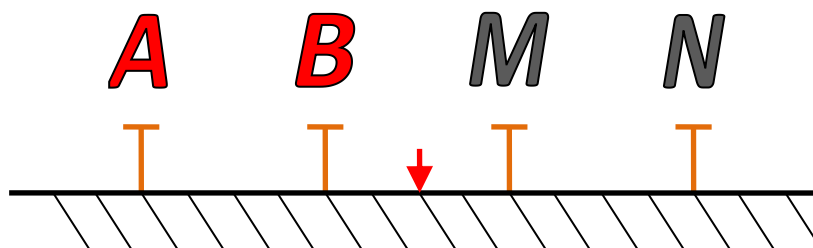
*Установка Веннера  $\alpha$  (Wenner Alpha)*



Разнос	Точка записи	Характеристики
AB	центр MN	AM = MN = NB = Q

$$Q_j = Spacing.(D) + j - 1, j \in [Start.level, Start.Level + Level.Count]$$

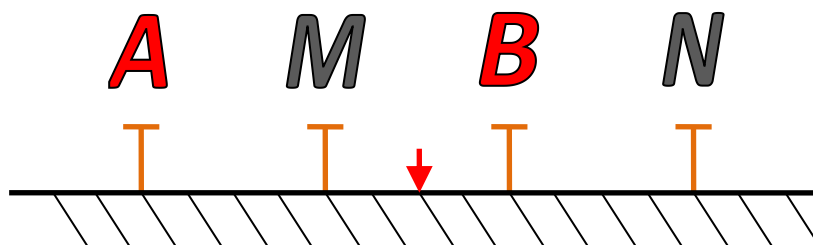
Установка Веннера  $\beta$  (Wenner Beta)



Разнос	Точка записи	Характеристики
AN	центр BM	$AB = BM = MN = Q$

$$Q_j = Spacing.(D) + j - 1, j \in [Start.Level, Start.Level + Level.Count]$$

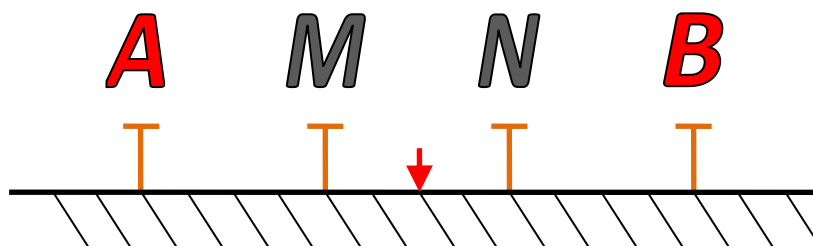
Установка Веннера  $\gamma$  (Wenner Gamma)



Разнос	Точка записи	Характеристики
AN	центр MB	$AM = MB = BN = Q$

$$Q_j = Spacing.(D) + j - 1, j \in [Start.Level, Start.Level + Level.Count]$$

Установка Шлюмберже (Schlumberger)



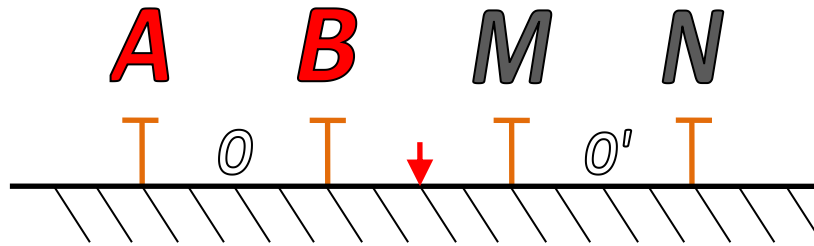
Разнос	Точка записи	Характеристики
AB	центр MN	$AM = NB = Q, Q \geq MN$

$$AB_j = 3 \times Spacing.(D) + 2 \times (j - 1), j \in [Start.Level, Start.Level + Level.Count]$$

$$MN_j = Spacing.(D)$$

### Осевая дипольная установка (Inline Dipole-Dipole)

Отрезок OO' соединяет центры питающего (AB) и измерительного (MN) диполей.



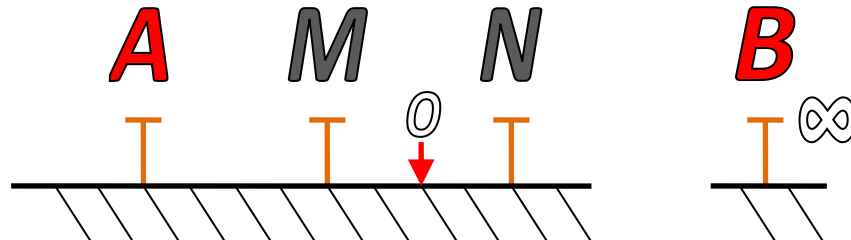
Разнос	Точка записи	Характеристики
OO'	центр BM	AB = MN = Q, BM ≥ Q

$$BM_j = Spacing.(D) + j - 1, j \in [Start.Level, Start.Level + Level.Count]$$

$$Q_j = Spacing.(D)$$

### Прямая трёхэлектродная установка (Forward Pole-Dipole)

O – центр измерительного (MN) диполя. Питающий электрод B бесконечно удалён (подключён через разъём  $B_{/\infty}$ ).



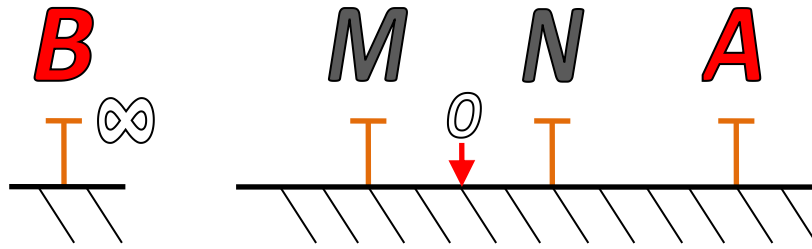
Разнос	Точка записи	Характеристики
AO	центр MN	AM ≥ MN

$$AM_j = Spacing.(D) + j - 1, j \in [Start.Level, Start.Level + Level.Count]$$

$$MN_j = Spacing.(D)$$

### Обратная трёхэлектродная установка (Reverse Pole-Dipole)

O – центр измерительного (MN) диполя. Питающий электрод В бесконечно удалён (подключён через разъём  $V_{/\infty}$ ).



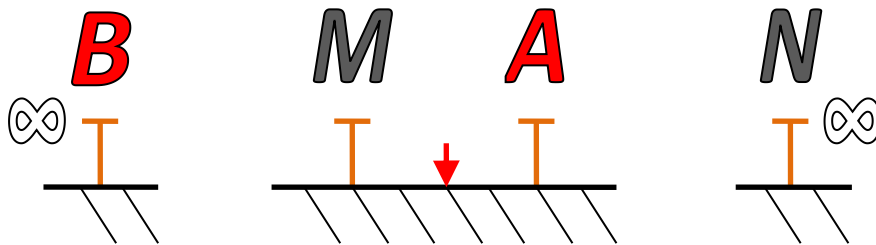
Разнос	Точка записи	Характеристики
OA	центр MN	$NA \geq MN$

$$NA_j = Spacing.(D) + j - 1, j \in [Start.Level, Start.Level + Level.Count]$$

$$MN_j = Spacing.(D)$$

### Двухэлектродная установка (Pole-Pole)

Питающий электрод В и измерительный электрод N бесконечно удалены (подключены через разъёмы  $V_{/\infty}$  и  $N_{/\infty}$ ).



Разнос	Точка записи	Характеристики
MA	центр MA	—

$$MA_j = Spacing.(D) + j - 1, j \in [Start.Level, Start.Level + Level.Count]$$

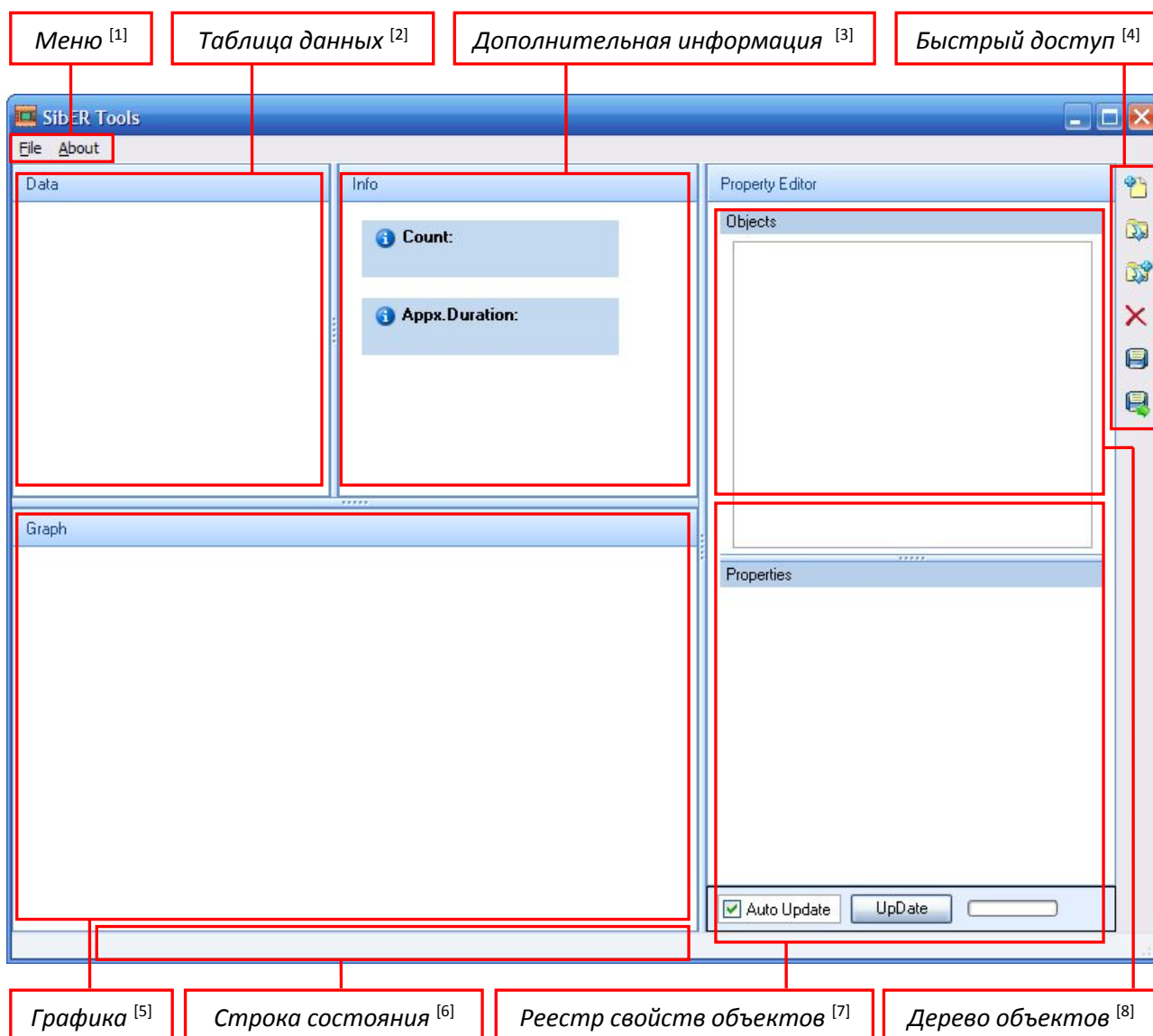
## — 11. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ SIBER TOOLS —

### Вводные замечания

Программа SibER TOOLS поставляется на компакт-диске в комплекте аппаратуры (см. “Компакт-диск”). Её функции заключаются в следующем:

- Просмотр, визуализация и первичная обработка данных аппаратуры “СКАЛА 48”.
- Экспорт данных в распространённые форматы.
- Создание и просмотр шаблонов:
  - S1D для работы в режиме Manual (ВЭЗ).
  - S2D для работы в режиме Automatic (ЭТ).

Программа работает в ОС Microsoft® Windows® 98/ME/2000/XP/Vista.



- [1] Основные функции программы: загрузка, сохранение, экспорт данных, создание шаблонов, соединение файлов.
- [2] Отображение данных объекта в табличном виде. Таблица позволяет осуществлять сортировку столбцов путём перетаскивания их заголовков при помощи указателя мыши и сортировку строк по возрастанию или убыванию значений в каком-либо столбце путём единичного клика мышью по заголовку соответствующего столбца.
- [3] Используется только для объектов Sequence 1D и Sequence 2D.
- [4] Дублирование основных функций программы и удаление записей из дерева объектов (Delete).
- [5] Отображение данных объекта в виде графических диаграмм. Панель позволяет увеличивать масштаб отображаемой графики путём выделения мышью с зажатой левой кнопкой интересующей области от верхнего левого к крайнему правому углу. Возвращение к исходному масштабу происходит при помощи выделения в обратном направлении любой области панели.
- [6] Отображение характеристик некоторых графических объектов, на которые в данный момент наведён указатель мыши на панели “Графика”.
- [7] Кнопка Update обновляет таблицу данных и панель графической визуализации в соответствии с изменениями свойств объектов. Отметка Auto Update обновляет их при каждом изменении свойств.
- [8] Объектами в программе могут быть файлы данных D0D, D1D, D2D и файлы шаблонов S1D, S2D.

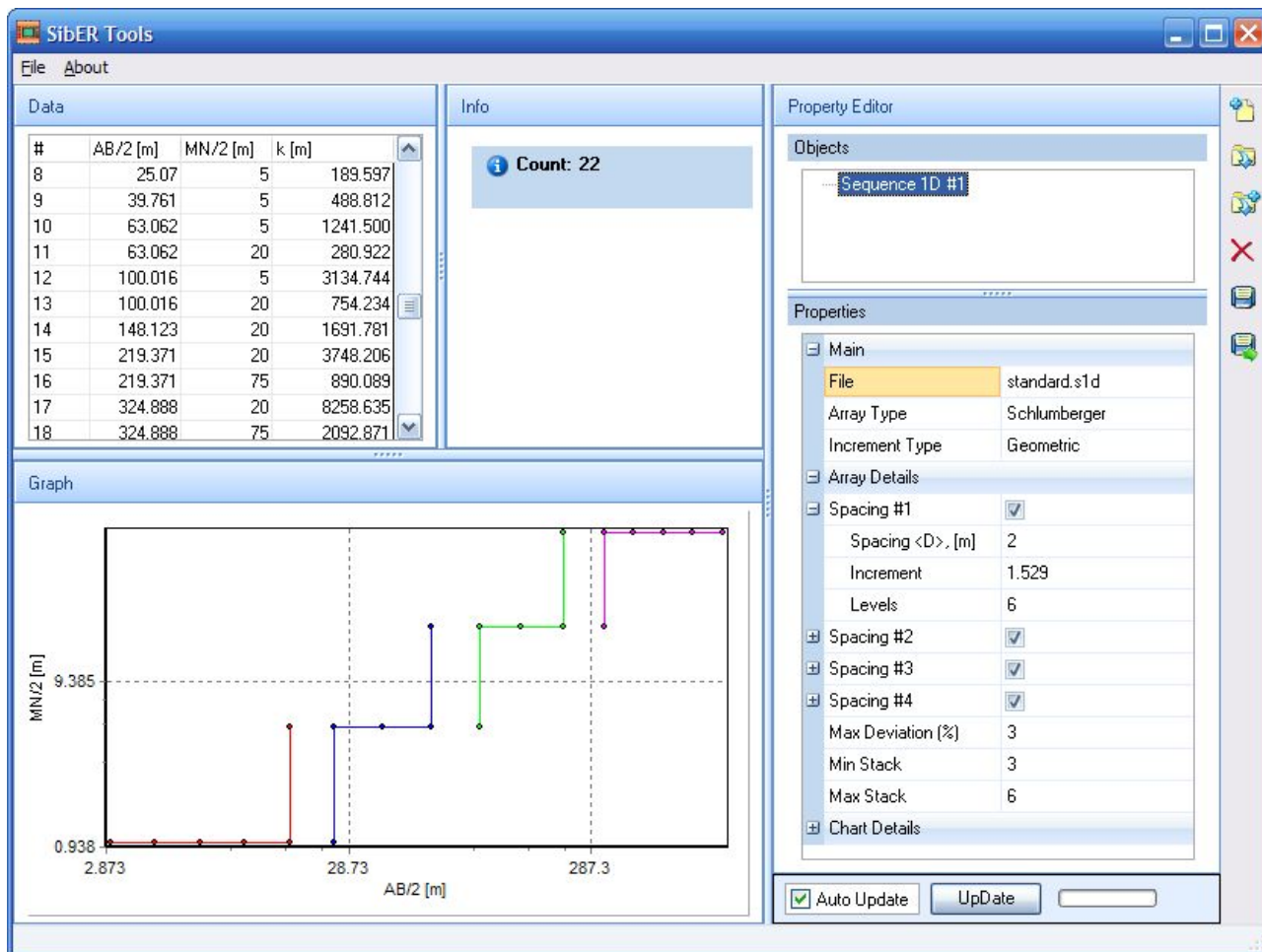
### *Шаблоны S1D*

Шаблоны S1D используются при работе в режиме Manual (ВЭЗ). Для создания шаблона выберите пункт меню File – New, а в появившемся окне выберите “Blank 1D”. В дереве объектов появится новый объект Sequence 1D.

В таблице данных будет показана следующая информация о содержащихся в шаблоне измерительных установках: номер установки (#), две колонки с характерными для данного типа измерительной установки расстояниями (P.1 и P.2, м) и геометрический коэффициент измерительной установки (k, м). На панели дополнительной информации будет показано число установок (Count), входящих в данный шаблон при текущих параметрах.

В реестре свойств доступны для редактирования параметры, упоминавшиеся в разделе “Описание схем наблюдений для ВЭЗ”. Опции X Log Scale и Y Log Scale в разделе Chart Details позволяют делать масштабы осей графика логарифмическими.

На панели графической информации отображается диаграмма параметров P.1 и P.2; каждой измерительной установке соответствует одна пара значений P.1 и P.2, а им соответствует один маркер на диаграмме. Цветами показаны наборы установок с различными величинами приёмной линии MN.



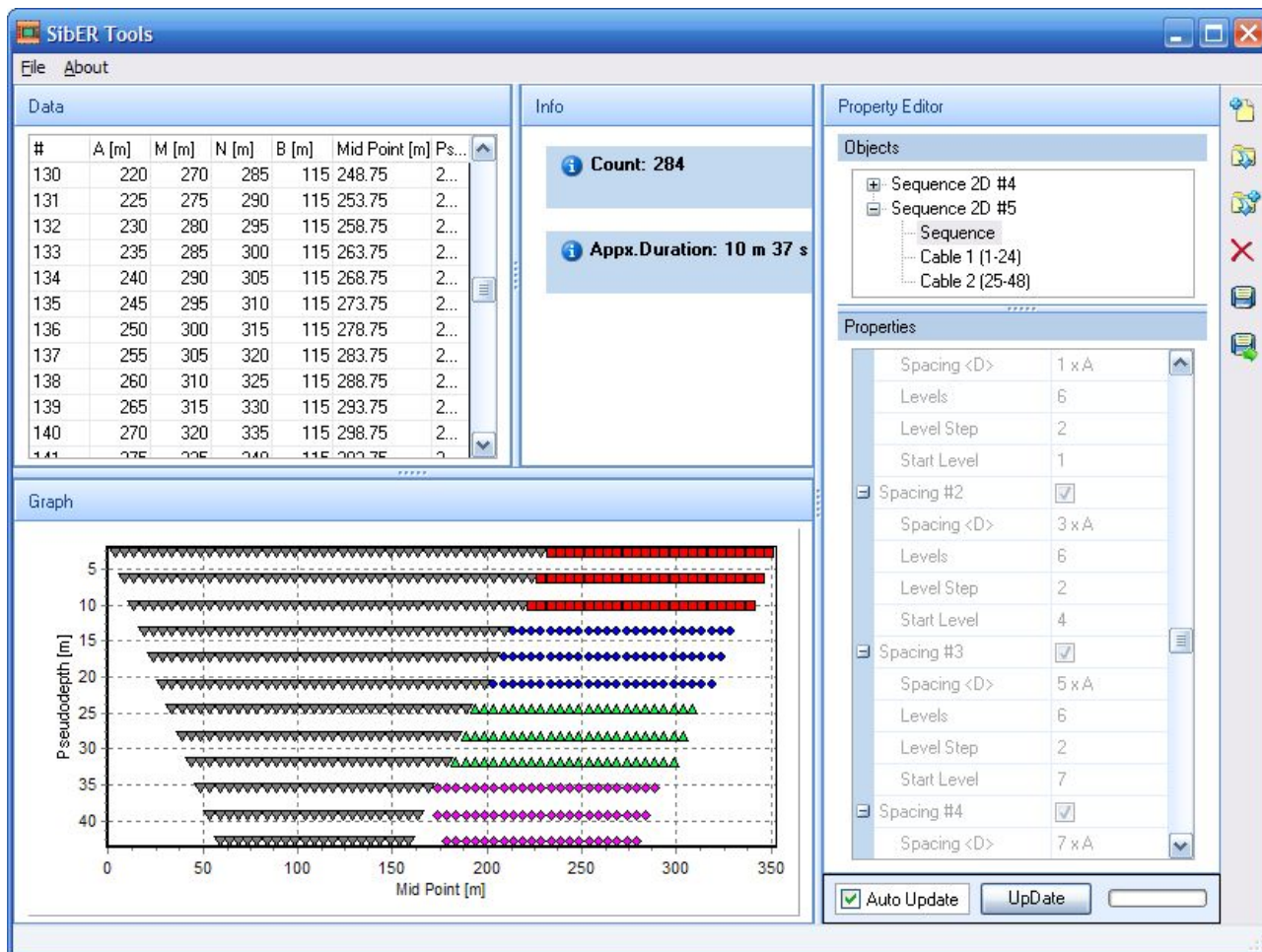
Сохранение / загрузка шаблона происходит через пункты меню File – Save / File – Load. Убедитесь в том, что установлена маска файлов “1D Sequence Files (\*.s1d)” и выберите имя создаваемого / загружаемого файла.

### Шаблоны S2D

Шаблоны S2D используются при работе в режиме Automatic (ЭТ). Для создания шаблона выберите пункт меню File – New, а в появившемся окне выберите “Blank 2D”. В дереве объектов появится новый объект Sequence 2D с тремя ветвями: Sequence (настройка параметров установок), Cable 1 (1 - 24) и Cable 2 (25 - 48) (редактирование используемых кабелей и электродов).

В таблице данных будет показана следующая информация о содержащихся в шаблоне измерительных установках: номер установки (#), четыре колонки координатами питающих (A, B, м) и измерительных (M, N, м) электродов, горизонтальное (Mid Point, м) и вертикальное (Pseudo-depth, м) положение точки записи. Горизонтальное положение отсчитывается от положения первого электрода.

На панели дополнительной информации показано количество измерений (Count) и приблизительное время работы без режима ВП с тремя накоплениями (Appx.Duration, Minimum stacking = Maximum Stacking = 3, Induced polarization = disabled).



В реестре свойств доступны для редактирования свойства, упоминавшиеся в разделе “Описание схем наблюдений для ЭТ”. Если в дереве объектов присутствует шаблон для работы по стандартной схеме (основной, у которого Sequence Type = “Single”), к нему можно создать шаблон “продолжающего” профиля, выбирая в новом создаваемом шаблоне (у которого Sequence type = “Roll Along”) в ячейке “Single sequences” название основного шаблона. Опции X Log Scale и Y Log Scale в разделе Chart Details позволяют делать масштабы осей графика логарифмическими.

На панели графической информации отображается диаграмма параметров Mid Point и Pseudo-depth; каждой измерительной установке соответствует пара значений Mid Point и Pseudo-depth, а им соответствует один маркер. Цветами показаны наборы установок с различными величинами приёмной линии MN.

Выбирая ветви Cable 1 и Cable 2 в дереве объектов, в реестре свойств можно включать и отключать отдельные электроды (выбирая отметки ) или сегменты кабеля (щелчок мышью по заголовку Used).

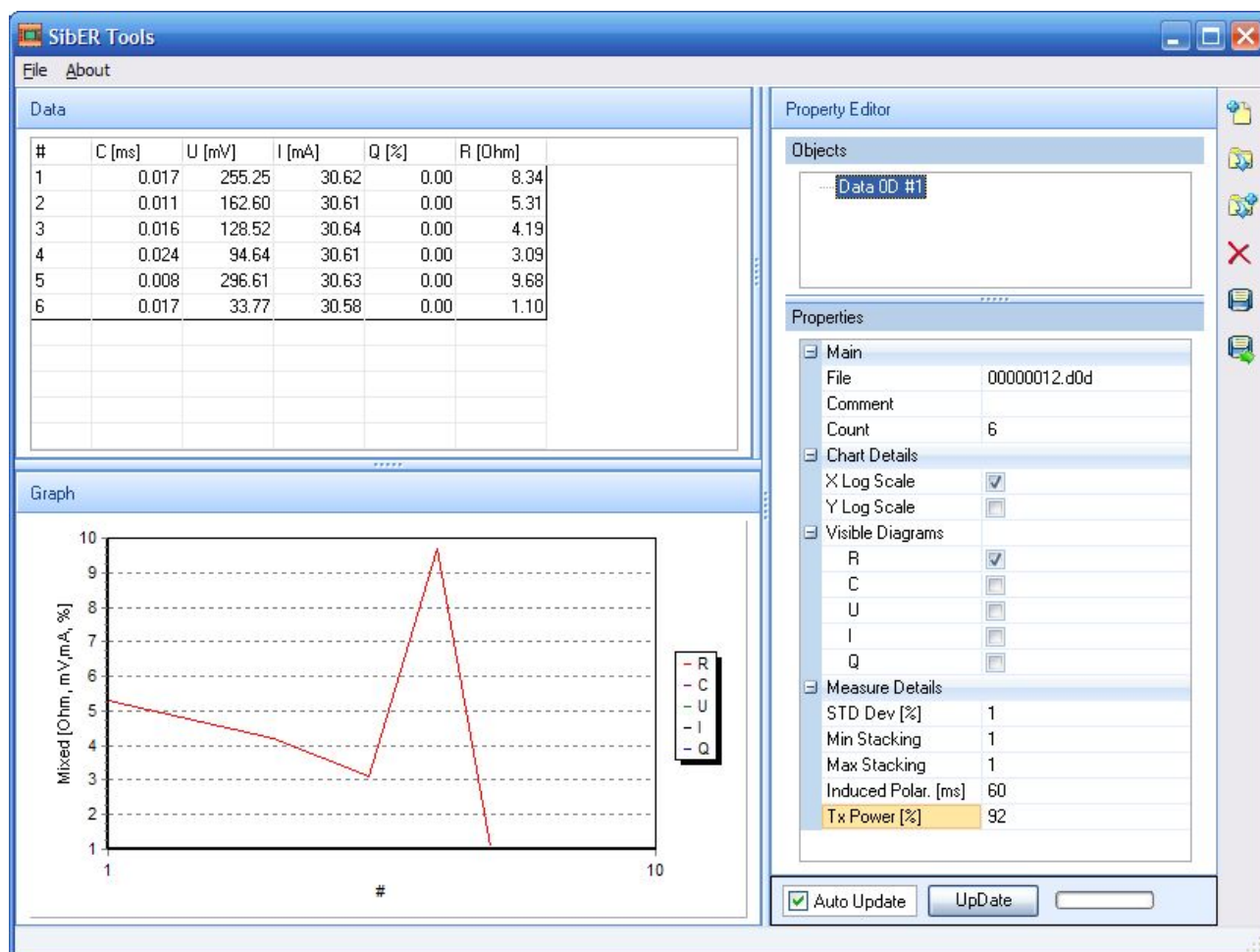
Сохранение / загрузка шаблона происходит через пункты меню File – Save / File – Load. Убедитесь в том, что установлена маска файлов “2D Sequence Files (\*.s2d)” и введите имя создаваемого / загружаемого файла.

## Файлы данных DOD

Файлы данных DOD создаются при работе аппаратуры в режиме Instant, предназначенном для ЭП и других работ. В этом режиме коммутатор не используется, а геометрия измерительной установки не определена.

Чтобы загрузить файл данных DOD, выберите пункт меню File – Open, затем установите маску файлов “OD Data Files (\*.dod)” и выберите нужный файл. В дереве объектов появится новый объект Data OD.

В таблице данных будет показана следующая информация о содержащихся в файле измерениях: номер измерения (#), кажущаяся поляризуемость (C, мс), входное напряжение (U, мВ), выходной ток (I, mA), относительное отклонение (Q, %), электрическое сопротивление (R, Ом).



В реестре свойств объекта будет отображена следующая информация о файле данных: во вкладке Main — имя файла (File), комментарий (Comment) и число измерений (Count), а во вкладке Measure Details — параметры прибора, с которыми были выполнены измерения. Опции X Log Scale и Y Log Scale в разделе Chart Details позволяют делать масштабы осей графика логарифмическими.

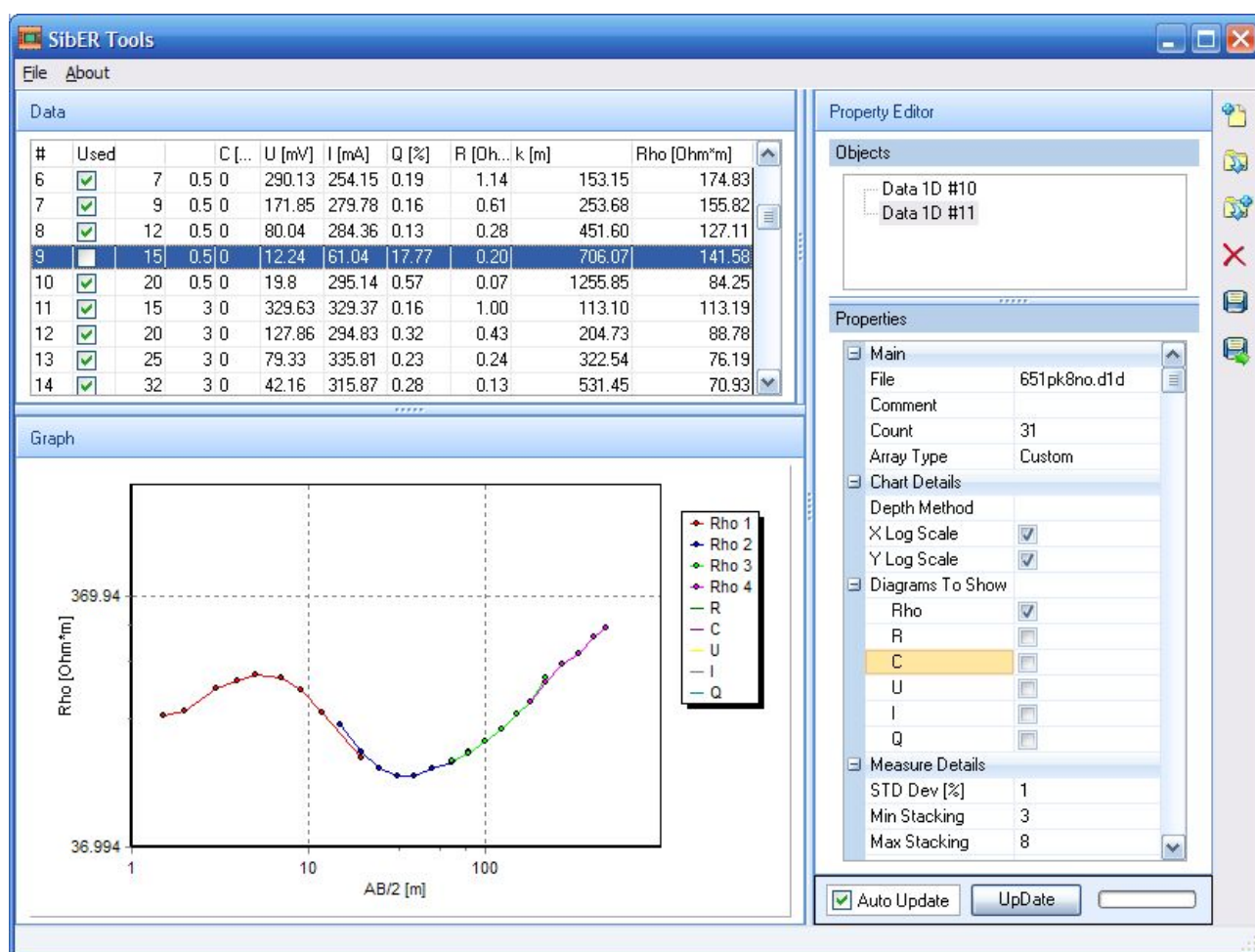
На панели графической визуализации будет представлена зависимость значений C, U, I, Q, R от номера измерения. Выбирать показываемые величины можно в реестре свойств в разделе Visible Diagrams.

Чтобы экспортировать данные в формат CSV, выберите пункт меню File – Export, затем введите имя создаваемого файла.

### Файлы данных D1D

Файлы данных D1D создаются при работе аппаратуры в режиме Manual, предназначенном для ВЭЗ. В этом режиме коммутатор не используется, но определён тип измерительной установки и характерные расстояния для установок, входящих в конкретный комплекс измерений.

Чтобы загрузить файл данных D1D, выберите пункт меню File – Open, затем установите маску файлов “1D Data Files (\*.d1d)” и выберите нужный файл. В дереве объектов появится новый объект Data 1D.



В таблице данных будет показана следующая информация о содержащихся в файле измерениях: номер измерения (#), два характерных расстояния для использованного типа измерительной установки (P.1 и P.2, м), кажущаяся поляризуемость (C, мс), входное напряжение (U, мВ), выходной ток (I, mA), относительное отклонение (Q, %), электрическое сопротивление (R, Ом), геометрический коэффициент установки (k, м), кажущееся удельное электрическое сопротивление (Rho, Ом·м).

Убирая отметки  напротив определённых измерений, можно осуществлять фильтрацию данных. Отсутствие отметок напротив определённых измерений означает, что эти измерения либо были отфильтрованы ранее, либо не были сделаны при работе.

В реестре свойств объектов будет отображена следующая информация о файле данных: во вкладке Main — имя файла (File), комментарий (Comment), число измерений (Count) и тип использованной измерительной установки (Array type), а во вкладке Measure Details — параметры прибора, с которыми были выполнены измерения. Опции X Log Scale и Y Log Scale в разделе Chart Details позволяют делать масштабы осей графика логарифмическими.

На панели графической визуализации будут представлены зависимости величин C, U, I, Q, R от номера измерения и кривая зондирования: зависимость значений Rho от величины разноса измерительной установки. Цветами показаны измерения, сделанные с различными величинами приёмной линии MN. Выбирать показываемые величины можно в реестре свойств в разделе Visible Diagrams.

Чтобы сохранить отредактированные данные, выберите пункт меню File – Save, убедитесь в том, что установлена верная маска файлов “1D Data Files, \*.d1d” и введите имя создаваемого файла. Отфильтрованные данные также будут сохранены в файле, но без отметок . Чтобы экспортировать данные в формат CSV, выберите пункт меню File – Export, затем введите имя создаваемого файла. Отфильтрованные данные не будут экспортированы.

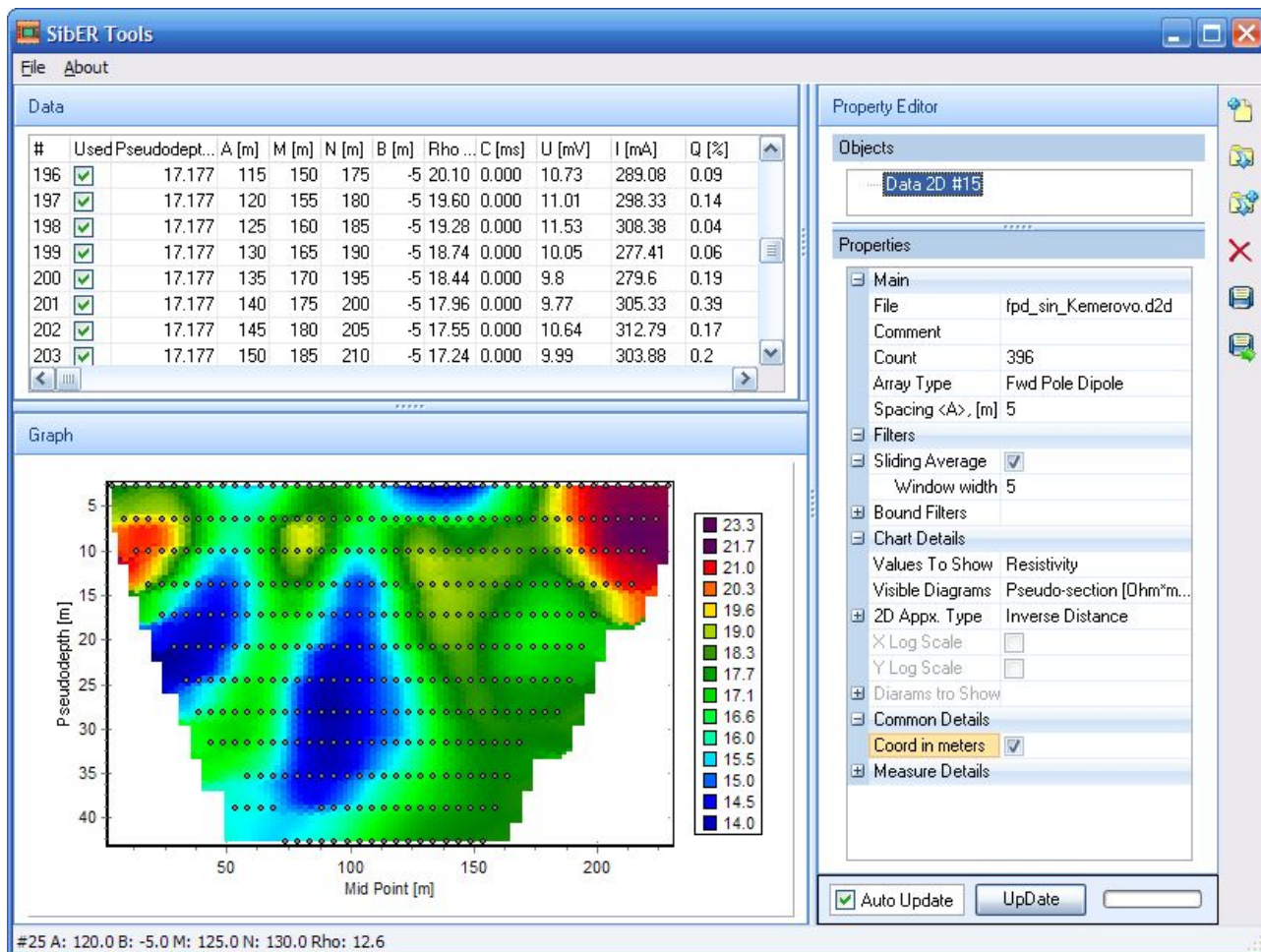
### *Файлы данных D2D*

Файлы данных D2D создаются при работе аппаратуры в режиме Automatic, предназначенном для ЭТ. В этом режиме коммутатор используется коммутатор, т. е. для работы требуется подключать многоэлектродные кабели.

Чтобы загрузить файл данных D2D, выберите пункт меню File – Open, установите маску файлов “2D Data Files (\*.d2d)” и выберите нужный файл. В дереве объектов появится новый объект Data 2D.

В таблице данных будет показана следующая информация о содержащихся в файле измерениях: номер измерения (#), глубина зондирования (Pseudodepth, m), номера или координаты питающих (A, B, m) и измерительных (M, N, m) электродов, кажущееся удельное электрическое сопротивление (Rho, Ом·м), входное напряжение (U, мВ), выходной ток (I, мА), относительное отклонение (Q, %), кажущаяся поляризуемость (C, мс). Если в качестве номеров для электродов B или N установлен 0, это означает, что их коммутация осуществлялась только через соответствующие разъёмы на приборной панели прибора ( $B_{/\infty}$  и  $N_{/\infty}$ ). Убирая отметки  напротив определённых измерений, можно осуществлять фильтрацию данных. Отсутствие отметок напротив определённых измерений означает, что эти измерения либо были отфильтрованы ранее, либо не были сделаны при работе. Переключаться между номерами и координатами электродов можно через опцию Coord in meters раздела Common Details в реестре свойств.

В реестре свойств объекта будет отображена следующая информация о файле данных: во вкладке Main — имя файла (File), комментарий (Comment), число измерений (Count), тип использованной измерительной установки (Array type) и шаг между электродами (Spacing (A), m); во вкладке Measure Details — параметры генератора и измерителя, с которыми были выполнены измерения.



Кроме того, в реестре свойств появятся органы управления панелью визуализации (Chart Details). Опции X Log Scale и Y Log Scale в разделе Chart Details позволяют делать масштабы осей графика логарифмическими. Выбирая значение для параметра Visible Diagrams из Pseudo-section, All Sounding Curves, All Profile Curves и Signal Diagrams, на панели визуализации можно соответственно отображать:

- Разрез кажущегося сопротивления (зависимость значений Rho от положения центра зондирования и глубины).
- Все кривые зондирования (зависимость значений Rho от глубины).
- Все профильные кривые (зависимость сгруппированных значений Rho от глубины относительно среднего значения).
- Диаграммы сигналов (зависимости C, Rho, R, U, I, Q от номера измерения), выбираемые ниже во вкладке Diagrams to Show.

В строке состояния показаны параметры точки, на которую вы данный момент показываете указатель мыши на панели "Графика". Если выбран разрез кажущегося сопротивления, можно выбрать метод аппроксимации значений параметром 2D Appx. Type в реестре свойств.

Фильтрацию можно осуществлять через панель графической визуализации, делая единичные клики мышью по отдельным точкам или, зажав Ctrl + Shift, непрерывно указывать точки (без нажатия клавиш мыши), которые следует отфильтровать.

Также в реестре свойств будут доступны ещё два способа фильтрации: по границам значений для разных величин (от ... и до ...) в подразделе Bound Filter и сглаживание профильных кривых

методом скользящего среднего в подразделе Sliding average. Последний имеет параметр величины окна осреднения.

Меняя значение параметра Values To Show с Resistivity на Chargeability, можно переходить к визуализации данных ВП.

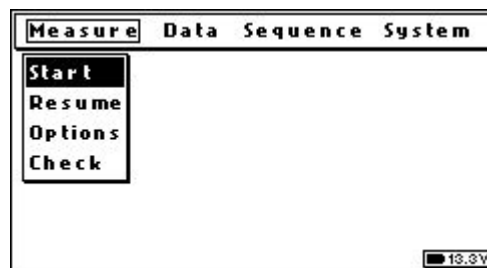
Пункт меню File – Append позволяет присоединять к данному D2D файлу содержимое ещё одного D2D файла, для этого убедитесь в том, что установлена верная маска файлов “2D Data Files (\*.d2d)” и выберите присоединяемый файл. Эта операция используется при объединении данных, полученных по схеме “нагоняющего” профиля (“roll along”). Важно присоединять файлы в правильной последовательности, соответствующей реальным геометрическим положениям сегментов разреза. **Таким же образом можно соединять вместе файлы с измерениями прямой и обратной трёхэлектродной установкой.**

Чтобы сохранить отредактированные данные, выберите пункт меню File – Save, убедитесь в том, что установлена верная маска файлов “2D Data Files (\*.d2d)” и введите имя создаваемого файла. Отфильтрованные данные также будут сохранены, но без отметок . Чтобы экспортировать данные в формат CSV или DAT, выберите пункт меню File – Export, затем выберите нужный тип и введите имя создаваемого файла. Отфильтрованные данные не будут экспортированы.

## — 12. ОПИСАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА —

Этот раздел содержит описание функционала, предоставляемого пользовательским интерфейсом прибора. Рекомендуется подробно изучить все его возможности для того, чтобы наиболее эффективным образом работать с аппаратурой. Данные, показанные далее на изображениях, приведены только в качестве примеров.

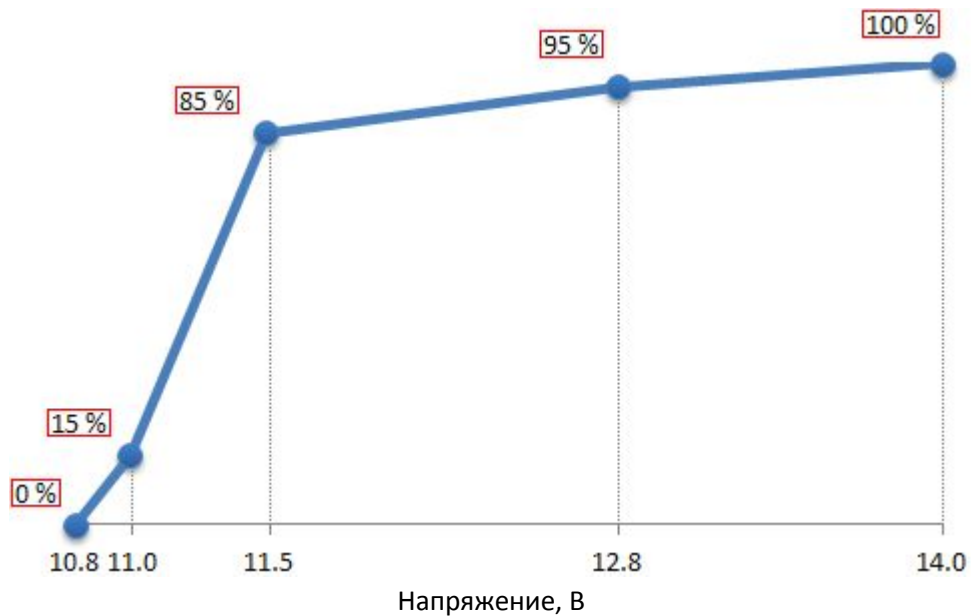
### 12.1 Главное меню



В главном меню присутствуют следующие разделы:

- Measure (запуск измерений, настройка прибора, проверка заземления и уровней сигнала).
- Data (просмотр файлов данных).
- Sequence (создание и просмотр шаблонов).
- System (синхронизация с компьютером).

В правом нижнем углу находится индикатор заряда батареи, который также отображается во всех остальных меню. Следует внимательно следить за его состоянием во время работы: данные, полученные при разряженном аккумуляторе (менее 11.5 В), могут быть гораздо менее точны. Состояние графического индикатора заряда рассчитывается по следующей зависимости:

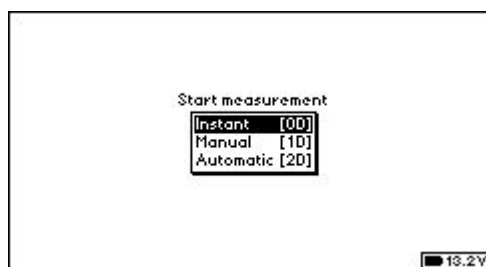


### Управление

- ← / →      переход к предыдущему / следующему разделу меню
- ↑ / ↓      переход к предыдущему / следующему пункту меню
- Enter      выбор текущего пункта меню

## 12.2 Меню Measure (Измерение)

### Measure — Start (Начать измерение)



Перед тем, как начать работу, система предложит установить параметры измерения (см. *Measure — Options*). Затем будет предложено выбрать один из режимов работы:

- Instant (ЭП и другие задачи).
- Manual (ВЭЗ).
- Automatic (ЭТ).

### Управление

- ↑ / ↓      переход к предыдущему / следующему пункту меню
- Enter      выбор текущего пункта меню
- Esc        выход в главное меню

*Measure — Start — Instant (Начать измерение в режиме Instant)*

#	C [ms]	U [mV]	I [mA]	Q [%]	R [Ω]
1	13.11	278.9	33.61	0	8.296
2	378.3	36011	33.68	0	1069
3	7.993	101.7	33.69	0	3.020
4	176.5	36051	33.79	0	1066

PAGE 1 OF 1 11.9V

Данный вид работы предназначен для ЭП и других задач. В этом режиме геометрия измерительной установки не определена, коммутатор не используется. Сначала будет предложено ввести имя файла (см. *Enter file name*), в котором будут сохраняться данные в процессе работы. Таблица режима Instant содержит следующие колонки: номер измерения (#), кажущаяся поляризуемость (C, мс), входное напряжение (U, мВ), выходной ток (I, мА), относительное отклонение (Q, %), электрическое сопротивление (R, Ом). Слева от индикатора заряда батареи показана текущая страница таблицы. При выходе нужно подтвердить завершение работы (см. *Are you sure you want to exit?*).

**Управление**

- ↑ / ↓      переход к предыдущему / следующему номеру измерения
- ← / →      переход к предыдущей / следующей странице измерений
- Enter      запуск единичного измерения
- Esc        выход в главное меню
- Delete     удаление результатов измерения с текущим номером
- 0          запуск осциллографа (см. *Oscilloscope*)
- 2          изменение параметров генератора и измерителя (см. *Measure – Options*)
- 3          установить указатель на номер (см. *Run to number*)

*Measure — Start — Manual / Automatic (Выбор шаблона для измерения в режиме Manual / Automatic)*

/seq/s1d:	Sequence info	/seq/s2d:	Sequence info
schlum.s1d	Measures 20	newform.s2d	Measures 210
wenner.s1d	Array type schlumberger	schlum.s2d	Array type schlumberger
mixed.s1d	Increment type linear	wenner.s2d	Sequence type roll along
		dipole.s2d	Spacing <A> 5.00 m
	Spacing <D> 1.00 2.00 3.00 4.00		Spacing <D> 1 x A 3 x A 5 x A 7 x A
	Incram / Factor 2.00 2.00 2.00 2.00		Levels 6 6 6 6
	Levels 5 5 5 5		Level step 2 2 2 2
	Overlaps — 2 2 2 2		Start level 1 4 7 10
	Multi cables are not used		1 5 10 15 20 24
			25 29 34 39 44 48

13.3V 13.3V

Режимы Manual и Automatic требуют для работы шаблоны (S1D и S2D соответственно), содержащие информацию о геометрии измерительных установок, необходимых для работы. В данном меню предлагается сделать выбор требуемого шаблона. В случае отсутствия файлов будет показано предупреждение “NO FILES”, после чего произойдёт выход в предыдущее меню.

**Управление**

- ↑ / ↓      переход к предыдущему / следующему файлу
- ← / →      переход к предыдущей / следующей странице списка файлов
- Enter      подтверждение выбора файла
- Esc        выход в предыдущее меню

Measure — Start — Manual — <шаблон S1D> (Начать измерение в режиме Manual)

#	AB/2	MN/2	C [ms]	U [mV]	I [mA]	Q [%]	P [Ω·m]
1	1.500	0.500	5.192	101.10	33.90	10	18.91
2	2.500	0.833	5.159	37.48	33.97	10	11.56
3	3.500	1.167	7.994	37.46	33.85	10	16.22
4	4.500	1.500					
5	5.500	1.833					

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ⏶ ⏷ ⏸ ⏹ ⏺ ⏻ ⏼ ⏽ ⏾ ⏿

PAGE 1 OF 1 11.9V

Этот режим измерения предназначен для ВЭЗ. Перед входом в данное меню система предложит ввести имя файла, в котором будут сохраняться данные в процессе работы (см. *Enter file name*). Таблица режима Manual содержит следующие колонки: номер измерения (#), 2 колонки с характерными для данного типа установки расстояниями (м), кажущаяся поляризуемость (С, мс), входное напряжение (U, мВ), выходной ток (I, мА), относительное отклонение (Q, %), удельное электрическое сопротивление (ρ, Ом·м). Слева от индикатора заряда батареи показан номер текущей страницы таблицы. В левом нижнем углу экрана изображена графическая схема установки. При выходе будет предложено подтвердить завершение работы (см. *Are you sure you want to exit?*).

**Управление**

- ↑ / ↓      переход к предыдущему / следующему номеру измерения
- ← / →      переход к предыдущей / следующей странице измерений
- Enter      запуск единичного измерения
- Esc        выход в главное меню
- Delete     удаление результатов измерения с текущим номером
- 0          запуск осциллографа (см. *Oscilloscope*)
- 2          изменение параметров генератора и измерителя (см. *Measure – Options*)
- 3          установить указатель на номер (см. *Run to number*)

Measure — Start — Automatic — <шаблон S2D> (Начать измерение в режиме Automatic)

#	A	M	N	B	C [ms]	U [mV]	I [mA]	Q [%]	P [Ω·m]
1	1	2	3	4	7.964	37.27	33.83	10	34.61
2	2	3	4	5	7.968	37.33	33.79	10	34.71
3	3	4	5	6	7.956	37.31	33.97	10	34.51
4	4	5	6	7	7.934	37.27	33.74	10	34.71
5	5	6	7	8	7.929	37.30	33.90	10	34.56
6	6	7	8	9	7.954	37.30	33.75	10	34.72
7	7	8	9	10					
8	8	9	10	11					
9	9	10	11	12					
10	10	11	12	13					
11	11	12	13	14					
12	12	13	14	15					
13	13	14	15	16					

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ⏶ ⏷ ⏸ ⏹ ⏺ ⏻ ⏼ ⏽ ⏾ ⏿

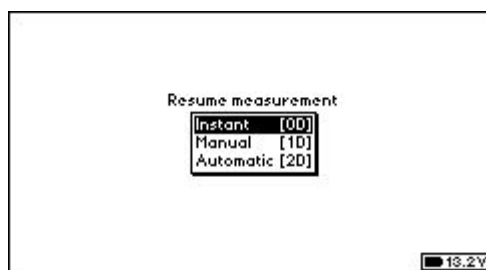
PAGE 1 OF 16 11.9V

Режим предназначен для ЭТ. Перед входом в данное меню система предложит ввести имя файла, в котором будут сохраняться данные в процессе работы (см. *Enter file name*). Таблица режима Automatic содержит следующие колонки: номер измерения (#), 4 графы с номерами питающих (A, B) и измерительных (M, N) электродов, кажущаяся поляризуемость (С, мс), входное напряжение (U, мВ), выходной ток (I, мА), относительное отклонение (Q, %), удельное электрическое сопротивление (ρ, Ом·м). Если в качестве номера для электродов В или N установлен знак “∞”, их коммутация осуществляется через соответствующие разъёмы на панели прибора (V<sub>∞</sub> и N<sub>∞</sub>). В процессе измерений в левом нижнем углу экрана показывается приблизительное время, оставшееся до конца работы. Слева от индикатора заряда батареи показывается текущая страница таблицы. При выходе будет предложено подтвердить завершение работы (см. *Are you sure you want to exit?*).

### Управление

↑ / ↓	переход к предыдущему / следующему номеру измерения
← / →	переход к предыдущей / следующей странице измерений
Enter	запуск / остановка серии измерений (для остановки удерживать клавишу)
Esc	выход в главное меню
Delete	удаление результатов измерения с текущим номером
0	запуск осциллографа (см. <i>Oscilloscope</i> )
1	установка используемых / неиспользуемых электродов (см. <i>Set available electrodes</i> )
2	изменение параметров генератора и измерителя (см. <i>Measure – Options</i> )
3	установить указатель на номер (см. <i>Run to number</i> )
4	Повторное измерение для выборочных электродов (см. <i>Enter electrodes to remeasure</i> )

### *Measure – Resume (Возобновить измерение)*

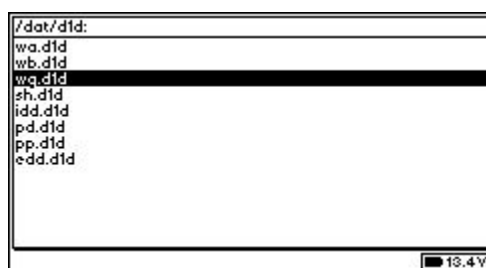


Данный режим предназначен для возобновления незаконченной работы. Сначала система предложит установить параметры измерения (см. *Measure - Options*), после чего будет предоставлена возможность выбрать вид работ, который требуется продолжить.

### Управление

↑ / ↓	переход к предыдущему / следующему пункту меню
Enter	выбор текущего пункта меню
Esc	выход в главное меню

### *Measure — Resume — Instant / Manual / Automatic (Выбор файла для продолжения измерений)*



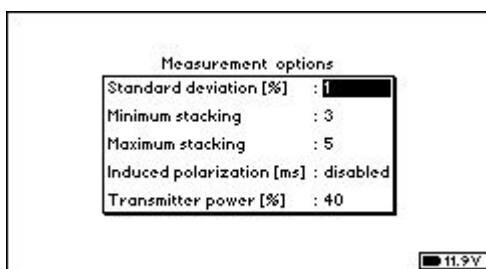
Здесь предлагается выбрать файл, работу с которым необходимо возобновить. После того, как выбор файла сделан, дальнейший ход работы не отличается от ветви *Measure — Start*. Для режимов Manual и Automatic указатель будет установлен на номер первого незавершённого измерения. Если такого нет, указатель будет установлен на первый номер. В случае отсутствия файлов будет выдано сообщение “NO FILES”, после чего произойдет возврат в предыдущее меню.

### Управление (продолжение на следующей странице)

↑ / ↓	переход к предыдущему / следующему файлу
← / →	переход к предыдущей / следующей странице списка файлов
Enter	подтверждение выбора файла

Esc                    выход в предыдущее меню

### Measure — Options (Параметры генератора и измерителя)



Здесь настраиваются параметры генератора и измерителя. Установки в дальнейшем сохраняются. При возникновении проблем с системными файлами (см. “Предупреждения”) будут восстановлены настройки по умолчанию.

#### Управление

- ← / →            установка значения для выделенного параметра
- ↑ / ↓            переход к предыдущему / следующему пункту меню
- Enter            сохранение изменений и переход к следующему меню или возврат к работе
- Esc              сохранение изменений и выход в главное меню или возврат к работе

### Measure – Check (Проверка заземления и уровней сигнала)



В этом окне предлагается выбрать, что именно нужно проверить: качество заземления или уровни сигнала для измерительных установок.

#### Управление

- ↑ / ↓            перемещение указателя вверх / вниз
- Enter            выбор текущего пункта меню
- Esc              выход в главное меню

### Measure – Check – Resistance (Проверка заземления)

Таблица содержит колонки с номерами электродов (#, #) и значениями сопротивлений между ними (R, кОм). Величины менее 1 кОм считаются хорошими, до 2 кОм – средними, выше 2 кОм – посредственными. **Плохие заземления являются причиной плохого качества данных. Проверить заземление удалённого электрода можно так: отключить, например, 24-й электрод от кабеля, а вместо него присоединить к контакту провод удалённого. Затем проверить пары 23-24 и 24-25.**

#	#	R [kΩ]	#	#	R [kΩ]	#	#	R [kΩ]	#	#	R [kΩ]
1	2	0.324	14	15		27	28		40	41	
2	3	0.325	15	16		28	29		41	42	
3	4	0.436	16	17		29	30		42	43	
4	5	0.337	17	18		30	31		43	44	
5	6	0.428	18	19		31	32		44	45	
6	7	0.329	19	20		32	33		45	46	
7	8	0.323	20	21		33	34		46	47	
8	9	0.223	21	22		34	35		47	48	
9	10	0.323	22	23		35	36				
10	11	0.243	23	24		36	37				
11	12	0.342	24	25		37	38				
12	13		25	26		38	39				
13	14		26	27		39	40				

13.2V

### Управление

- ← / →      перемещение указателя влево / вправо
- ↑ / ↓      перемещение указателя вверх / вниз
- Enter      запуск / остановка проверки заземления (для остановки удерживать клавишу)
- Esc        выход в главное меню
- 0          запуск осциллографа

### Measure – Check – Levels (Проверка уровней сигнала)

В верхней таблице предлагается выбрать тип установки (Array type), параметры Spacing (D), Level, мощность генератора (Transmitter power [%]), режим ВП (Induced polarization [ms]) и номер первого электрода установки (Offset). В нижней таблице отображаются номера соответствующих установке электродов A, M, N, B и результаты измерения: **среднее арифметическое значение сигнала под кривой ВП (C, мВ)**, сигнал (U, мВ) и рабочий ток (I, мА). Для запуска измерения нужно установить курсор на кнопку ОК и нажать Enter.

Array type	pole-dipole					
Spacing <D>	3 x A					
Level	5					
Transmitter power [%]	50					
Induced polarization [ms]	60					
Offset	5					
OK						
A	M	N	B	C [mV]	U [mV]	I [mA]
5	12	15	∞	5.120	38.41	34.67

11.9V

### Управление

- ↑ / ↓      перемещение указателя вверх / вниз
- Esc        выход в предыдущее меню
- 0          запуск осциллографа

### 12.3 Меню Data (Данные)

Data — \*.D0D / \*.D1D / \*.D2D (Просмотр файлов данных D0D / D1D / D2D)

/dat/d1d:
wa.d1d
wb.d1d
<b>wc.d1d</b>
sd.d1d
idd.d1d
pd.d1d
pp.d1d
edd.d1d

13.4V

Файлы D0D используются для работы в режиме Instant , D1D – в режиме Manual , D2D – в режиме Automatic. В этом меню система предложит выбрать файл данных для просмотра. В

заголовке таблицы отображается путь к показанным файлам. В случае отсутствия файлов будет показано предупреждение “NO FILES”, после чего произойдет выход в главное меню.

#### **Управление**

↑ / ↓	перемещение указателя вверх / вниз
← / →	переход к предыдущей / следующей странице списка файлов
Enter	выбор текущего пункта меню
Esc	выход в главное меню

*Data — \*.D0D / \*.D1D / \*.D2D — <файл данных> (Просмотр содержимого файла данных)*

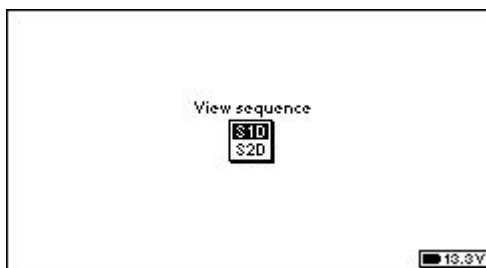
Здесь происходит просмотр выбранного файла. Структуры таблиц такие же, как и при измерении. Для файлов D1D в левом нижнем углу отображаются схемы измерительных установок, использованных при работе с ними. Слева от индикатора заряда батареи показана текущая страница таблицы.

#### **Управление**

↑ / ↓	переход к предыдущей / следующей странице данных
Esc	выход в предыдущее меню

### **12.4 Меню Sequence (Шаблоны)**

*Sequence – View (Просмотр шаблонов)*



В этом меню можно выбрать тип шаблона для просмотра. S1D используется для работы в режиме Manual, а S2D – в режиме Automatic. Описание режимов работы аппаратуры находится в разделе “Режимы работы”.

#### **Управление**

↑ / ↓	перемещение указателя вверх / вниз
Enter	выбор текущего пункта меню
Esc	выход в главное меню

*Sequence – View – S1D / S2D (Просмотр шаблона S1D / S2D)*

В левом окне отображены доступные для просмотра файлы, в заголовке окна показан путь к ним. В правом окне (Sequence info) отображаются основные характеристики текущего файла. В случае отсутствия файлов будет показано предупреждение “NO FILES”, после чего произойдет выход в предыдущее меню.

/seq/s2d:	Sequence info
newform.s2d	Measures :210
schlum.s2d	Array type schlumberger
wenner.s2d	Sequence type roll along
dipole.s2d	Spacing <A> 5.00 m
	Spacing <D> 1 x A 3 x A 5 x A 7 x A
	Levels 6 6 6 6
	Level step 2 2 2 2
	Start level 1 4 7 10
	1 5 10 15 20 24
	25 29 34 39 44 48

### Управление

- ↑ / ↓ перемещение указателя вверх / вниз
- ← / → переход к предыдущей / следующей странице списка
- Enter просмотр текущего файла
- Esc выход в предыдущее меню

### Sequence – View – S1D / S2D – <шаблон S1D / S2D> (Просмотр шаблона S1D / S2D)

#	AB/2	MN/2
1	1.500	0.500
2	2.500	0.833
3	3.500	1.167
4	4.500	1.500
5	5.500	1.833
6	6.500	2.167
7	7.500	2.500
8	8.500	2.833

#	A	M	N	B
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15
13	13	14	15	16

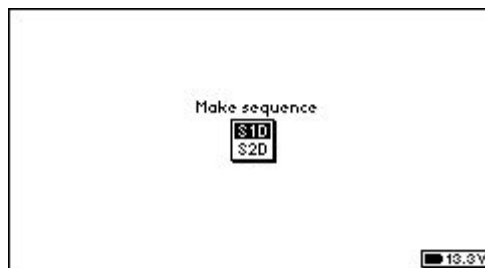
Таблица для шаблона S1D (слева) содержит колонки: номер измерительной установки в шаблоне (#), 2 колонки с характерными для данной установки расстояниями (m). В левом нижнем углу экрана изображена схема установки. Справа от индикатора заряда батареи показана текущая страница таблицы.

Таблица для шаблона S2D (справа) содержит колонки: номер измерительной установки в шаблоне, 4 колонки с номерами питающих (A, B) и измерительных (M, N) электродов. Если в качестве номера для электродов B или N установлен знак “∞”, их коммутация осуществляется через соответствующие разъёмы на панели прибора (B<sub>/∞</sub> и N<sub>/∞</sub>). Справа от индикатора заряда батареи показана текущая страница таблицы.

### Управление

- ↑ / ↓ переход к предыдущей / следующей странице
- Esc выход в предыдущее меню

### Sequence – Make (Создание шаблона)

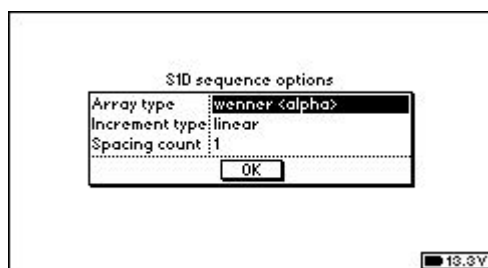


В этом меню можно выбрать тип создаваемого шаблона. S1D используется для работы в режиме Manual, а S2D – в режиме Automatic. Описание режимов работы находится в разделе “Режимы работы”.

#### Управление

↑ / ↓ перемещение указателя вверх / вниз  
Enter выбор текущего пункта меню  
Esc выход в главное меню

#### *Sequence – Make – S1D (Создание шаблона S1D)*

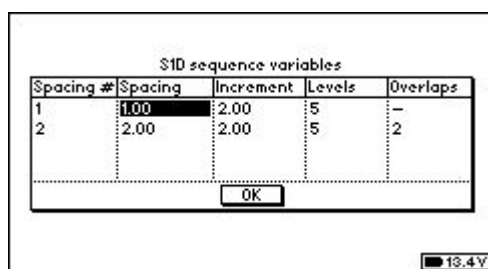


Это первый из экранов с настройками создаваемого шаблона S1D. Все параметры устанавливаются при помощи циклического переключения. Для перехода в следующее меню нужно установить курсор на кнопку ОК и нажать Enter.

#### Управление

↑ / ↓ перемещение указателя вверх / вниз  
← / → циклическая установка значения  
Esc выход в предыдущее меню

#### *Sequence – Make – S1D – OK (Продолжение создания шаблона S1D)*

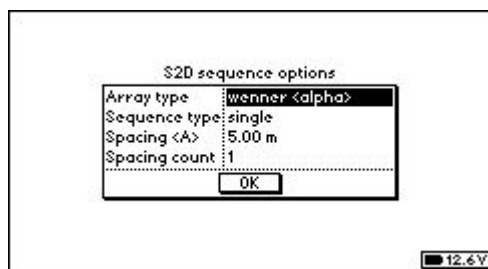


Это второй из экранов с настройками создаваемого шаблона S1D. Все параметры устанавливаются набором на клавиатуре. Установка курсора на кнопку ОК и нажатие клавиши Enter приведёт к запросу имени создаваемого файла (см. *Enter file name*) и выходу в главное меню. Файл будет сохранён в каталоге /seq/s1d. Созданный шаблон можно посмотреть в меню *Sequence – View – S1D*.

#### Управление

↑ / ↓ перемещение указателя по таблице по вертикали  
← / → перемещение указателя по таблице по горизонтали / перемещение курсора набора  
Enter установка значения / подтверждение изменений (не работает с недопустимыми значениями)  
Esc выход в предыдущее меню  
0..9 набор значений

## Sequence – Make – S2D (Создание шаблона S2D)

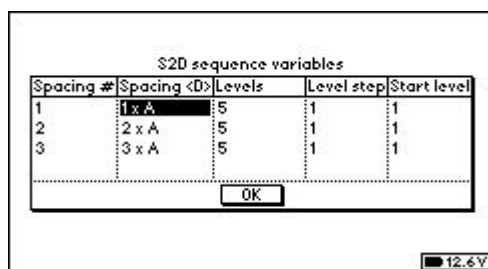


Это первый из экранов с настройками создаваемого шаблона S2D. Часть параметров (Array type, Sequence type, MN count) устанавливается при помощи циклического переключения, а другая (Spacing <a>, First electrode) требует цифрового набора на клавиатуре. Для перехода в следующее меню нужно установить курсор на кнопку ОК и нажать Enter.

### Управление

- ↑ / ↓ перемещение указателя вверх / вниз
- ← / → циклическая установка значения / перемещение курсора при цифровом наборе
- Enter установка значения / подтверждение изменений (не работает с недопустимыми значениями)
- Esc выход в предыдущее меню
- 0..9 набор значений

## Sequence – Make – S2D – OK (Продолжение создания шаблона S2D)

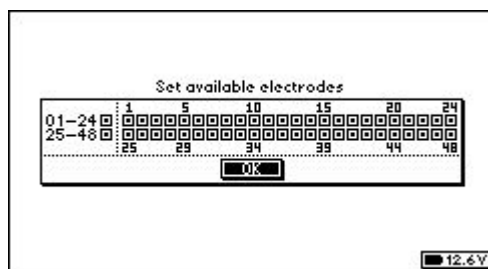


Это второй из экранов с настройками создаваемого файла шаблонов S2D. Все параметры на этом экране набираются на клавиатуре. Для перехода в следующее меню нужно установить курсор на кнопку ОК и нажать Enter.

### Управление

- ↑ / ↓ перемещение указателя по таблице по вертикали
- ← / → перемещение указателя по таблице по горизонтали
- Enter установка значения / подтверждение изменений (не работает с недопустимыми значениями)
- Esc выход в предыдущее меню
- 0..9 набор значений

## Sequence – Make – S2D – OK – OK (Дальнейшее продолжение создания шаблона S2D)



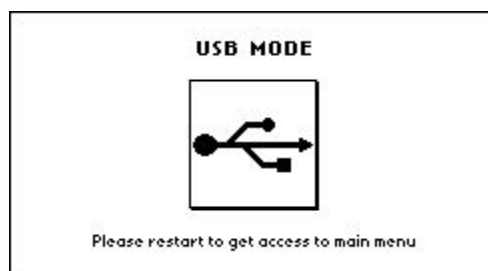
В данном меню предлагается выбрать используемые электроды для создаваемого файла S2D. Интерфейс позволяет включать и отключать как отдельные электроды, так и кабели. Установка курсора на кнопку ОК и нажатие клавиши Enter приведёт к запросу имени создаваемого файла (см. *Enter file name*) и выходу в главное меню. Файл будет сохранён в каталоге /seq/s2d. Созданный шаблон можно посмотреть в меню *Sequence – View – S2D*. Если вместо выхода в главное меню возникло сообщение “Empty sequence. Please check S2D parameters” и произошло возвращение к исходному меню, это означает, что заданным настройкам не соответствует ни одна измерительная установка.

### Управление

↑ / ↓	перемещение указателя по схеме по вертикали
← / →	перемещение указателя по схеме по горизонтали
Enter	включение / отключение электрода или кабеля
Esc	выход в предыдущее меню

## 12.5 Меню System (Системное)

### System – USB (Синхронизация прибора с компьютером через USB)

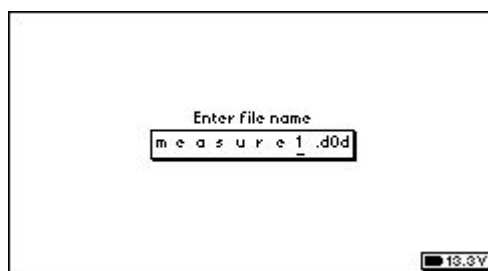


Для синхронизации необходимо соединить прибор с компьютером при помощи USB—кабеля (входит в комплект аппаратуры). Внутренняя память прибора распознаётся как внешний накопитель. Структура каталогов внутренней памяти прибора описана в разделе “*Структура каталогов аппаратуры “СКАЛА 48”*”. Для дальнейшей работы с прибором требуется перезагрузка (выключение и включение).

## 12.6 Вспомогательные меню

### Enter file name (Ввод имени файла)

Это меню используется для набора имени создаваемого файла. Доступными символами являются 26 букв латинского алфавита в нижнем регистре и цифры от 0 до 9 включительно. Если файл с указанным именем существует, система предложит перезаписать его или ввести новое имя.



#### **Управление**

- ← / →            перемещение курсора влево / вправо
- Enter            подтверждение имени файла
- Esc              возврат в предыдущее меню
- Delete          удаление символа (работает только в конце строки)
- 0..9             циклическое переключение допустимых символов, присутствующих на нажимаемой клавише

#### ***Are you sure you want to exit? (Подтверждение выхода)***

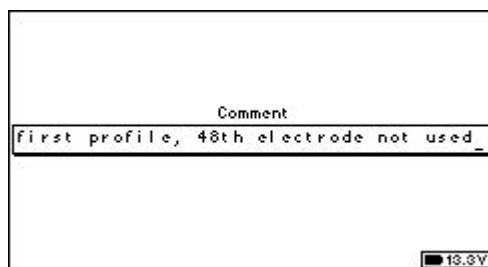


Данное меню используется для подтверждения завершения работы. В случае отрицания произойдёт возврат к работе. При утвердительном ответе система предложит написать комментарий (см. *Comment*) к файлу, работа с которым завершается.

#### **Управление**

- ← / →            перемещение курсора влево / вправо
- Enter            подтверждение выбора

#### ***Comment (Комментарий)***



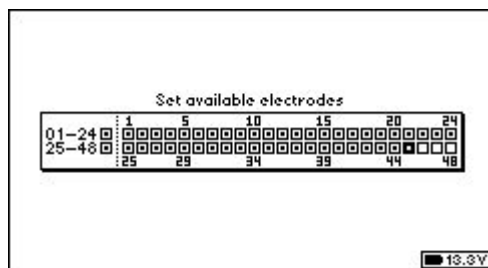
Используется для добавления комментария к файлам данных. Доступными символами являются 26 букв английского алфавита в нижнем регистре, пробел и цифры от 0 до 9 включительно.

#### **Управление (продолжение на следующей странице)**

- ← / →            перемещение курсора влево / вправо
- Enter            сохранение комментария и выход в главное меню
- Delete          удаление символа

0..9 циклическое переключение допустимых символов, присутствующих на нажимаемой клавише  
, запятая

### Set available electrodes (Установка используемых электродов)

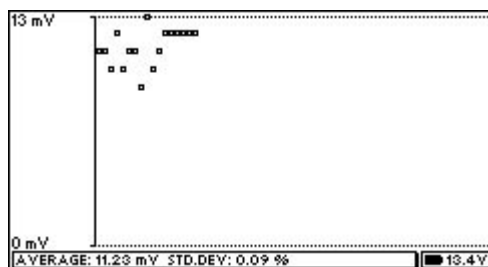


Это меню используется для включения и отключения электродов и кабелей при работе в режиме Automatic. Измерительные установки, в состав которых входят отключённые электроды, будут пропускаться в процессе работы. По умолчанию используются оба кабеля со всеми электродами. Изменения сохраняются только на время текущей работы; при следующей работе в режиме Automatic будут восстановлены параметры по умолчанию, даже если работа ведётся с тем же файлом данных.

#### Управление

↑ / ↓ перемещение указателя по схеме по горизонтали  
← / → перемещение указателя по схеме по вертикали  
Enter включение / отключение электрода или кабеля  
Esc сохранение изменений и возврат к работе

### Oscilloscope (Осциллограф)

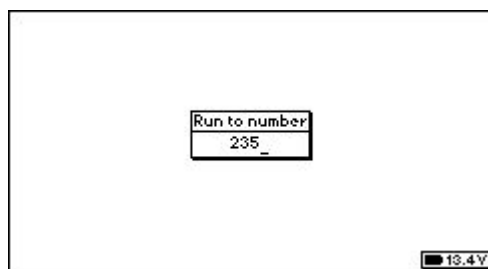


Этот инструмент предназначен для проверки уровня шума в приёмной линии. Для режимов работы Instant и Manual приёмной линией является совокупность разъёмов M и N на панели прибора, а для режима Automatic и проверки заземления, кроме того, соответствующие каналы коммутатора. Например, если указатель в режиме проверки заземления установлен в положение с номерами 5 и 6, то приёмной линией являются разъёмы M, N на приборной панели и электроды 5 и 6 многоэлектродного кабеля. В левом нижнем углу отображаются статистические характеристики измерений: среднее значение (мВ) и относительное отклонение (%). Результат первого измерения принимается за нулевой уровень и вычитается из следующих измерений.

#### Управление

Enter возврат к работе (удерживать клавишу)

### Run to number (Установить указатель на номер)

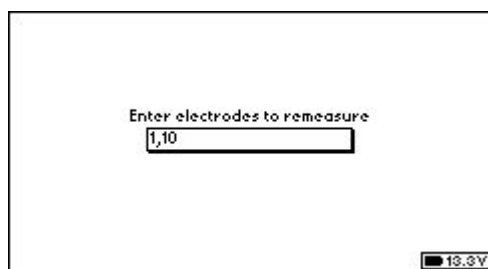


Чтобы при работе быстро устанавливать указатель текущего измерения на нужную позицию, можно вводить её номер в этом окне. Значения, выходящие за пределы допустимых, будут приводиться к граничным значениям.

#### Управление

Enter	подтверждение набора
Esc	отмена
Delete	удаление последней цифры
0...9	ввод числа

### Enter electrodes to remeasure (Повторное измерение для выборочных электродов)



Это меню позволяет в режиме Automatic повторно сделать измерения для отдельных электродов, номера которых предлагается перечислить через запятую. После того, как выбор подтверждён, указатель текущего измерения установится на первый номер, и сразу же запустится измерение. Те измерения, в которых перечисленные электроды не принимают участия, будут пропускаться. При завершении процедуры будет показано сообщение "Remeasure of broken electrodes completed". Процесс можно приостановить так же, как это происходит при обычной работе, однако для того, чтобы вернуться в обычный режим, нужно сделать одно из двух:

- Запустить измерение и дождаться конца процедуры.
- Снова войти в "Enter electrodes to remeasure" и, стерев все записи, подтвердить ввод.

#### Управление

Enter	подтверждение набора
Esc	отмена
Delete	удаление последней цифры
0...9	ввод числа
,	запятая

## 12.7 Предупреждения

Чтобы избежать проблем, связанных с использованием аппаратуры, настоятельно не рекомендуется:

- Удалять или изменять файлы каталога /etc. Если это произошло, можно восстановить его содержимое из резервной копии на компакт-диске (см. “Компакт-диск”).
- Использовать для имен файлов символы, отличные от 26 букв английского алфавита (в любом регистре), символа подчёркивания “\_” и цифр от 0 до 9 включительно. Другие символы, включая пробел, не допускаются. Имя файла без расширения должно составлять не более 8 символов.

### — 13. НА ЧТО СЛЕДУЕТ ОБРАЩАТЬ ВНИМАНИЕ ПРИ РАБОТЕ —

Перед запуском измерения обязательной процедурой является проверка заземлений электродов. Следует добиться плавного изменения величин сопротивлений при переходе от одной пары электродов к другой. Например, если получены сопротивления 0.254, 0.342, 0.988, 0.879, 0.396 кОм, нужно попытаться уменьшить значения 0.988 и 0.879, хотя они удовлетворяют признаку хорошего заземления, как описано в соответствующем разделе инструкции.

Особое внимание требуется, если используются измерительные установки с удалёнными на бесконечность электродами (прямая или обратная трёхэлектродная, двухэлектродная). Отключите, например, 24-й электрод от кабеля, вместо него подключите провод удалённого электрода и проверьте пару электродов 23-24 или 24-25 (если они заземлены). Критерий хорошего заземления такой же, как и для электродов на кабеле. Если используется двухэлектродная установка, сначала проверьте удалённый питающий, а затем удалённый измерительный.

Во время работы следует наблюдать за получаемыми данными. Если значения тока  $I$  [mA] оказываются менее 1.0 мА, ток в питающей цепи отсутствует. Вероятно, это может быть обрывом питающей линии. Аналогично для значений напряжения  $U$  [mV], величины менее 1.0 мВ считаются отсутствием входного сигнала. Ток должен составлять хотя бы 20 мА, а напряжение 10 мВ для обеспечения заведомо качественных данных.

Признаком качественных данных являются малые значения (менее 1.0 %) относительного стандартного отклонения  $Q$  [%]. Значения до 5.0 % также считаются приемлемыми. Если же величины  $Q$  систематически составляют 10.0 % и более, следует проверить значения тока и напряжения на предмет правдоподобности, а также остановить измерения и изучить влияние настроек измерения (мощность источника, минимальное и максимальное число накоплений) на получаемые данные. Помните, что для одного накопления относительное стандартное отклонение не определено, т. е. в колонке  $Q$  [%] будет записано нулевое значение.

Также нельзя забывать о батарее. Разряженная батарея не только является причиной бракованных данных, но может и повредить прибор при длительном использовании. Не используйте батарею, если её заряд упал ниже 11.5 В. Чтобы обеспечить длительную работу без подзарядки аккумулятора, используйте аккумулятор большой ёмкости (60 А·ч и более). От внутреннего аккумулятора работать не рекомендуется ввиду небольшой ёмкости (7 А·ч).

Помните: чем большее значение мощности источника выставлено в меню настроек измерения, тем быстрее будет расходоваться заряд аккумулятора. Величины тока  $I$  [mA] более 700 мА и/или напряжения более 5000 мВ являются поводом снизить мощность источника.

## — 14. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ИСПЫТАНИЙ —

Настоящий раздел устанавливает методы и средства периодического контроля аппаратуры “СКАЛА 48”, находящейся в эксплуатации, на хранении и ремонте. Периодичность контроля устанавливается предприятием, использующим аппаратуру, с учётом условий и интенсивности её эксплуатации, но не реже одного раза в год.

### 14.1 Условия контроля и подготовка к нему

При выполнении контроля должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $293 \pm 5 \text{ K}$  ( $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ).
- относительная влажность воздуха  $65 \pm 15 \%$ .
- атмосферное давление окружающего воздуха  $100 \pm 4 \text{ кН/м}^2$ .
- напряжение внутреннего аккумулятора не менее 12.5 В.

Перед процедурой контроля выполняется внешний осмотр прибора, при котором устанавливается соответствие комплектности, маркировки, дефектов покрытий прибора и его составных частей, при наличии которых не может быть допущено применение прибора и т. д. Перед выполнением проверки прибор должен быть прогрет в течение 10 минут.

### 14.2 Выполнение контроля

Выполнение контроля осуществляется при помощи устройств двух типов У-1 и У-2:

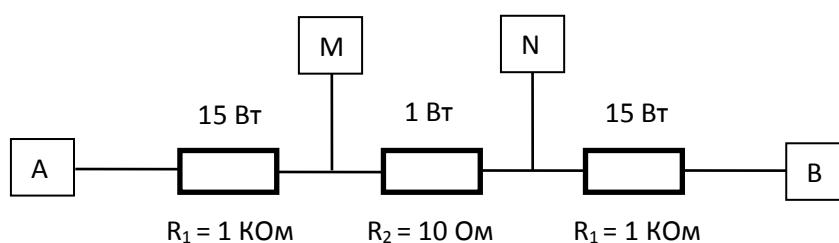
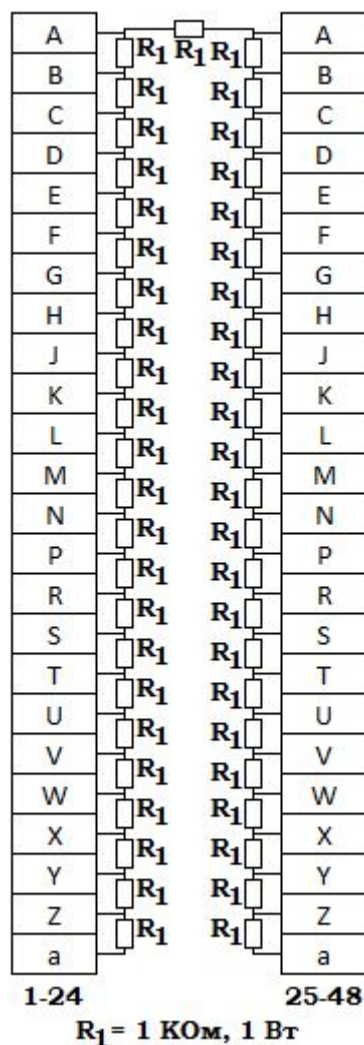


Схема У-1



**Схема У-2**

У-1 в соответствии с маркировками разъёмов подключается к разъёмам “А”, “В”, “М”, “N”. Прибор включается, переводится в режим работы “Instant [0D]” (“Start” – “Start” – “Instant [0D]”). В этом режиме выполняются измерения электрического сопротивления  $R_2$  с настройками измерений, указанными в таблице:

<b>Standard deviation [%]</b>	<b>Minimum stacking</b>	<b>Maximum stacking</b>	<b>Induced polarization [ms]</b>	<b>Transmitter power [%]</b>
1	3	3	disabled	1
1	3	3	disabled	5
1	3	3	disabled	10
1	3	3	disabled	14
1	3	3	disabled	19
1	3	3	disabled	24
1	3	3	disabled	29
1	3	3	disabled	33

Полученные в результате измерений значения сопротивлений должны соответствовать номинальным значениям с учётом допусков резисторов У-1. Прибор выключается, У-1 отключается от разъёмов.

У-2 в соответствии с маркировками разъёмов подключается к разъёмам “1-24” и “25-48”. Прибор включается, переводится в режим проверки сопротивлений заземления (“Start” – “Check” – “Resistance”) и запускается.

Полученные в результате измерений значения сопротивлений должны соответствовать номинальным значениям с учётом допусков резисторов У-2. Прибор выключается, У-2 отключается от разъёмов.

**— 15. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ —**

О замеченных ошибках и несоответствиях в инструкции по эксплуатации, в работе аппаратуры “СКАЛА 48” и программы SibER TOOLS, а также вопросы, предложения, пожелания и отзывы просим сообщать по адресу:

**[info@sibergeo.ru](mailto:info@sibergeo.ru)**

Команда разработчиков аппаратуры “СКАЛА 48”

Аппаратура “СКАЛА 48” разработана в ИНСТИТУТЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИМ. А. А. ТРОФИМУКА (Россия, г. Новосибирск). Экземпляр аппаратуры изготовлен ООО “Конструкторское Бюро Электрометрии”. Аппаратура соответствует техническим условиям и признана годной для эксплуатации. Прибор не содержит драгоценных металлов.

Серийный номер прибора \_\_\_\_\_

Дата выпуска \_\_\_\_\_

***Представитель ООО “Конструкторское Бюро Электрометрии”:***

Ф. И. О. \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

М. П.

Подпись \_\_\_\_\_

***Представитель продавца:***

Ф. И. О. \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

М. П.

Подпись \_\_\_\_\_