



ООО «Научно-производственное предприятие ЭРА»

**АППАРАТУРА ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНАЯ
ДЛЯ МЕТОДОВ СОПРОТИВЛЕНИЙ
И ЕСТЕСТВЕННОГО ПОЛЯ
«ERA-MAX»**



Техническое описание и
инструкция по эксплуатации

ЧАСТЬ 3

АКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ
к электроразведочной аппаратуре "ERA-MAX"

Санкт - Петербург

2008

Внимание!

*На задней панели измерителя указан его серийный номер. Этот номер соответствует номеру на активных электродах. При использовании электродов с другим измерителем необходимо произвести настройку!
(см настоящее техническое описание)*

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	стр. 3
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	3
3. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОДОВ	4
4. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	5
5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	5
6. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ	5
7. РЕГУЛИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ	5
8. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	8

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации активных электродов к электроразведочной аппаратуре "ERA-MAX" (в дальнейшем - аппаратуре) предназначены для ознакомления с техническими характеристиками, устройством электродов и правилами их эксплуатации.

1.2. Электроды самостоятельно не эксплуатируются, а являются комплектующими в составе аппаратуры «ERA-MAX»

1.3. При изучении электродов рекомендуется ознакомиться со статьей Б.Г. Сапожникова "Основные термины и положения методики бесконтактного измерения электрического поля (БИЭП)".

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Электроды предназначены для проведения электроразведочных работ методами сопротивлений в условиях поверхностного покрова, неблагоприятного для устройства заземлений.

2.2. Рабочими условиями применения электродов являются:

- температура окружающего воздуха от минус 30 до 50 °С
- относительная влажность воздуха до 90 % при 30 °С
- атмосферное давление от 460 до 800 мм рт. ст.

2.3. Состав, габаритные размеры и масса составных частей электродов приведены в табл.1:

Таблица 1

№ пп	Наименование	Габаритные размеры	Масса, кг	Кол-во
1.	Электрод	150 x Ø16 мм	0.2	2
2.	Пластина	30 x 30 см	0.3	2
3.	Кабель	20 м + 1.5 м	0.4	1

2.4. Электроды совместно с измерителем аппаратуры образуют измерительный канал с большим значением модуля входного импеданса и симметричным (дифференциальным) входом для измерения входного напряжения на рабочих частотах 4.88, 50, 100 и 625 Гц.

2.5. Коэффициент подавления измерительного канала по отношению к синфазному синусоидальному входному напряжению со среднеквадратическим значением $(1 \pm 0,1)$ В не менее 1000.

2.6. Коэффициент передачи измерительного канала составляет (1 ± 0.05) .

2.7. Входное активное сопротивление измерительного канала на рабочей частоте 4.88 Гц - не менее 10 ГОм, входная емкость на рабочей частоте 625 Гц - не более 0.1 пФ.

2.8. Допустимый уровень шумов измерительного канала на рабочих частотах 4.88 и 625 Гц в режиме подключения к активным электродам высокоомной нагрузки (параллельно включенных конденсатора (1 ± 0.1) пФ и резистора (1 ± 0.1) ГОм) определяется средним значением отсчетов по цифровому табло измерителя не более 200 на поддиапазоне измерений с коэффициентом $\alpha = 4$.

2.9. Питание электродов осуществляется стабилизированным напряжением, поступающим от входного разъема измерителя по соединительному кабелю.

3. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОДОВ

3.1. Каждый из активных электродов представляет собой повторитель напряжения с высоким входным и низким выходным сопротивлениями. Электронные схемы повторителей залиты компаундом и заключены в трубчатый герметичный корпус, выполненный из электроизоляционного материала.

3.2. Корпус электрода имеет два наконечника: конусный и плоский. Через конусные наконечники в каждый блок герметично вводится соединительный коаксиальный кабель, связывающий выходные клеммы повторителей с кабельным разъемом. Последний в рабочем положении подключается к входному разъему измерителя.

3.3. Корпус конусного наконечника сделан разборным. При необходимости подключения соединительного кабеля к выходным клеммам повторителя (например, при ремонте кабеля или изменении длины приёмной линии) наконечник может быть разобран при помощи гаечных ключей (№ 15). Экран кабеля следует подключать к гнезду разъема: помеченному белой пластиковой лентой (левое гнездо разъема при расположении разъема сверху платы электрода).

3.4. Гнезда плоских металлических наконечников являются входными гнездами "M₁" и "M₂" электродов. Гнезда имеют резьбу для подсоединения полюсных наконечников. В качестве последних используются "пассивные" приемные электроды различной конструкции: пластины (двухсторонние фольгированные листы стеклотекстолита квадратной формы; входят в комплект электродов), приемные электроды-шпильки, линейные стелющиеся электроды с оголенным или изолированным проводами.

3.5. Соединительный кабель, входящих в комплект электродов, составлен из двух отрезков длиной 1.5 и 20 м. С помощью указанного кабеля электроды могут быть разнесены на расстояние до 20 м..

3.6. Вместе с измерителем повторители образуют два измерительных канала с несимметричным входом "M₁" - "N" и "M₂" - "N" и один измерительный канал "M₁" - "M₂" (с симметричным входом). Условные наименования измерительных каналов соответствуют следующим обозначениям:

- "M₁" и "M₂" - название входных гнезд электродов;
- "N" - название входного гнезда измерителя аппаратуры, электрически соединенного с корпусом измерителя (контактом "общий" принципиальной электрической схемы измерителя).

3.7. Каждый из измерительных каналов с несимметричным входом может быть использован для измерений только в том случае, если другой канал замкнут накоротко (соединен с входным гнездом "N"). При этом условии на вход измерителя поступает входное напряжение U₁ (или U₂), равное входному напряжению рабочего канала.

3.8. В случае использования измерительного канала с симметричным входом на вход измерителя поступает входное напряжение, равное разности (U₁-U₂) указанных напряжений. При измерениях с симметричным входом синфазное напряжение, действующее на входе

измерительного канала, является помехой и должно быть подавлено. Регулировка коэффициента подавления синфазной помехи обеспечивается с помощью многооборотного переменного резистора, шлиц которого выведен на лицевую панель измерителя аппаратуры рядом с входным разъемом (в некоторых измерителях указанный шлиц находится внутри корпуса прибора). Вращая шлиц резистора, можно выровнять коэффициенты передачи K_1 и K_2 каналов и благодаря этому обеспечить высокое подавление синфазной помехи.

4. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1. Перед вводом электродов в эксплуатацию необходимо провести их осмотр, проверить комплектность и ознакомиться с прилагаемой документацией.

4.2. Электроды следует оберегать от резких толчков, ударов и повреждений как при работе, так и при транспортировании. Следует также избегать прямого воздействия на электроды атмосферных осадков.

5. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Электроды не имеют опасных напряжений.

5.2. При работах с использованием генератора ERA-MAX-LHF аппаратуры "ERA-MAX" необходимо соблюдать правила безопасности, изложенные в техническом описании и инструкции по эксплуатации электроразведочной аппаратуры "ERA-MAX".

6. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1. Подготовить к измерениям аппаратуру "ERA-MAX" в соответствии с ее техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

6.2. Смонтировать и разместить на участке съемки электроразведочную установку для выбранной методики работ.

6.3. Размотать соединительный провод электродов в соответствии с выбранной длиной приемной линии MN; излишки провода смотать бифилярно в бухту и закрепить ее с помощью липкой изоляционной ленты на корпусе электрода, удаленного от измерителя.

6.4. Подсоединить к входным гнездам электродов выбранные полюсные наконечники (пластины, приемные электроды-шпильки, оголенные или изолированные провода стелющихся приемных линий). На частотах 100 и 625 Гц проведение измерений возможно без применения полюсных наконечников.

6.5. Подключить кабельный разъем электродов к входному разъему измерителя аппаратуры (при выключенном питании измерителя) и приступить к выполнению работ, пользуясь указаниями соответствующих разделов технического описания и инструкции по эксплуатации аппаратуры "ERA-MAX".

7. РЕГУЛИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ

7.1. При эксплуатации электродов необходимо периодически проводить проверку работоспособности, регулировку и контроль параметров измерительного канала, включающего активные электроды. Поверке подлежат следующие параметры:

- коэффициент " $K_{\text{син}}$ " подавления синфазной помехи;
- коэффициент передачи " $K_{\text{пер}}$ " измерительного канала.

7.2. Работы по контролю параметров измерительного канала рекомендуется проводить на ровном (горизонтальном) участке с хорошими условиями для заземлений питающих и приемных линий и с достаточно малым уровнем электрических помех.

Желательно, чтобы участок имел однородный геоэлектрический разрез (без четко выраженных локальных аномалий проводимости) со средним значением удельного электрического сопротивления не менее (50-100) Ом м.

Измерения следует проводить в сухую, безветренную погоду.

Аппаратура "ERA-MAX" должна быть подготовлена к работе в соответствии с ее техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

7.3. Для проведения измерений рекомендуется использовать установку срединного градиента с длиной питающей линии АВ, равной 100 м.

Генератор ERA-MAX-LHF, блоки питания и катушка с проводом размещаются рядом с одним из заземлений питающей линии. Удаленное питающее заземление подключается к проводу катушки. Провод питающей линии должен быть проложен прямолинейно. Провод должен достаточно плотно (без "провисов" на траве и кустарниках) прилегать к грунту.

Профиль наблюдений, на котором проводятся измерения, располагается параллельно линии "АВ" на расстоянии от нее в 30 м. Длина профиля (20-30) м. Середина профиля и середина линии "АВ" должны лежать на одной прямой, перпендикулярной линии "АВ".

7.4. Проверка и регулировка коэффициента " $K_{\text{син}}$ " подавления синфазной помехи

7.4.1. Приемные электроды-шпильки "М" и "N" заземлить на расстоянии 10 м по обе стороны от центра профиля наблюдений. Рядом с электродом "N" установить измеритель. Приемные электроды соединить проводами с одноименными входными гнездами измерителя.

После включения тока в питающей линии входное напряжение U_0 измерителя установить равным (100 - 1000) мВ посредством перестановки приемного электрода "М" и изменения значения выходного тока атора. Указанное значение U_0 должно превышать уровень электрических помех, наблюдаемый при выключенном генераторе, в 2-5 тысяч раз.

7.4.2. Подключить к измерителю (после отключения электрода "М" от одноименной входной клеммы и выключения измерителя) активные электроды. Контакт электрода-шпильки "N" с входным гнездом "N" измерителя сохранить. Активные электроды (при отключенных "пассивных" электродах) уложить рядом с измерителем на изолятор (например, на полиэтиленовый пакет).

7.4.3. Длинный отрезок соединительного кабеля электродов смотать в бухту с бифилярной намоткой. С этой целью, закрепив начало и конец кабеля в одной точке, разложить кабель в две нитки по прямой линии. Затем двойной провод кабеля смотать в бухту диаметром около 15 см, начиная смотку от точки закрепления концов кабеля. Бифилярная намотка помогает избежать приема магнитного поля на витки бухты. Витки бухты следует закрепить липкой изоляционной лентой.

7.4.4. Перед проверкой и регулировкой коэффициента подавления синфазной помехи " $K_{\text{син}}$ " необходимо проверить работоспособность каждого электрода путем подачи входного напряжения U_0 на каждый из измерительных каналов с несимметричным входом: "M₁" - "N" и "M₂" - "N".

Для проверки первого из указанных каналов вход "M₂" соединить с гнездом "N" измерителя, подключенным к электроду "N", вход "M₁" - с электродом-шпилькой "М". Для проверки второго канала порядок подключения входов "M₁" и "M₂" изменить на обратный.

При работоспособных измерительных каналах отсчеты U_1 и U_2 (соответственно по первому и второму каналам) должны быть равны друг другу и близки отсчету U_0 . Различие в отсчетах ука-

зывает на различие коэффициентов передачи измерительных каналов и, следовательно, на плохую регулировку коэффициента "К_{син}" подавления синфазной помехи.

Для регулировки дифференциального канала "М₁" - "М₂" по максимальному подавлению синфазной помехи входы "М₁" и "М₂" следует соединить друг с другом и с электродом-шпилькой "М". В этом случае входное напряжение U₀ будет выступать как синфазный сигнал, требующий подавления.

Регулировку глубины подавления синфазной помехи осуществить путем вращения шлица переменного сопротивления, под лицевой панелью измерителя. При вращении шлица необходимо определить его положение, соответствующее минимальному "U_{min}" отсчету измерителя. Положение минимума отсчетов удобно наблюдать по стрелочному индикатору измерителя.

Значение коэффициента "К_{син}" определить по формуле (1):

$$K_{\text{син}} = \frac{U_0}{U_{\text{min}}} ; \quad (1)$$

При правильной настройке дифференциального канала значение "К_{син}" должно быть не менее 500-1000.

7.4.5. Для сохранения настройки синфазности дифференциального измерительного канала рекомендуется постоянно использовать в комплекте с одним и тем же измерителем один и тот же комплект активных электродов. В том случае, если указанное условие не выполняется, регулировку коэффициента "К_{син}" необходимо повторять каждый раз перед полевой съемкой.

7.5. Определение коэффициента передачи "К_{пер}" измерительного канала

7.5.1. По обе стороны от центра профиля установить по 10 пикетов с шагом 1 м так, чтобы крайние пикеты были бы удалены от центра профиля на 10 м (всего 21 пикет). Центральный пикет обозначить "0", крайний правый пикет "+10", крайний левый "-10" (при условии, когда оператор стоит лицом, обращенным к проводу питающей линии).

7.5.2. Проверка активных электродов по коэффициенту "К_{пер}" выполняется на частотах 4.88 и 625 Гц. Разнос приемных линий, образованных заземленными электродами-шпильками и активными электродами, выбирается равным 3 м. При измерениях на частоте 4.88 Гц к активным электродам следует подключить полюсные наконечники - пластины; при измерениях на частоте 625 Гц полюсные наконечники не используются. Сила тока в питающей линии устанавливается такой, чтобы средний уровень измеряемых входных напряжений соответствовал (0.2-1) мВ.

7.5.3. Провести по профилю для одних и тех же пикетов три серии измерений входных напряжений измерителя для трех видов приемных линий:

- напряжений "U₀" для приемной линии с хорошо заземленными электродами-шпильками;
- напряжений "U₁" для приемной линии с активными электродами, устанавливаемыми непосредственно на грунт;
- напряжений "U₂" для приемной линии с активными электродами, устанавливаемыми на грунт через полиэтиленовую прокладку (например, полиэтиленовый мешок), имитирующую плохие условия заземлений.

7.5.4. Для оценки погрешности измерений каждая серия должна включать одинаковое количество рядовых и контрольных наблюдений (по 21 наблюдению). Контрольные наблюдения должны выполняться в той же последовательности, что и рядовые. Центр приемной линии должен со-

вмещаться с пикетом, на котором проводятся наблюдения. В начале и конце каждой серии необходимо контролировать неизменность значения рабочего тока в питающей линии.

7.5.5. Результаты измерений рекомендуется представить в виде графиков входных напряжений, построенных в логарифмическом масштабе с модулем 10 см. При использовании указанного модуля расстоянию 3 мм по вертикальной оси между точками графиков рядовых и контрольных наблюдений соответствует относительная погрешность наблюдений, равная для выбранной пары наблюдений 3.5 %.

7.5.6. Для каждой серии измерений определить среднеквадратическую погрешность измерений. Затем результаты измерений графически осреднить с тем, чтобы графики рядовых и контрольных наблюдений заменить кривыми 1-2-3 средних значений. Кривую 1 (наблюдения без использования активных электродов) вместе с осями координат перенести на кальку, а затем наилучшим образом (в смысле среднеквадратического приближения) совместить последовательно с кривыми 2 и 3 наблюдений второй и третьей серий.

7.5.7. Смещение осей абсцисс указанных кривых по вертикали позволяет определить значения коэффициента “ $K_{пер}$ ” для приведения наблюдений, выполненных с использованием активных электродов, к наблюдениям, выполненным с обычной заземленной приемной линией.

При нормальной работоспособности активных электродов значения среднеквадратических погрешностей не должны быть более 6 %; значения коэффициентов “ $K_{пер}$ ” должны быть близки к $(1 \pm 0,1)$.

7.5.8. Вместо графического может быть использован численный способ обработки данных измерений. В этом случае искомое значение “ $K_{пер}$ ” определяется как среднеарифметическое значение отношений усредненных наблюдений, соответствующих кривым 1-2-3.

8. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

8.1. Транспортирование электродов может осуществляться закрытым транспортом любого вида.

8.2. Электроды в течение гарантийного срока хранения должны содержаться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности не более 80 % при температуре 25 °С. Хранение электродов без упаковки следует производить при температуре окружающего воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности не более 80 % при температуре 25 °С. В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, агрессивных газов и других вредных веществ, вызывающих коррозию.