
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р

—
202_

(проект,
окончательная
редакция)

Инженерные изыскания
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
Метод электропрофилирования

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Москва
Российский институт стандартизации
202_

Введение

Настоящий стандарт подготовлен с учетом основных положений Республиканских строительных норм РСН 64–87 «Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка» и Рекомендаций по геофизическим работам при инженерных изысканиях для строительства (электроразведка), составленных Производственным и научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) Госстроя СССР (1984 г.).

Инженерные изыскания
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
Метод электропрофилирования

Engineering surveys. Geophysical research. Electrical profiling method

Дата введения –

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на геофизические исследования свойств грунтов и устанавливает требования к проведению работ методом электропрофилирования, применяемым в составе инженерно-геологических изысканий.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

2.1 **электроразведка:** Геофизические исследования, проводимые в рамках инженерных изысканий, основанные на изучении электрических и электромагнитных полей в земной коре, проводимые в целях анализа ее геологического строения.

2.2

<p>электрическое профилирование; ЭП: Метод электроразведки, основанный на изучении электрического поля при фиксированном взаимном расположении питающих и приемных электродов, перемещаемых вдоль профиля.</p>

[ГОСТ Р 54363–2011, статья 67]

2.3 **удельное электрическое сопротивление:** Параметр, характеризующий способность земной коры пропускать электрический ток при возникновении электрического поля, определяемый, как сопротивление единицы поперечного сечения земной коры проходящему через нее электрическому току, отнесенное к длине образца земной коры.

2.4 **кажущееся электрическое сопротивление:** Наблюдаемое электрическое поле, нормированное по параметрам установки таким образом, чтобы в однородном

полупространстве кажущееся сопротивление совпадало с удельным электрическим сопротивлением.

2.5 программа работ: Организационно-методический документ, устанавливающий цель, порядок, объем, условия, место и сроки проведения геофизических исследований свойств грунтов методом электропрофилирования, а также форму предоставления полученных результатов.

2.6 разнос: Расстояние между электродами, образующими питающую и приемную линии.

2.7 частное измерение: Каждое отдельное измерение разности электрических потенциалов, возникающее на приемных электродах, характеризующееся определенным расположением приемных и питающих электродов.

2.8 питающая линия: Линия, определяемая взаимным расположением питающих электродов.

2.9 приемная линия: Линия, определяемая взаимным расположением приемных электродов.

3 Сущность метода

3.1 Метод ЭП относится к группе методов электроразведки, основанный на методе сопротивлений, при котором производят измерение кажущегося сопротивления грунтов вдоль линии профиля.

3.2 ЭП выполняется путем определения кажущегося электрического сопротивления при перемещении измерительной установки постоянного размера вдоль линии профиля с постоянным или переменным шагом по заданному горизонтальному направлению (вдоль линии профиля). Глубинность исследования методом ЭП определяется геометрией (типом и размером) применяемых установок, особенностями строения и электрических свойств грунтов и пород изучаемого разреза.

В процессе выполнения работ методом ЭП не меняется взаимное расположение приемных и питающих электродов, установка переносится с точки на точку вдоль профиля наблюдений.

3.3 При ЭП применяют следующие типы установок:

- симметричного ЭП (СЭП), в которой измерительное устройство, имеющее симметричное расположение питающих электродов относительно приемных электродов, устанавливают в центре питающей линии АВ (при этом возможно

исполнение, при котором электроды расположены с различным или одинаковым шагом);

- несимметричного ЭП (НЭП), в которой измерительное устройство состоит из несимметрично расположенных питающих электродов относительно приемных электродов [при этом возможно исполнение, при котором устройство устанавливают в центре приемной линии MN (дипольное НЭП)];

- комбинированного ЭП (КЭП), в которой дополнительно установленный питающий электрод С выносится в бесконечность на расстояние относительно приемной линии MN, значительно превышающее величину линии АВ (при этом возможно исполнение, при котором проводят измерения с двумя встроенными 3-х электродными установками AMN и MNB).

Основные схемы соединений установок ЭП приведены в приложении А.

3.5 Схемы соединений СЭП следует применять при определении положения и глубины однородности геологического разреза и изучении изменения электрических свойств грунтов, схемы соединений НЭП – при выявлении и прослеживании вертикальных и суб-вертикальных контактов и изучении неоднородности, медленно меняющегося в горизонтальном направлении, разреза, схемы КЭП – при выявлении особенностей геологического разреза, которые не удастся рассмотреть по другим модификациям электропрофилирования.

3.6 Метод ЭП применяется при решении следующих задач, в основном направленных на выявление локальных объектов:

- поиск и оконтуривания локальных неоднородностей природной и техногенной природы в земной коре;

- определение геологического строения грунтового массива в горизонтальном направлении.

При этом метод ЭП применения при изучении геоэлектрических массивов простого строения с достаточной дифференциацией пород по УЭС.

3.7 Тип установки ЭП выбирают в зависимости от поставленных задач и условий проведения измерений и указывается в программе работ.

3.8 При проведении работ при поверхностном покрове, неблагоприятном для устройства заземлений (например, мерзлый грунт, курумы) осуществляют работы, основанные на бесконтактном методе измерения.

3.9 При выполнении работ методом бесконтактного многоразносного электропрофилирования (БИЭП), действующие значения разносов в используемой

установке выбирают в полевых условиях. Питающие и приемные диполи состоят из 2 стелющихся линий длиной 2.5 или 5 м.

В процессе проведения электроразведочных работ методом БИЭП измерительное устройство с приемной линией и генератор с питающей линией, расположены на одной линии профиля на определенном расстоянии друг от друга. Генератор остается на месте, а измеритель перемещается вдоль линии профиля.

Результаты измерений относят к середине измерительного устройства. При производстве работ используют симметричную дипольную осевую установку. Длина питающих и приемных диполей одинакова. Коэффициентом разделения диполей (расстояние между питающим диполем S_1 и приемным диполем P_1) считают число, пропорциональное расстоянию между приемными и питающими диполями.

4 Измерительное оборудование

Установка ЭП в общем случае состоит из следующих основных частей:

- генератора постоянного или низкочастотного (работающего на частотах 0,1-2500 Гц) электрического тока для возбуждения электрического поля;
- измерительного устройства, применяемого для измерения разности электрических потенциалов, работающего на частотах 0,1-2500 Гц;
- питающей (токовой линии АВ) и приемной (измерительной линии MN) линий;
- питающих (А и В) электродов (представляют собой металлические заостренные штыри, выполненные из стальных прутков диаметром от 10 мм и длиной от 250 мм), подключаемых через питающие линии к генератору;
- приемных (М и N) электродов (представляют собой металлические штыри, выполненные из медного, латунного или титанового прутков диаметром от 10 мм и длиной от 250 мм), подключаемых через приемные линии к измерительному устройству;
- сталемедных проводов и кабелей с сопротивлением менее 100 Ом·м, применяемых для монтажа питающих и приемных линий.

В случае выполнения работ бесконтактным методом применяется оборудование с увеличенным частотным диапазоном, а значения разносов выбирают в полевых условиях.

5 Подготовка к измерению

5.1 Собирают установку ЭП на поверхности земли. В выбранной точке располагают генератор и измерительное устройство. Выполняют размотку питающей

и приемной линии и заземление электродов.

5.2 Перед началом работ обязательно производится проверка линии на утечку тока в питающей линии, характеризующуюся непропорциональным изменением напряжения в питающей линии и отсутствием сигнала на приемной линии.

При установлении утечек электрического тока в питающей линии АВ дальнейшие работы необходимо остановить до их полного устранения.

Наличие утечек определяется путем измерения силы тока при отключенном электроде М или N. Если при отключенном электроде М в питающей линии обнаруживается ток, следовательно, в полуразносе М имеется утечка. При этом конец провода полуразноса, отключенного от электрода М, должен быть надежно изолирован от земли.

Аналогичным образом при включенном токе в приемной линии MN определяется утечка в полуразносах.

Для уменьшения возможного влияния утечек приемную линию следует располагать в 1—5 м от питающей (при разносах MN до 100 м); в сырую погоду — до 10 м.

Все возможные источники утечек (прибор, батареи, катушки токовых линий) следует располагать по возможности дальше от приемных электродов.

При измерении утечки следует выполнять требования техники безопасности. При хорошей изоляции проводов и сухой почве контроль утечки в методе ЭП следует производить на максимальных разносах MN.

В сырую погоду, при влажной почве и плохом состоянии проводов контроль утечки производится на каждой приемной линии при максимальных разносах MN для данной линии АВ.

5.3 Заземление электродов выполняется путем забивания их в грунт до обеспечения достаточного контакта электрода с грунтом.

5.4 Испытание состоит из частных измерений, расположенных по заданному профилю. Расположение электродов в установке ЭП определяют в соответствии с поставленной задачей и условиями проведения исследований. В каждом частном измерении установку перемещают с заданным шагом, количество частных измерений назначается в соответствии с программой работ.

6 Проведение измерения

6.1 Питающие линии с электродами подключают к генератору, а приемные линии к измерительному устройству, после чего начинают измерение.

(проект, окончательная редакция)

6.2 Силу тока в питающей линии задают при помощи генератора.

6.3 Разность электрических потенциалов, возникающая на приемных электродах М и N, определяется измерительным устройством.

6.4 Фиксируется результат измерения, после чего установку перемещают в следующую заданную точку.

6.5 В результате проведенного измерения получают значения для определения кажущегося электрического сопротивления.

6.6 Контрольные измерения проводят в объеме не менее 5% от общего количества проведенных ранее измерений, с учетом обеспечения тех же условий проведения исследования, включая расположение установки. При этом отклонение значений кажущегося электрического сопротивления при контрольных измерениях не должно превышать $\pm 7\%$. Относительная погрешность значений кажущегося электрического сопротивления при контрольном измерении не должна отличаться более чем на 7% от результатов проведенного измерения.

Относительную погрешность значений кажущегося электрического сопротивления вычисляют по формуле

$$\delta = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{A_i - A_{i_k}}{A_i + A_{i_k}} \quad (1)$$

где A_i и A_{i_k} — основное и контрольное значения измеряемого параметра в i -той точке
 n — общее число контрольных точек.

6.7 При проведении работ методом ЭП в случаях обнаружения аномалий на концах профилей измерения должны быть продолжены до выхода в нормальное поле.

Интенсивность аномалий, т. е. отношение их амплитуд к уровню нормального поля, различна над возмущающими объектами разной формы и меняется с различной скоростью по мере увеличения их глубины залегания.

6.8 Запись результатов ЭП заносят в полевой журнал, форма которого приведена в приложении Б. При наличии автоматического регистрирующего устройства, осуществляющего запись и хранение информации на электронных носителях, ведение записей в полевой журнал в бумажном виде не требуется.

Без записи текущего измерения в полевой журнал, либо фиксирования полученного результата при помощи электронной системы, переход на следующий разнос не допускается.

В случае выявления измерений, где нарушается закономерный ход кривой, на данной точке наблюдений проводят повторные замеры с целью исключения

получения некорректных результатов, либо подтверждения полученных ранее данных.

7 Обработка результатов

7.1 По результатам выполненных измерений вычисляют кажущееся электрическое сопротивление в каждом частном измерении, ρ_k , Ом·м, по формуле

$$\rho_k = \frac{K \cdot \Delta U_{MN}}{I_{AB}}, \quad (2)$$

где K – геометрический коэффициент, зависящий от взаимного расположения и расстояний между электродами А, В, М и N, рассчитываемый по формуле (3);

ΔU_{MN} – разность потенциалов на приемных электродах М и N, мВ;

I_{AB} – сила тока, протекающего в питающей линии АВ, мА.

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}}}, \quad (3)$$

где r_{AM} , r_{BM} , r_{AN} , r_{BN} – расстояние между соответствующими электродами, м.

7.2 По полученным значениям в каждом частном измерении строят график кажущегося электрического сопротивления вдоль профилей наблюдений (график ЭП). На график ЭП по оси абсцисс в линейном масштабе откладывают расположение мест измерений, а по оси ординат в логарифмическом масштабе – полученные значения кажущегося электрического сопротивления.

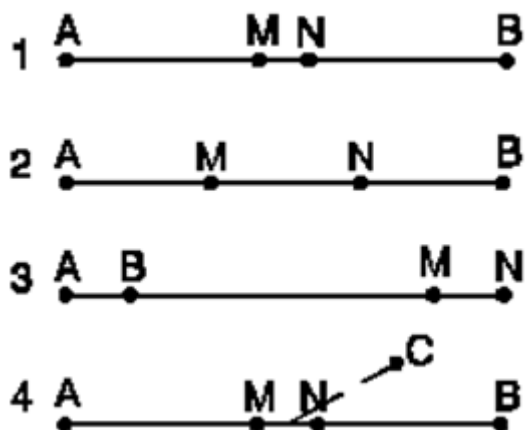
7.3 Построенный график ЭП демонстрирует положения в плане границ земной коры, имеющих разное кажущееся электрическое сопротивление.

7.4 В случае выявления измерений, где нарушается закономерный ход кривой, на данной точке наблюдений проводят повторные замеры с целью исключения получения некорректных результатов, либо подтверждения полученных ранее данных.

Приложение А
(рекомендуемое)

Основные типы установок ЭП

Основные типы установок ЭП представлены на рисунке А.1.



1, 2 – возможные исполнения установки СЭП, отличающиеся расстоянием между соседними электродами; 3 – дипольная установка НЭП; 4 – комбинированная установка; А, В – питающие электроды, образующие питающую линию АВ; М, N – приемные электроды, образующие приемную линию MN; С – питающий электрод, применяемый в установке 4

Рисунок А.1 – Основные типы установок ЭП

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма журнала наблюдений по методу ЭП

Форма журнала наблюдений по методу ЭП

Наименование объекта _____

Дата _____

Погода _____

Участок _____

Профиль _____

Установка _____

Шаг измерений, м _____

Номер измерения	ΔU_{MN} , мВ	I_{AB} , мА	К	ρ_k , Ом·м	Примечание
1	2	3	4	5	6

Измерения провел _____

Обработку результатов выполнил _____

Ключевые слова: инженерные изыскания, геофизические исследования, метод электропрофилирования, кажущееся электрическое сопротивление

Заместитель генерального директора

А.В. Иванов

Директор департамента стандартизации
материалов и технологий

Е.В. Костылева