

УТВЕРЖДЕН  
ИУСЕ. 416641.003 РЭ-ЛУ

**СТАНЦИЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНАЯ**

**«ОМЕГА-ХМ»**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**ИТЛЯ.416641.003 РЭ**

Раменское

2015г.

Руководство по эксплуатации ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНОЙ СТАНЦИИ "ОМЕГА-ХМ", далее именуемой Станцией, предназначено для пользователей, работающих со Станцией. Руководство содержит подробное описание органов управления и индикации и режимов работы Станции, достаточное и необходимое для проведения конкретных работ.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Основные сведения.....	4
2 Описание и работа .....	5
2.1 Назначение.....	5
2.2 Состав.....	5
2.3 Условия эксплуатации .....	6
2.4 Технические характеристики Станции .....	6
2.5 Принцип действия и устройство Станции.....	8
2.6 Маркировка и пломбирование .....	10
2.7 Упаковка.....	10
3 Использование по назначению. ....	<u>11</u>
3.1 Подготовка и тестирование аппаратуры .....	11
3.2 Подготовка к полевым работам.....	14
3.3 Выполнение измерений.....	19
4 Хранение.....	27
5 Транспортирование.....	27

## 1 Основные сведения

- 1.1 Наименование изделия Станция электроразведочная.
- 1.2 Обозначение ОМЕГА-ХМ.
- 1.3 Заводской № \_\_\_\_\_
- 1.4 Дата изготовления « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.
- 1.5 Изготовитель ООО «НПО ЛОГИС», 140104, Московская обл., г. Раменское, ул. 100-й Свирской дивизии, д.11., Тел./факс +7(495)2217558, e-mail: logiskor@yandex.ru, web: <http://www.logsys.ru>

## 2 Описание и работа

### 2.1 Назначение

Станция электроразведочная «Омега-ХМ» предназначена для выполнения наземных и акваторных электроразведочных наблюдений методами сопротивлений и вызванной поляризации в варианте электрической томографии

С его использованием решаются задачи:

- геологического картирования (определение геологического строения среды и литологического состава пород)
- поиска и разведки месторождений полезных ископаемых (подземных вод, строительных материалов, угольных и рудных месторождений и др.;
- инженерной геологии (исследование состояния грунтов, изучение зон развития опасных геологических процессов и т.д.)
- гидрогеологии;
- геоэкологии (выявление зон загрязнения нефтепродуктами и другими органическими веществами)
- геокриологии (картирование и определение глубины залегания многолетнемерзлых пород, изучение динамики промерзания/оттаивания и др.)
- археологии
- технической геофизики.

### 2.2 Состав

В состав Станции входят следующие устройства:

- 2.2.1 Регистратор электроразведочный «ОМЕГА-48М» ИТЛЯ.416643.001 (в дальнейшем Регистратор);
- 2.2.2 блок питания БП12/24 ИТЛЯ.436704.010;
- 2.2.3 устройство зарядное ЗУ12/24 ИТЛЯ.436241.011;
- 2.2.4 преобразователь напряжения ПН-12/24 ИТЛЯ.436634.005;
- 2.2.5 коммутатор электроразведочный ИТЛЯ.465229.005 (в дальнейшем Коммутатор; наличие определяется при работе с более чем 48-ми электродами по согласованию с заказчиком);
- 2.2.6 антенна модуля GPS-приемника Condor C2626;
- 2.2.7 электрод ИТЛЯ.468517.002 (количество – 48,72 или 96 определяется заказчиком);
- 2.2.8 штекер ВР-214 (тип банана);
- 2.2.9 коса электроразведочная ИТЛЯ.685623.043 (количество – 2,3 или 4; шаг между электродами – 1м, 2м, 5м,10м определяется заказчиком);
- 2.2.10 кабель электродный ИТЛЯ.685621.310 (количество кабелей определяется количеством электродов станции);
- 2.2.11 кабель порта «Ethernet» ИТЛЯ.685621.089-01;
- 2.2.12 Кабель питания ИТЛЯ.685621.307;
- 2.2.13 Кабель питания ИТЛЯ.685621.308 (для подключения преобразователя напряжения к внешней аккумуляторной батарее +12В);
- 2.2.14 кабель коммутации ИТЛЯ.685623.044 (наличие 2-х кабелей определяется наличием в станции коммутатора электроразведочного ИТЛЯ.465229.005 по согласованию с заказчиком);

- 2.2.15 кабель связи ИТЛЯ.685621.309 (наличие определяется наличием в станции коммутатора электроразведочного ИТЛЯ.465229.005 по согласованию с заказчиком);
- 2.2.16 прибор проверки электроразведочной косы (в комплект поставки не входит, наличие определяется по согласованию с заказчиком).
- 2.2.17 прибор проверки регистратора электроразведочного (в комплект поставки не входит, наличие определяется по согласованию с заказчиком).

### 2.3 Условия эксплуатации

В Таблице 1 приведены условия эксплуатации Станции.

Таблица 1.

№пп	Характеристика	Размерность	Значение
1	температура окружающей среды	°С	-40 ... 55
2	атмосферное давление	кПа	84 ... 107
3	относительная влажность при температуре окружающего воздуха 25 °С	%	20 ... 95
4	герметичность		IP 66
5	вибропрочность при воздействии синусоидальной вибрации с параметрами:		
	-частота	Гц	10 ... 55
	-амплитуда смещения	мм	0.15
6	ударопрочность при воздействии механических ударов:		
	-многократных (длительностью до 50 мс)	м/с <sup>2</sup>	10
	-одиночных (длительностью до 30 мс)	м/с <sup>2</sup>	30

### 2.4 Технические характеристики Станции

В таблице 2 приведен перечень технических характеристик Станции.

Таблица 2.

№пп	Характеристика	Размерность	Значение
1	Количество электродов в косе	шт.	48, 72, 96
2	Количество одновременно работающих гальванически развязанных приемных каналов	шт.	1...10
3	Пара приемных электродов, коммутируемая на каждый приемный канал	порядок	произвольный
4	Пара питающих электродов	порядок	произвольный, в

			том числе за пределами косы
5	Шаг между электродами	м	1, 2, 3, 5, 10
6	Форма сигнала, формируемая генератором тока		меандр или разнополярные импульсы с паузами
7	Длительность импульсов тока	сек	0,2...100
8	Длительность пауз между импульсами тока	сек	0,2...100
9	Выходное напряжение генератора	В	1...500
10	Точность измерения тока генератора	%	±1
11	Выходной ток генератора	А	0,001...2 (1В...125В); 0,001...0,5 (126В...500В).
12	Максимальная выходная мощность	Вт	250
13	Входное сопротивление приемного канала	МОм	44
14	Диапазон синфазного сигнала на входах приемного канала	В	-15В...15 В
15	Частота квантования АЦП	Гц	1000
16	Диапазон частот по уровню -3дБ	Гц	0...450
17	Эффективное напряжение шума приемного канала приведенный ко входу, не хуже	мкВ	1
18	Мгновенный динамический диапазон измерений приемного канала	дБ	120
19	Коэффициент усиления приемного канала		1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64
20	Автоматическая регулировка усиления приемного канала (АРУ)		есть (независимая для каждого канала)
21	Подавление синфазного сигнала, не менее	дБ	100
22	Мощность, потребляемая Станцией при холостом ходе, не более	Вт	15
23	Мощность, потребляемая Станцией при максимальной нагрузке, не более	Вт	300
24	Ёмкость источника питания БП-12/24	А*ч	12

25	Габаритные размеры Регистратора «ОМЕГА-48М»	мм	420x220x340
26	Вес Регистратора «ОМЕГА-48М»	кг	11
27	Габаритные размеры Коммутатора	мм	420x220x340
28	Вес Регистратора Коммутатора	кг	
29	Габаритные размеры источника питания БП24	мм	280x250x170
30	Вес источника питания БП12/24	кг	10
31	Срок службы	лет	10
32	Средняя наработка на отказ	ч	35000
33	Гарантийный срок эксплуатации	месяцев	18

## **2.5 Принцип действия и устройство Станции «ОМЕГА-ХМ»**

Станция «Омега-ХМ» выполняет:

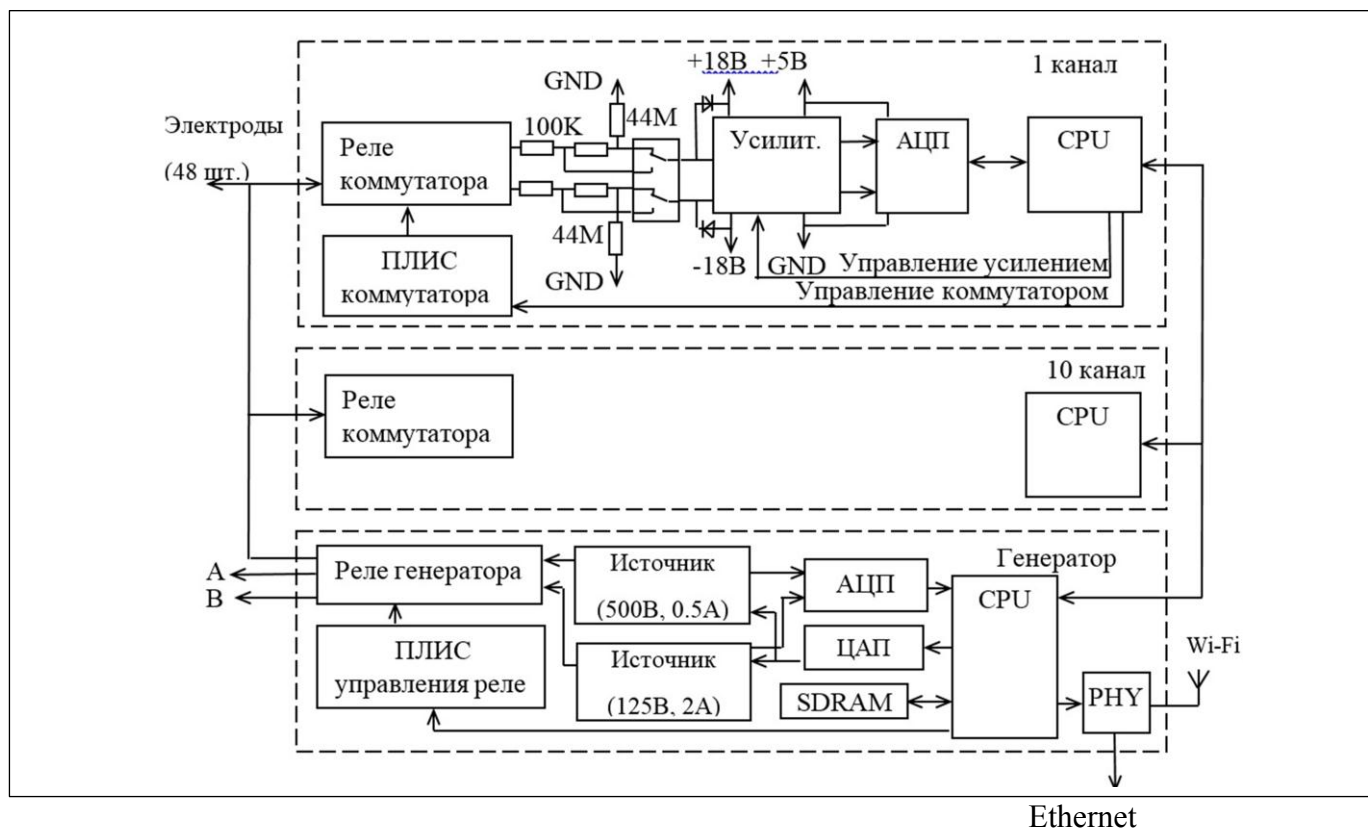
- измерение переходных сопротивлений электродов после их заземления;
- коммутацию питающих и приемных электродов в косе;
- возбуждение электрического тока (напряжения) в питающих линиях электроразведочных установок, измерения и запись мгновенных значений выходного тока и напряжения генератора;
- измерение и регистрация мгновенных значений разницы электрических потенциалов в приемных линиях электроразведочных установок (до 10 каналов одновременно).

Программа управления Станцией Omega-48M.exe управляет работой станции «Омега-ХМ». Связь между станцией и ноутбуком осуществляется через порт «Ethernet 100Base-T» или Wi-Fi ноутбука. Программа «Omega-48M» работает под операционной системой «Windows» и позволяет:

- загружать протокол подключения электродов,
- устанавливать параметры аппаратуры (длительность пропускания тока, длительность пауз между импульсами тока, количество накоплений и др.),
- выбирать текущий режим работы станции (работа по протоколу, прозвон косы и др.),
- управлять коммутацией приемных и питающих электродов,
- просматривать результаты и проверять работу станции,
- записывать результаты измерений в файл.

Упрощенная структурная схема Регистратора «Омега-48М» приведена на рис. 1.





**Рис. 1 Структурная схема Регистратора «Омега-48М».**

Основными узлами станции являются генератор, многоканальный измеритель напряжения со встроенными коммутаторами приемных линий и коммутатор питающих линий, а также адаптер, управляющий всеми процессорами Регистратора и осуществляющий связь с внешним ПЭВМ. Питание всех узлов станции осуществляется от блока питания 24В, при этом генератор питается непосредственно от блока питания, а каждый измеритель через собственный гальванически развязанный преобразователь напряжения.

Генератор создает на нагрузке прямоугольные импульсы напряжения положительной и отрицательной полярности, в том числе с паузой между импульсами противоположной полярности. Генератор состоит из 2-х преобразователей напряжения, формирователя импульсов и измерителей тока и напряжения. Преобразователи напряжения выполняет трансформацию входного постоянного напряжения 24В в выходное постоянное напряжение: 1...125В (при токе до 2А) и 126...500В (при токе до 0,5А). Из этого напряжения формируются импульсы требуемой частоты и скважности. Измерение выходного тока и напряжения генератора выполняется с помощью 24-х разрядных АЦП. Выход генератора подключен к входу коммутатора питающих линий и параллельно к клеммам А и В на панели станции. Управление коммутатором осуществляется процессором адаптера. Коммутатор питающих линий выполняет подключение любых из 48-ми электродов (А, В) к выходу генератора. Коммутаторы приемных линий выполняют подключение любых (М, N) из 48-ми электродов к входам каждого из 10 каналов (за исключением электродов, подключенных к линиям А, В). Коммутация осуществляется с помощью реле измерительных каналов. Каждый измерительный канал выполняет компенсацию постоянной составляющей, усиление, фильтрацию и аналогово-цифровое преобразование сигналов. Аналогово-цифровое преобразование выполняется с помощью сигма-дельта АЦП с частотой дискретизации 1000 Гц, 24 разряда. Обработанная информация с 10-ти измерительных каналов поступает на процессор адаптера и далее через интерфейс “ETHERNET 100Base-T” или радиointерфейс “Wi-Fi” на управляющий компьютер, планшетный компьютер или смартфон. В случае использования Регистратора электроразведочного «ОМЕГА-48М» ИТЛЯ.416643.001-01 со

встроенным блоком управления Станцией информация также передается на встроенный блок управления Станцией.

Присоединение двух электроразведочных кос к Регистратору выполняется с помощью двух разъемов типа СНЦ23. Через каждую косу подключается 24 электрода.

В цепь питания генератора последовательно включен аварийный выключатель, смонтированный на передней панели станции. Приведение его в действие полностью отключает питание генератора.

Работа Станции «Омега-48М» происходит следующим образом. Управляющая программа «Омега-48М» пересылает в станцию параметры работы. В соответствии с этими параметрами на генераторе устанавливается необходимое выходное напряжение, длительность импульса тока, длительность паузы тока, количество повторов. С помощью программы «Омега-48М» выбираются электроды А и В, к которым подключаются генератор, а также пары приемных электродов  $M_n$  и  $N_n$  для каждого из 10-ти измерительных каналов. После этого начинается процесс измерения. Генератор выдает в линию АВ ток, зависящий от выходного напряжения генератора, сопротивления среды и переходного сопротивления электродов. Сигналы с пар электродов  $M_n$  и  $N_n$  поступают в измерительные каналы, где усиливаются, фильтруются и преобразуются в цифровую форму. Одновременно из генератора в процессор адаптера через оптическую развязку поступают преобразованные в цифровую форму значения тока генератора. Процессор адаптера передает полученные данные в ПЭВМ (или встроенный блок управления), где они выводятся на экран и сохраняются для дальнейшей обработки.

## **2.6 Маркировка и пломбирование**

Маркирование Станции выполнено согласно конструкторской документации ИТЛЯ.416641.003 и включает в себя:

- товарный знак и наименование предприятия-изготовителя;
- тип датчика;
- обозначение направлений измерительных осей;
- заводской номер и год изготовления;
- знак утверждения типа

Способ и качество выполнения надписей и обозначений обеспечивают возможность их прочтения в течение срока службы приборов.

## **2.7 Упаковка**

Подготовленные к упаковке Станция и документация приняты отделом технического контроля (ОТК) предприятия-изготовителя.

Способ упаковки, подготовка к упаковке, первичная и транспортная тара, материалы, применяемые при упаковке, порядок размещения соответствуют чертежам предприятия-изготовителя. Приборы упакованы в коробки укладочные в соответствии с чертежами предприятия-изготовителя.

В транспортную тару вложен упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и обозначение поставляемых приборов, их количество;
- формуляр с указанием спецификации выходных цепей;
- дата упаковки;
- подпись или штамп ответственного за упаковку и штамп ОТК.

Упаковка обеспечивает сохранность Станции на весь период транспортирования в закрытых контейнерах и крытых вагонах, а также хранения у заказчика в складских помещениях в пределах гарантийного срока хранения.

## 3 Использование по назначению.

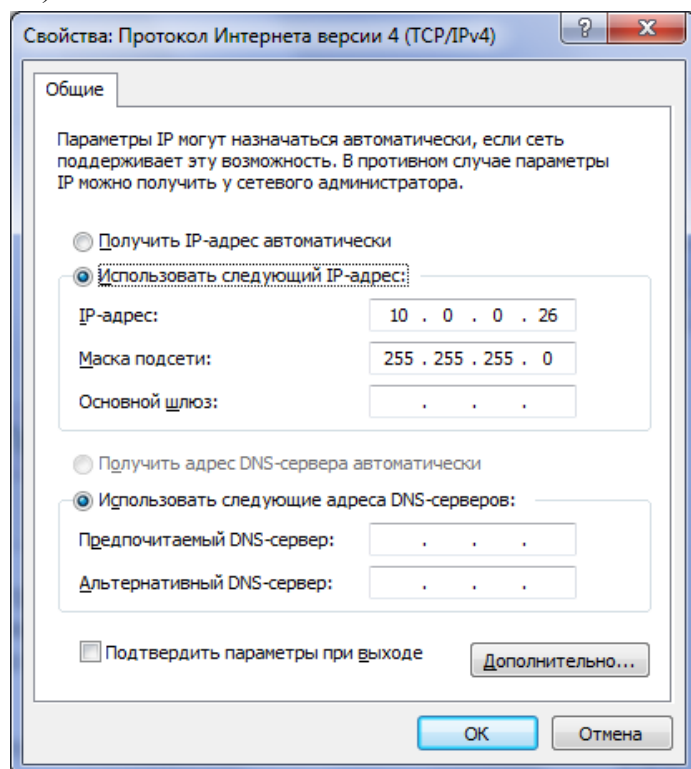
### 3.1 Подготовка и тестирование аппаратуры.

#### 3.1.1 Подготовка к работе.

Перед началом работ следует:

- проверить состояние станции, комплектность;
- подготовить необходимое количество аккумуляторов;
- проверить состояние блока питания и аккумуляторов;
- подготовить необходимое количество электродов и отводов;
- зачистить контакты электродов и кабелей электродных;
- зарядить аккумуляторы;
- выполнить тестирование электроразведочных кос;
- выполнить тестирование электроразведочной станции;
- подготовить инструмент и оборудование - молотки, кувалды, газовые ключи и пр.
- настроить сетевой адаптер внешней ПЭВМ по протоколу TCP/IPv4

Для этого в свойствах сетевого подключения активного адаптера ПЭВМ требуется задать статический IP-адрес ПЭВМ и маску подсети (Пуск -> Панель управления -> Сеть и Интернет -> Центр управления сетями и общим доступом -> Подключение по локальной сети (или Беспроводное сетевое соединение при соединении со Станции через Wi-Fi) -> Свойства -> Протокол Интернета версии 4(TCP/IPv4) -> Свойства). **Внимание!** IP-адрес, присваиваемый ПЭВМ должен соответствовать диапазону 10.0.0.2...10.0.0.254 (кроме 10.0.0.245 – IP-адрес Регистратора). При наличии на компьютере межсетевого экрана (нем. Brandmauer, англ. Firewall) необходимо проверить доступность порта 6770 для передачи данных. При соединении со Станцией через Wi-Fi необходимо выбрать сеть с названием Omega-48M. (64-битный WEP-ключ: 1234567890)



## Рис. 2. Сетевые настройки протокола Ethernet TCP/IP.

### 3.1.2 Тестирование электроразведочных кос.

Тестирование проводится для определения правильности распайки и контроля состояния разъемов, электроразведочной косы и кабелей электродных. Тестирование выполняется с помощью прибора проверки электроразведочной косы (рис. 3.).



Рис. 3. Прибор проверки электроразведочной косы.

Для проверки правильности распайки и контроля состояния разъемов и проводов электроразведочной косы необходимо:

- подключить разъемы электроразведочной косы к разъема XI, X2 прибора проверки электроразведочной косы
- подключить проверочный щуп к клемме «+3В» прибора проверки электроразведочной косы;
- подключить второй конец проверочного щупа к клемме «01», при этом должны загореться два одноименных диода «01» прибора проверки. Если загорелся один диод, то провод «01» косы электроразведочной имеет обрыв, если загорелись два разноименных диода, то провод «01» косы электроразведочной распаян неправильно или оборван;
- выполнить описанные действия для клемм 02...24 (номер клеммы соответствует номеру провода электроразведочной косы).

Для проверки правильности распайки и контроля состояния отводов электроразведочной косы необходимо:

- подключить разъемы электроразведочной косы к разъемам XI, X2 прибора проверки электроразведочной косы;
- подключить проверочный щуп к клемме «+3В» прибора проверки электроразведочной косы;
- подключить второй конец проверочного щупа к обеим сторонам отвода 01 электроразведочной косы, при этом должны загореться два диода «01» прибора проверки. Если номер диодов не соответствует номеру «01», то отвод распаян неправильно или сломан;
- выполнить описанные действия для отводов 02...24.

### 3.1.3 Порядок зарядки аккумуляторов блока питания БП24.



Рис. 4. Устройство зарядки 3У – 12/24.

#### Назначение:

Автоматическое зарядное устройство (Рис.4), предназначено для заряда аккумуляторных батарей блока питания БП – 12/24.


#### Особые свойства:

- процесс заряда контролируется микропроцессором.
- фаза тестирования перед началом процесса заряда позволяет выявлять неисправные батареи.
- защита от переплюсовки.
- величина заряда аккумуляторной батареи до начала заряда не имеет значения.
- наблюдение за состоянием заряжаемой батареи во время всего периода заряда.
- автоматическое переключение на режим trickle charge – заряд малым током, когда батарея уже будет заряжена.



#### Заряд аккумуляторов блока питания, порядок работы:

1) Подключите зарядное устройство к сети переменного тока (100~240В АС). Пока зарядное устройство проходит самопроверку, в течение нескольких секунд все светодиоды загорятся друг за другом. После загорится светодиод Standby, сигнализируя о готовности к началу зарядки;


2) Подключите разъем зарядного устройства к блоку питания;


3) Нажатием кнопки MODE переведите зарядное устройство в режим работы “SEALED”  ;

4) Выбранный режим зарядки будет блокирован в течение минуты для предотвращения заряда неверно выбранным режимом;

5) Во время зарядки будет гореть светодиод  . Когда батарея полностью зарядится, загорит светодиод  и зарядное устройство перейдет в режим поддерживающего заряда.

### Примечание:

-После выбора режима зарядки загорится светодиод  , зарядное устройство выполнит предварительную зарядку, как правило, светодиод погаснет через 10 секунд для обычных батарей;

-Если требуется восстанавливающая зарядка, то светодиод  будет гореть, пока аккумулятор перезаряжается, и перейдет к нормальной зарядке автоматически;

## Инструкция по технике безопасности при работе с зарядным устройством:

- Используйте зарядное устройство только для заряда аккумуляторов блоков питания БП 12/24;
- Используйте устройство только в помещении;
- Не включайте устройство в сеть в случае повреждения корпуса или вилки устройства;
- Отключайте устройство от сети, когда оно не используется.

### 3.2 Подготовка к полевым работам.

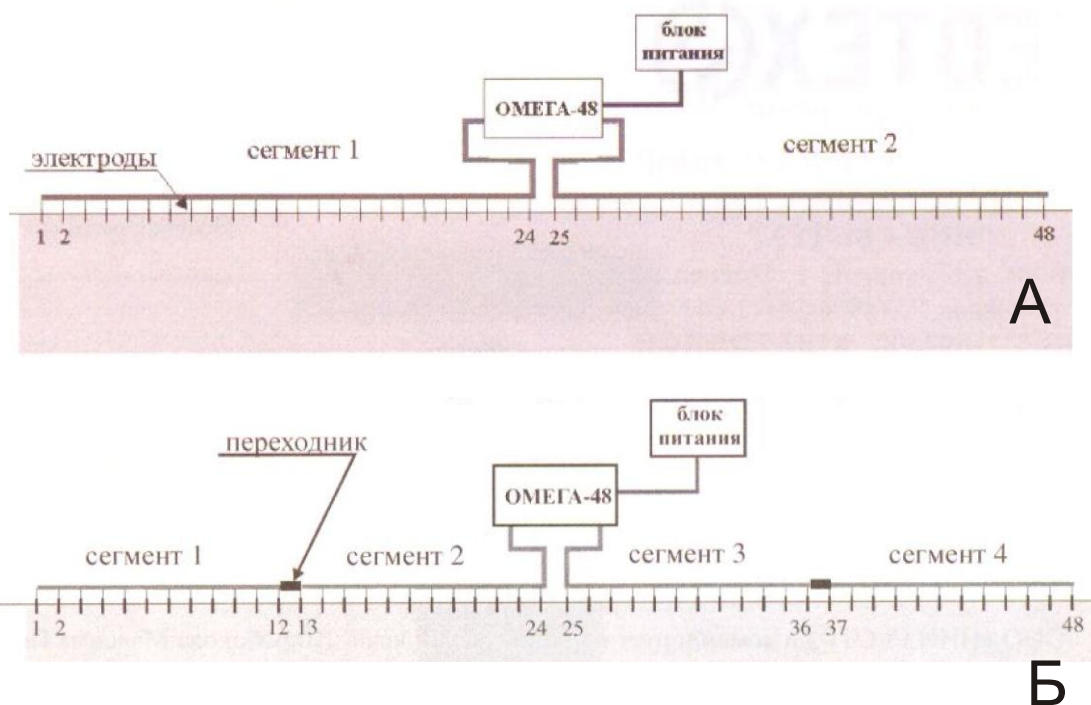
#### 3.2.1 Разбивка сети наблюдений и топографическое обеспечение

Полевые наблюдения методом электротомографии начинают с разметки и привязки сети наблюдений. Обязательно должны быть закреплены на местности точки начала и окончания профилей, точки начала и окончания каждой расстановки.

Точность определения относительных координат положений электродов должна быть не хуже 10% от шага между электродами. Точность определения высотного положения электродов должно быть не более 10% от расстояния между электродами в расстановке и отвечать требованиям точности вертикального масштаба отчетных разрезов. Профили, по возможности, должны быть прямыми.

#### 3.2.2 Подключение кос электроразведочных к Регистратору «ОМЕГА-48М».

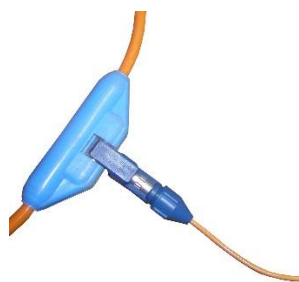
- Растяните в одну линию два сегмента (или 4 сегмента для шага между электродами 10 метров) электрической косы вдоль профиля наблюдений, причем сегменты должны располагаться в продолжение друг друга (рис.5).



**Рис. 5. Схемы подключения электроразведочных кос к Регистратору: А – подключение косы с шагом 2 или 5м, состоящей из 2-х сегментов; Б - подключение косы с шагом 10м, состоящей из 4-х сегментов**

- При помощи молотка или кувалды вбейте электроды в землю так, чтобы они располагались на одной линии и с равным расстоянием друг от друга. Необходимо обеспечить хороший электрический контакт между электродом и грунтом. Величина заглубления электродов не должна превышать  $(0,1a)$ , где  $a$  - расстояние между электродами в косе. Иначе электрод нельзя будет считать точечным.

- Подключите кабели электродные ( в дальнейшем Отводы) к косе (рис. 6.).



**Рис. 6. Крепление Отводов к косе**

- Прикрепите зажимами к электродам Отводы (рис.7)



**Рис. 7. Крепление Отводов к электродам**

- Поместите Регистратор «ОМЕГА-48М» между первым и вторым сегментами электроразведочной косы.

- Подключите сегменты косы к боковым разъемам станции, предварительно сняв защитные заглушки с разъемов станции и кос (рис. 8). Первый сегмент косы (электроды 1-24) подключается к левому разьему станции (1-24), а второй сегмент (электроды 25-48) к правому (25-48).

- Подключите между собой защитные заглушки разъемов станции и сегментов кос для защиты от пыли, травы, грязи и влаги.



**Рис. 8. Подключение разъемов косы к Регистратору.**

**Примечание.** При монтаже кос особое внимание следует уделять защите разъемов кос и Регистратора от пыли, травы, грязи и влаги. Необходимо всегда пользоваться защитными крышками. Поскольку расстояния между контактами разъемов составляет первые миллиметры, попадание влаги, травы и пр. в разъемы неизбежно приведет к короткому замыканию. При этом, результаты «измерений» будут неправильными, кроме того появляется вероятность повреждения разъема.

### **3.2.3 Подключение кабелей к регистратору «ОМЕГА-48М».**

- Откройте крышку Регистратора «Омега-48М» (рис.9) и подключите кабель «Ethernet» к разъему с маркировкой «Ethernet» на панели электроразведочной станции с одной стороны, и к сетевому входу «Ethernet» ноутбука с другой стороны (операция подключения не требуется при работе через Wi-Fi).

- Подключите блок питания БП-12/24 к Регистратору. Для этого присоедините кабель питания ИТЛЯ.685621.307 к разъему «XI» на блоке питания БП-12/24 и к разъему питания Регистратора, предварительно сняв с них защитные заглушки (рис. 10).







Рис. 9. Лицевая панель Регистратора «ОМЕГА-48М»

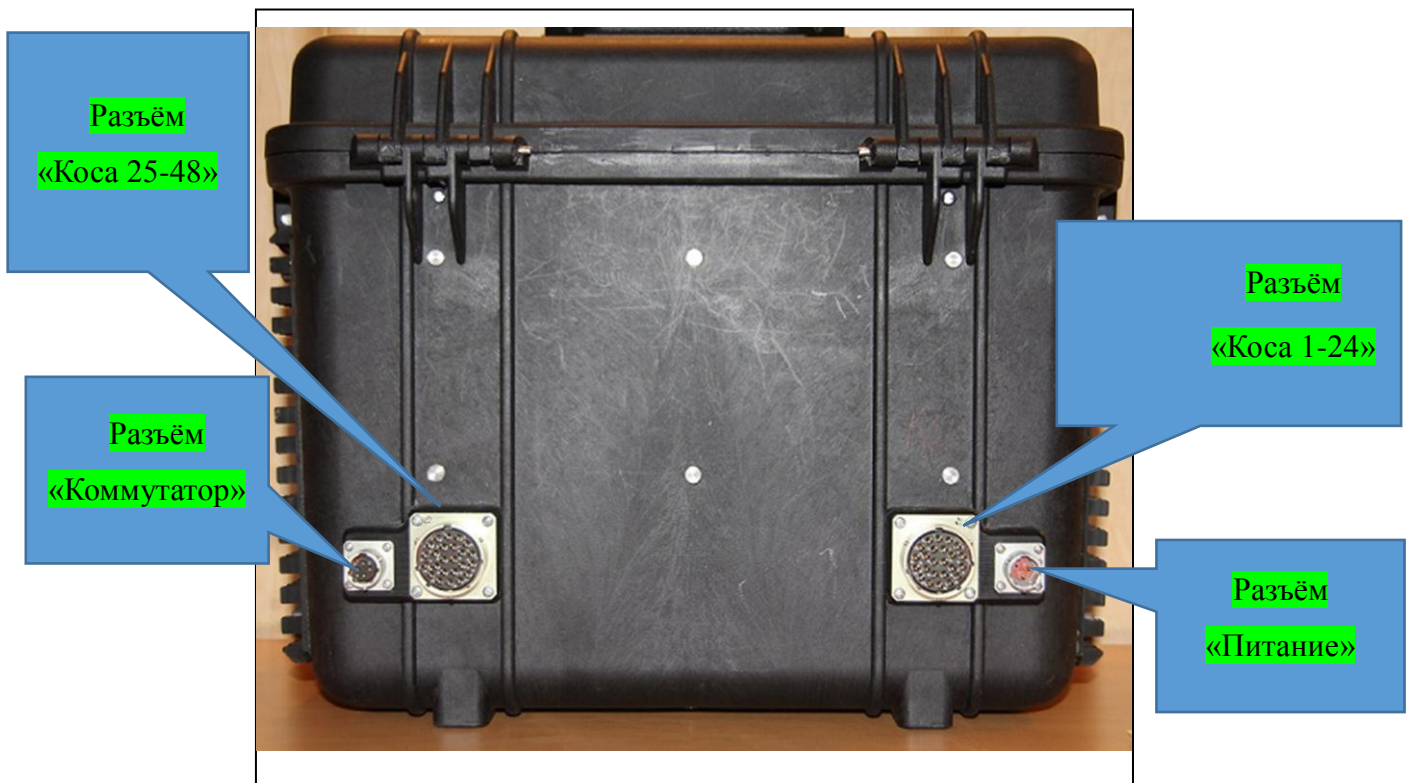
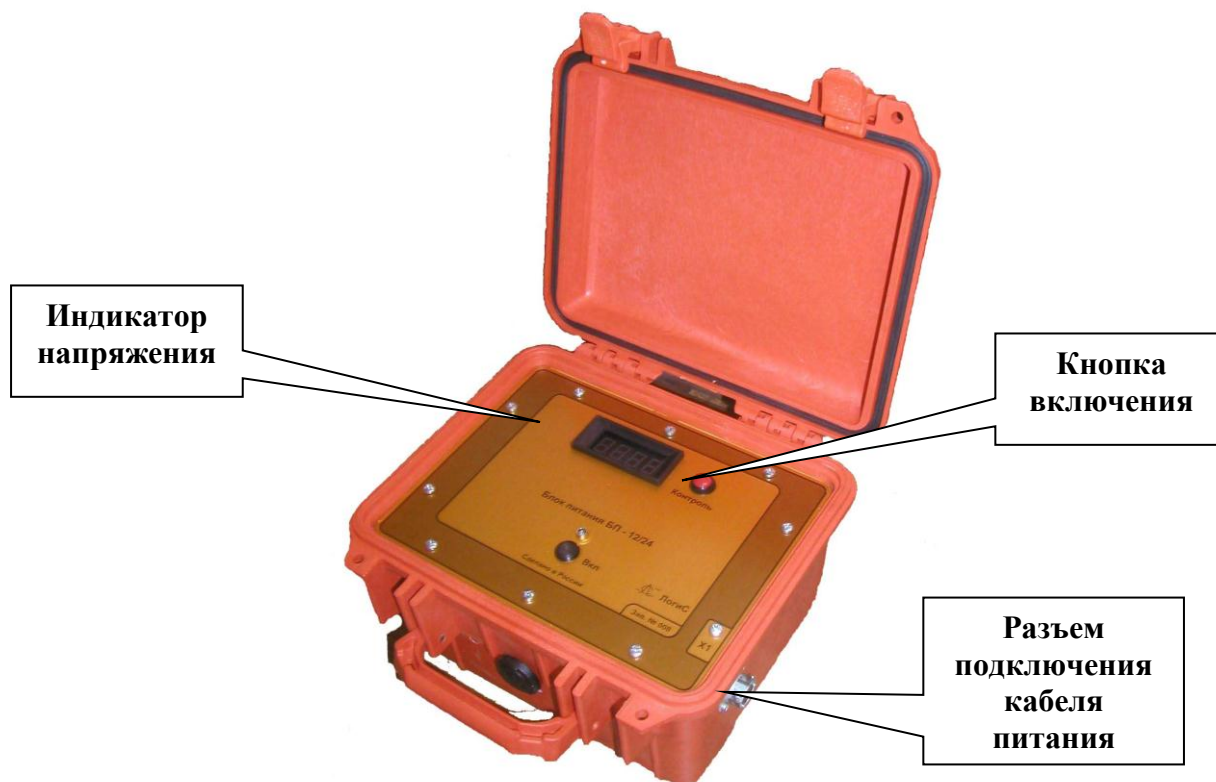


Рис. 10. Внешние разъемы Регистратора «ОМЕГА-48М».

- Откройте крышку на блоке питания БП-12/24 и включите его, нажав тумблер с маркировкой «Вкл». После этого включится цифровой индикатор, который показывает текущее напряжение на батарее (рис. 11). Полностью заряженные аккумуляторы блока питания имеют напряжение 25,6В. При достижении напряжения меньше 21,6В аккумуляторы полностью разряжены. Выполните действия, указанные в пп. 3.1.3. для того, чтобы зарядить аккумуляторы БП-12/24.



**Рис. 11. Блок питания БП-12/24.**

- При использовании ПН-12/24 ИТЛЯ.436634.005 и внешней аккумуляторной батареи 12В подключите, соблюдая полярность, красный зажим кабеля питания ИТЛЯ.685621.308 к положительной клемме аккумулятора, черный - к отрицательной клемме. Подключите кабель питания ИТЛЯ.685621.308 к разъёму «АКБ» преобразователя напряжения ПН-12/24. Присоедините кабель питания ИТЛЯ.685621.307 к разъёму питания Регистратора с одной стороны и к разъёму «ОМЕГА» преобразователя напряжения ПН-12/24 с другой.

- Включите электроразведочную станцию, повернув по часовой стрелке выключатель «Вкл». При этом звучит короткий звуковой сигнал и с интервалом в 0,1с периодически включаются светодиодные индикаторы «Контр.», «Генератор «Контр.»». При этом производится тестирование внутренних устройств Регистратора. После окончания тестирования светодиодные индикаторы «Контр.», «Генератор «Контр.»» включаются периодически с интервалом в 1с.

- Включите внешний ПК. Если внешний ПК подключен к Регистратору с помощью кабеля «ETHERNET», включается светодиодный индикатор «Линия». Иначе включите режим «Wi-Fi», нажав соответствующую кнопку на панели Регистратора. При этом включается светодиодный индикатор «Wi-Fi». С помощью ПО «WINDOWS» подключитесь к беспроводной сети Wi-Fi с названием Omega-48M.

- Запустите программу управления «Omega-48m». В соответствии с руководством оператора (в дальнейшем РО) на программу «Omega-48m» выполните соединение с Регистратором.

### 3.3 Выполнение полевых измерений.

#### 3.3.1 Проверка заземления электродов.

Перед началом измерений необходимо убедиться, что все электроды хорошо заземлены и подключены к косе. Для этого в соответствии с РО следует запустить режим «Измерение переходных сопротивлений». При этом откроется окно для показа диаграммы сопротивлений всех электродов («Прозвонка электродов») в котором нужно кликнуть по кнопке «Прозвонить электроды». В процессе измерений полученные значения переходных сопротивлений для каждой пары соседних электродов показываются на диаграмме (рис.12). Наличие резких выбросов или провалов на диаграмме указывает на возможные проблемы с заземлением отдельных электродов или на замыкания в косе. Сопротивления больше 50 кОм выделяются красным цветом.

Переходное сопротивление прямо пропорционально удельному сопротивлению поверхностного слоя и зависит также от размеров и величины заглубления электродов. От переходного сопротивления зависит сила тока в линии АВ и, соответственно, уровень измеряемых сигналов. В большинстве случаев удастся добиться величины переходных сопротивлений в диапазоне 1... 10 кОм.

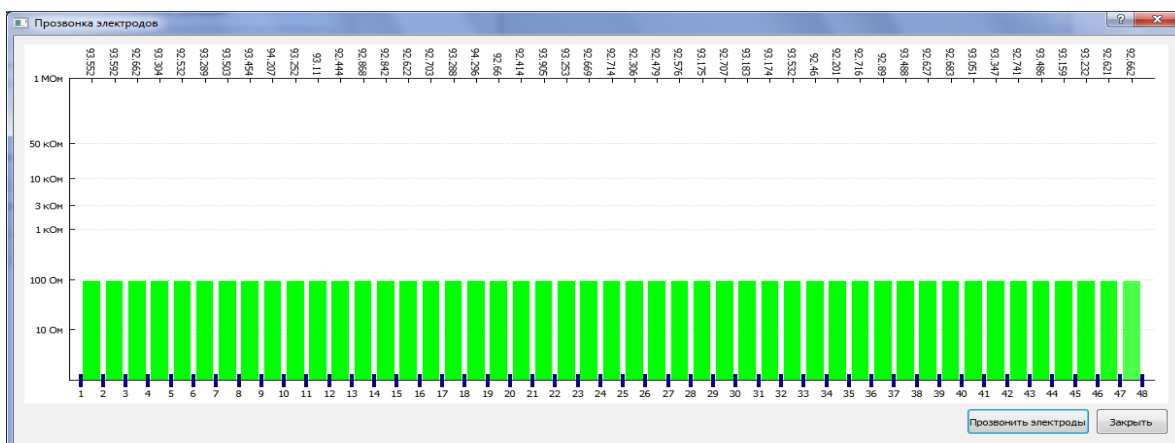


Рис. 12. Диаграмма переходных сопротивлений.

При выявлении плохо забитых электродов, требуется улучшить заземление путем дополнительного заглубления или перезаземления электродов, полива электродов и грунта водой (возможно, подсоленной). Для сухих водопроницаемых грунтов (галечники, пески) можно использовать полив мест заземления электродов подсоленным раствором глины. Такой раствор долго не высыхает и медленно фильтруется в грунт, обеспечивая долговременный эффект.

При работах в условиях очень высоких удельных сопротивлений поверхностного слоя (десятки кОм) допускается работать при переходных сопротивлениях до 50 кОм. Благодаря высокому входному сопротивлению измерителя (не менее 10 МОм), такие значения переходных сопротивлений приемных электродов, дадут искажения результатов измерений не более 1%.

После проверки заземления всех электродов можно переходить к измерению кажущегося сопротивления.

#### 3.3.2 Установка параметров измерений.

Перед началом измерений необходимо правильно настроить аппаратуру.

При выполнении измерений необходима настройка следующих параметров работы станции Омега-48:

- выбор количества одновременно работающих приемных канала измерения напряжения;
- длительность пропускания тока;
- длительность пауз между импульсами тока;

- количество накоплений (повторов);
- выходное напряжение генератора;
- использование автоматической регулировки усиления (в дальнейшем АРУ) (вкл/выкл);
- при отключенном АРУ, установка усиления в каждом измерительном канале.

**Длительность пропускания тока ( $T_{пр}$ )** определяет время в течение которого в цепи АВ протекает ток (рис. 13) и может меняться в пределах от 10 мс до 100 с.

Время пропускания тока и пауза между импульсами определяет длительность рабочего периода.

Из соображений быстродействия аппаратуры желательно минимизировать время пропускания - чем меньше длительность рабочего периода, тем быстрее выполняется измерение. Однако, использование косы с совмещенными питающими и приемными линиями приводит к усилению индукционных помех различной природы. Качественные измерения возможны только в случае значительного превышения полезного сигнала над помехой. Индукционную помеху трудно рассчитать теоретически. На ранних временах (десятки микросекунд) она может в несколько раз превышать полезный сигнал и хорошо видна на полевой записи (рис. 14). С увеличением времени она быстро затухает. Максимально индукционная помеха проявляется на больших разносах и при низком значении измеряемого кажущегося сопротивления. В этих случаях полезный сигнал имеет минимальную амплитуду. При измерениях вызванной поляризации индукционная помеха также может вносить серьезные искажения в получаемые результаты.

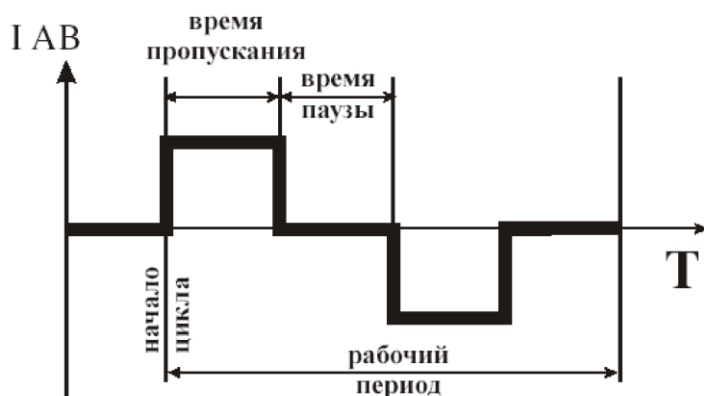


Рис. 13. Схема пропускания тока в линии АВ

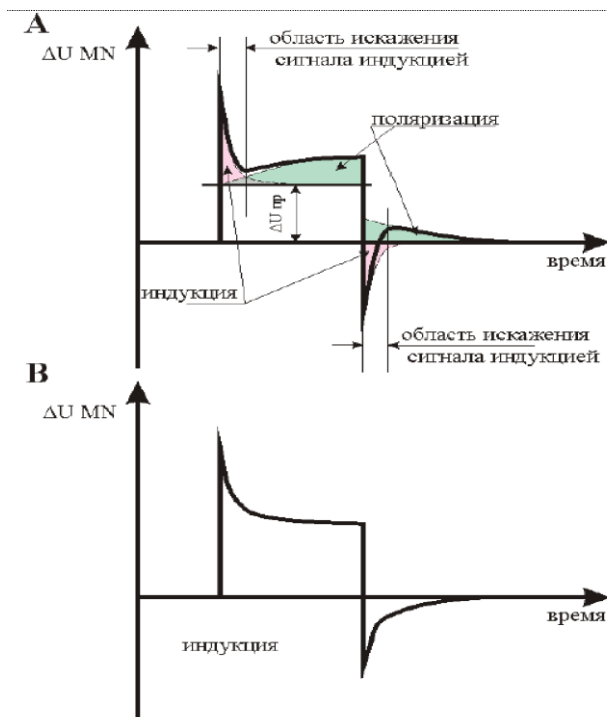


Рис. 14. Влияние индукционной помехи на измеряемый сигнал

А – измерение ВП возможно

В – индукционная помеха значительно превосходит  $\Delta U_{вп}$ , измерение ВП

Для оценки влияния индукционной помехи нужно проводить повторные измерения с увеличением времени пропускания (в 2-4 раза). При увеличении времени пропускания, индукционная составляющая останется прежней, так как это явления происходит в момент включения поляризующего тока. Сигнал вызванной поляризации по мере протекания тока постепенно растет, достигая своего максимума в течение нескольких десятков секунд. При увеличении времени пропускания интегральное влияние индукции ослабевает, а влияние ВП растет.

Таким образом, сравнение результатов на разных временах пропускания позволит оценить амплитуду индукционной помехи и подобрать оптимальное время зарядки.

**Таблица 1. Минимальное время пропускания в секундах в зависимости от шага между электродами в косе, режима работы и среднего кажущегося сопротивления на больших разностях.**

Расстояние	Без ВП		С ВП	
	$\rho_k < 30$ Ом.м	$\rho_k > 30$ Ом.м	$\rho_k < 30$ Ом.м	$\rho_k > 30$ Ом.м
2	0.2	0.1	1.6	0.8
5	0.4	0.2	1.6 — 3.2	0.8—1.6
10	0.8	0.4	3.2 — 6	1.6 — 3.2

Так же при наличии высокочастотной помехи (например, 50 Гц), увеличение времени пропускания позволяет повысить точность измерений.

#### **Длительность пауз между импульсами тока.**

В аппаратуре «Омега-48М» значение длительности пауз между импульсами тока можно задать одним из следующих значений:

- длительность паузы равна нулю (сигнал типа меандр);
- длительность паузы равна значению от 10 мс до 100 с;

Во время паузы производится измерение вызванной поляризации, для которой время разряда среды, как правило, не превышает время зарядки.

Первый режим (без паузы) используется при измерениях только кажущегося сопротивления без ВП. Этот режим самый быстрый.

Второй режим (Т паузы = Т пропускания) является основным и удовлетворяет практически всем реальным рабочим ситуациям.

В отдельных случаях, для объектов с аномально высокой поляризуемостью и большими временами зарядки, возможно превышение времени разряда среды над временем зарядки. Для этого случая реализован режим установки длительности паузы больше длительности импульса тока.

#### **Количество накоплений (повторов).**

Количество накоплений определяет, сколько рабочих циклов выполнит станция для получения одного результата измерения, и тем самым определяется общее время измерений.

Накопление сигнала является одним из способов повышения точности наблюдений, что особенно важно при работах методом вызванной поляризации.

Значение этого параметра определяется уровнем помех на участке работ, требованиями к точности полевых измерений и допустимой длительности полевых работ. При невысоком уровне помех достаточно 2-4 накоплений. Опытные-методические работы позволяют определить оптимальное число накоплений (Рис. 15).

#### **Выходное напряжение генератора.**

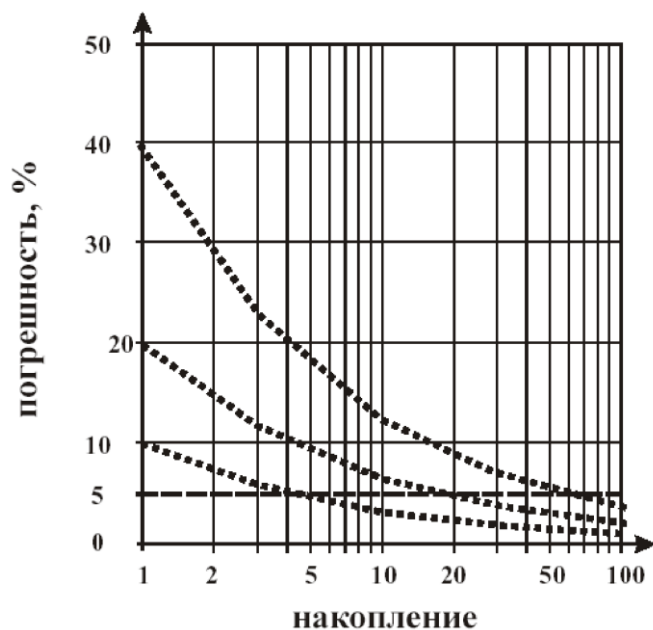
Для проведения надежных измерений желательно иметь уровень сигнала не менее 0.5 мВ для кажущегося сопротивления и 10 мВ для метода ВП. Измеряемое напряжение зависит от уровня кажущегося сопротивления, геометрического коэффициента установки и силы тока в питающей линии.

Сила тока зависит от сопротивления заземления и выходного напряжения (рис. 16). Как правило работы проводятся с максимально допустимым выходным напряжением - 500 В для кос с сечением жилы 0,2 мм<sup>2</sup> и 300 В для кос с сечением жилы 0,15 мм<sup>2</sup>. В этом режиме генератор максимально потребляет энергию от аккумулятора, поэтому в благоприятных условиях (шаг в косе меньше 2 м, низкий уровень помех и т. п.) возможно уменьшение выходного напряжения. Оптимальное значение можно определить по результатам опытно-методических работ.

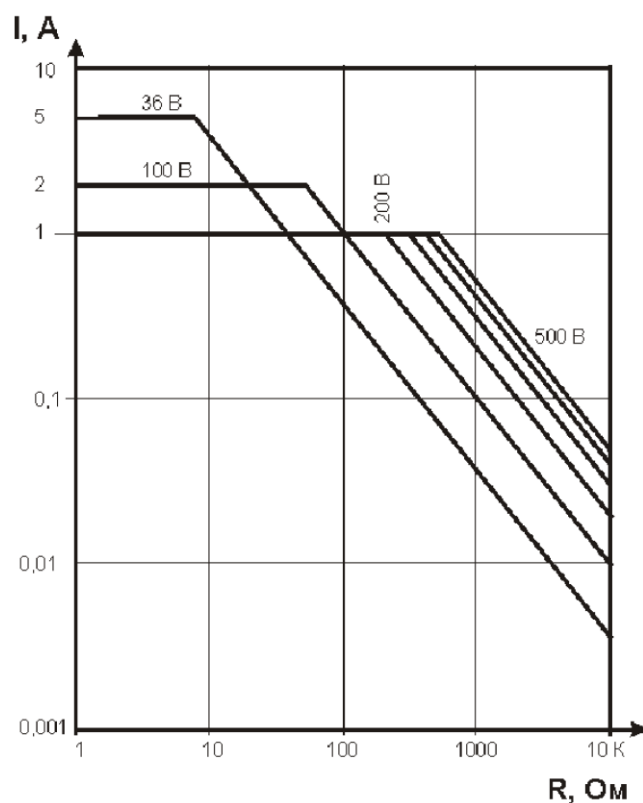
### **Использование АРУ (вкл/выкл).**

Автоматическая регулировка усиления (АРУ) заключается в автоматическом определении коэффициента предварительного усиления по каждому каналу. АРУ предназначено для расширения динамического диапазона измерительных каналов и более точного измерения малых сигналов (меньше 1 мВ) в случае низкого уровня помех.

Необходимо учитывать, что использование АРУ приводит к увеличению времени каждого измерения на один рабочий период - т.е. при накоплении N, время измерения будет составлять  $(N+1) \cdot T_{\text{рабочий период}}$



**Рис. 15.** Теоретическая зависимость погрешности измерений кажущегося сопротивления от количества накоплений при разном уровне помех.



**Рис. 16.** Зависимость  $I_{\Delta B}$  от  $R$  цепи для разных значений выходного напряжения станции «Омега-48М».

### 3.3.3 Подготовка и загрузка рабочего протокола.

После установки параметров работы, описанных в предыдущем пункте, необходимо в соответствии с РО загрузить рабочий протокол (профиль) - текстовый файл с расширением "txt". Протокол составляется с помощью любого текстового редактора. Так же можно воспользоваться сторонними программами для составления протоколов (например «x2ipr»). Протоколы рассчитываются для кос с разным шагом (1м, 2м, 5м, 10м). Со станцией поставляются протоколы, рассчитанные на шаг между электродами в приемной косе – 5м. Существует несколько типов установок протоколов:

#### Установка Веннера.

Эта установка обеспечивает максимальный уровень измеряемого сигнала при небольшой (-20%) потере глубинности по сравнению с установкой Шлюмберже. Также она обладает низкой чувствительностью как к приповерхностным, так и к глубинным объектам. Отметим, что при измерениях с этой установкой используется только один из 10 приемных каналов Регистратора «Омега-48М». Поставляется два варианта протоколов для этой установки (классический и адаптированный) плюс протокол для установки Веннер –  $\beta$  (аналог дипольной осевой), имеющая повышенное разрешение по сравнению с установкой Веннера при относительно высоком уровне измеряемых сигналов.

#### Установка Шлюмберже.

В поставку входит три протокола для этой установки. Протокол для обычной установки

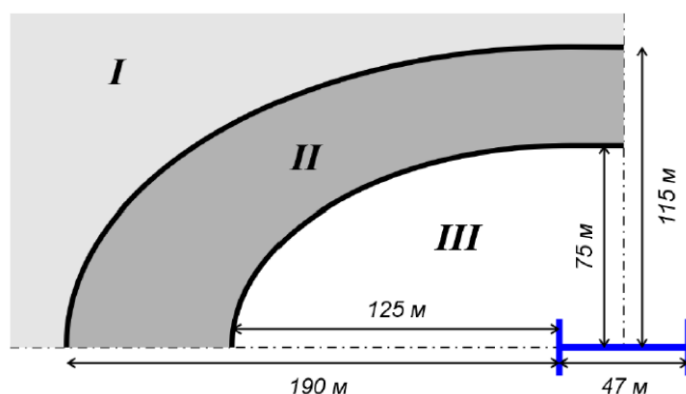
(приемные диполи 5 и 25 метров) дополнен вариантом для смещенной раскладки косы (без повтора измерений на первой косе). Также подготовлен вариант одновременного измерения дипольной и Шлюмберже установок. Такая комбинация обеспечивающий оптимальный набор измерений при невозможности использования электрода в «бесконечности». Отметим, что для использования 10 приемных каналов Регистратора «Омега-48М» в установке Шлюмберже приемный и питающий диполи меняются местами (реверсивная установка). Это позволяет провести одновременные измерения на нескольких разносах не меняя питающего диполя.

### **Трехэлектродная установка Шлюмберже.**

Эта установка обеспечивает максимальную глубинность при многоэлектродных зондированиях. Кроме того, с ее помощью получается более информативные результаты на краях расстановки. Еще одним преимуществом этой установкой является эффективное использование многоканальности Регистратора «Омега-48М». В одном протоколе объединены прямая и встречная конфигурации этой установки (AMN+MNB).

Основная проблема при работе с трехэлектродной установкой это необходимость использования удаленного электрода («бесконечности»). Этот электрод рекомендуется относить на расстояние не менее трех максимальных разносов перпендикулярно линии профиля или на пять разносов от края установки вдоль профиля. Иногда приходится использовать более короткую «бесконечность». В этом случае нужно вводить поправку в кажущееся сопротивление (например, с помощью программы "x2ipi"). учитывающую влияние удаленного электрода для случая однородного полупространства. Допустимое положение удаленного электрода показано на рис. 17.

Отметим также, что измеряемый сигнал для трехэлектродной установки в два раза ниже, чем для установки Шлюмберже при равных разносах и токе в питающей линии. Это может сказаться на качестве данных в неблагоприятных условиях. Уменьшение сопротивления заземления удаленного электрода обычно позволяет повисить ток и поднять уровень измеряемого сигнала.



**Рис. 17. Положение «бесконечности» относительно профиля наблюдений: зона I - рекомендуемое, зона II - допустимое, при введении поправки в расчет кажущегося сопротивления. зона III – недопустимое.**

### **Дипольная осевая установка.**

Эта установка обеспечивает максимальное разрешение, особенно на небольших глубинах. Быстрое затухание сигнала приводит к необходимости частого увеличения длины диполей. Что, в свою очередь, не позволяет использовать одновременно 10 приемных каналов измерителя. Мы рекомендуем использование этой установки совместно с установкой Шлюмберже при невозможности использования трехэлектродной установки. В таблице 2 представлены описания всех подготовленных протоколов.



**Таблица 2.**

Wenner.txt	Классическая установка Веннера. $AB/3_{\max}=75$ , $N=360$	
wa.txt	Адаптированный вариант установки Веннера. $AB/3_{\max}=75$ , $N=368$	
wb.txt	Установка Веннера-β (дипольная), адаптированная. $AB/3_{\max}=75$ , $N=368$	
schlum.txt	Установка Шлюбмерже (реверсивная). $AB/2_{\max}=103.5$ , $N=437$ $MN=5$ и $25$	
schlum_S.txt	Установка Шлюбмерже для смещенной расстановки. $AB/2_{\max}=103.5$ , $N=315$ $MN=5$ и $25$	
PolDip.txt	Комбинированная трехэлектродная установка Шлюбмерже. $AB/2_{\max}=157.5$ , $N=636$ $MN=5$ ; $25$ и $75$	
pDip_S.txt	Комбинированная трехэлектродная установка Шлюбмерже для смещенной расстановки. $AB/2_{\max}=157.5$ , $N=447$ $MN=5$ ; $25$ и $75$	
dip_dip.txt	Дипольная осевая установка. $OO'_{\max}=160$ , $N=369$ $AB=MN = 5$ ; $15$ ; $25$ и $45$	
schl_dip.txt	Комбинирование установок Шлюбмерже (schlum) и дипольной осевой (dip_dip). $N=806$ ( $437+369$ )	

### 3.3.4 Проведение измерений, согласно протоколу.

Для запуска автоматических измерений по протоколу в соответствии с РО кликните на

кнопку «Выполнить». В окне измерений программа показывает графики мгновенных значений измеряемых величин:

- выходной ток генератора;
- разницу потенциалов на приемных диполях во всех включенных измерительных каналах;

Также показываются текущие номера питающих и приемных электродов и ход отработки протокола.

Для экстренного выключения станции при возникновении опасных ситуаций используется кнопка аварийной остановки станции.

После отработки всего протокола на экране появляется соответствующее сообщение.

Если кликнуть на кнопку «Сохранить», результаты полевых измерений записываются в бинарный файл с расширением ".etg". Имя файла результатов формируется из имени файла протокола с добавлением в него даты и времени начала работы (с точностью до секунды). Файл сохраняется на диске в том же каталоге, где расположен файл с протоколом. Если была установлена галка «Автоматически», файл будет записан на диск сразу, после завершения отработки профиля.

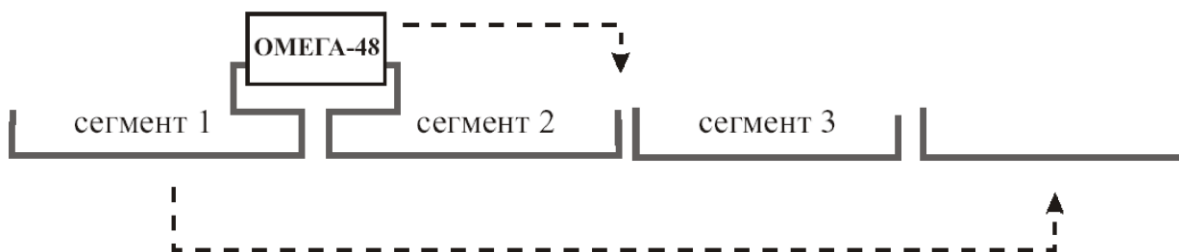
После проведения измерений рекомендуется сразу провести обработку и построить псевдоразрез кажущегося сопротивления для оценки качества полученных данных

При отработке длинных профилей, когда одной расстановки недостаточно, требуется перемещать косу вдоль профиля. При этом соседние расстановки следует располагать с перекрытием.

### 3.3.5 *Переход на следующую расстановку.*

Монтаж и перенос расстановки по профилю наблюдений является самой трудоемкой процедурой электротомографии. Наиболее технологичным является выполнение перекрытий соседних по профилю расстановок на величину, кратную длине сегмента косы - для Станции «Омега-48М» это половина (или четверть, при шаге между электродами 10 метров) длины расстановки. Для увеличения производительности работ можно использовать дополнительные сегменты и электроды.

Во время измерений на профиле в продолжение работающей расстановки (сегменты 1 и 2) монтируется третий сегмент косы, забиваются электроды, подсоединяются отводы электрод-коса (рис. 18).



**Рис. 18. Схема перехода на следующую расстановку.**

По завершении измерений на текущей расстановке, станция выключается и отсоединяется от сегментов косы № 1 и 2, переносится на длину одного сегмента и подсоединяется к сегментам № 2 и 3. После чего начинаются измерения на новой расстановке.

Во время работы уже не подсоединенный к станции сегмент №1 демонтируется, электроды вынимаются. Сегмент переносится вперед по профилю и собирается на новом участке профиля, и

так далее. Разъемы для подключения сегментов косы к Регистратору «Омега-48М» смонтированы на обоих концах сегментов, что существенно облегчает переход на следующую расстановку.

**Перенос аппаратуры и оборудования, работа с косами и электродами допускается только при выключенной станции!!!**

## **4 Хранение.**

Все составные части Станции следует хранить в упаковке производителя. В исключительных случаях допускается хранение в чехлах из полиэтиленовой пленки в складских не отапливаемых помещениях при температуре воздуха от минус 30 до 60°C. Относительная влажность воздуха в хранилище не должна превышать 85% при температуре 25°C.

## **5 Транспортирование.**

Транспортирование Станции допускается только в закрытом транспорте (железнодорожных вагонах, контейнерах, закрытых автомобилях, трюмах и т. д.).

В остальных условиях транспортирования являются такими же, как условия хранения согласно разделу «Хранение».