



Анализ существующих методик калибровки трассоискателей.

В последнее время наиболее распространёнными являются трассоискатели, которые помимо определения оси трассы имеют функцию измерения глубины залегания, а также тока в коммуникации.

Соответственно потребители, чтобы разобраться при выборе прибора просят от производителей в технической документации указывать погрешности измерения. При наличии **погрешностей измерения**, прибор автоматически становится **измерительным**, вносится в Госреестр и подлежит обязательной **поверке** в органах Госстандарта.

При этом должна быть разработана методика калибровки цифровых трассоискателей. На данный момент времени присутствует две методики калибровки предлагаемые разными производителями и разными РД.

1.Методика изложенная в ВРД 39-1.10-026-2001. Для этого необходимо собрать конструкцию, имитирующую трубопровод (собрать квадрат со стороной 100...200м, поднять всю длину провода относительно поверхности на величину радиуса приемного устройства (около 0,5м). Дополнения: провод должен быть натянут без провисов, в месте расположения конструкции не должно быть никаких подземных металлических сооружений (трубопроводов, резервуаров, электрических и телефонных кабелей ит.д.). (В тундре что ли?).

Но даже при этом, представители АКА-ГЕО доказывают наличие погрешностей сомого этого стенда, которые находятся на уровне 10...23%.

Как тогда поверять (или калибровать прибор на погрешность 5% ?).

2.Методика в соответствии с Рекомендацией "Трассоискатель FM9800.Методика поверки. В настоящий момент времени фирма АКА-ГЕО тоже продвигает данную методику.

Она использует испытательный кабель 50м провода положенный на грунт, с одного конца он заземлен, с другого подключают генератор из комплекта, заземляя другую клемму последнего также на грунт. Если подниматься с прибором вверх то несмотря на небольшую длину кабеля (50м), то выдерживая строгую вертикальность можно откалибровать прибор на погрешность 3...5%. Но как это выполнить практически?

На практике трассоискатель передвигают в горизонтальной плоскости испытательного кабеля. А здесь начинает влиять так называемая подстилающая поверхность грунта (особенно в зависимости от частоты).

Более подробный анализ достигаемых погрешностей КАЛИБРОВКИ показывает, что это выполнимо для глубин до 2м.

Ниже приводятся формулы и расчеты достижимых погрешностей КАЛИБРОВКИ по этим методикам.

$M_n := 25$ M_n - половина длины проводника

$r := 0.5 .. 10$ r - расстояние от проводника до оси нижней катушки

$$\phi(r) := \operatorname{atan} \left(\frac{r}{M_n} \right)$$

$$U1(r) := \frac{1}{r} \cdot \left(\cos(\phi(r)) - \cos \left(\phi(r) + \frac{\pi}{2} \right) \right)$$

Напряжение наведенное в катушке от проводника длиной $2 \times M_n$. (ток 1А).
(см. "Справочник по физике" Б.М.Яворский и А.А.Детлаф М.1979г. стр.430).

$$\Delta U1(r) := \frac{\left| \frac{1}{r} - U1(r) \right|}{\frac{1}{r}} \cdot 100$$

погрешность определения напряжения в приемных датчиках, для измерения глубины в %

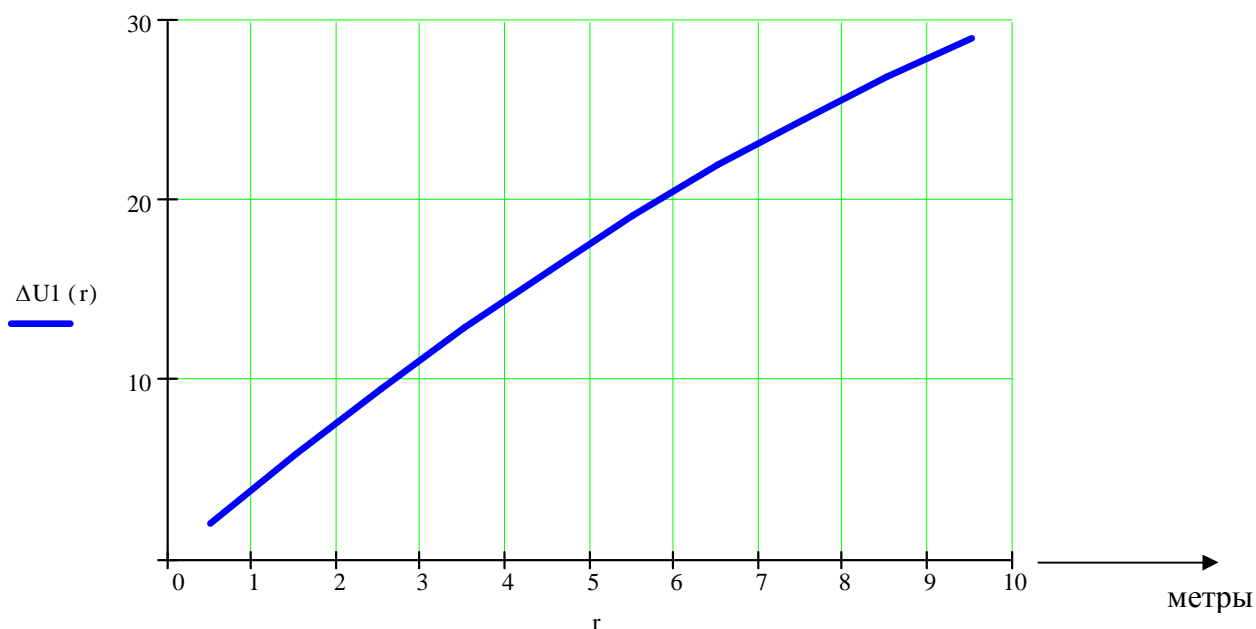


График погрешности напряжения наведенного в датчиках от реального проводника длиной $2 \times M_n$ и идеального (т.е. бесконечно длинного)

Таким образом на расстоянии больше 6м. напряжение наведённое в датчиках отличаются от идеального более чем на 20% (*к вопросу об измерении тока???*).

Многие производители заявляют о погрешности измерения тока не более 10%.

Расчет измерения глубины залегания для идеального проводника (т.е. бесконечно длинного) и то что получается для проводника по предлагаемым методикам (длина 50м) приведены ниже.

$L := 0.5$ расстояние между приёмными датчиками (заглаживается производителем)

$k := 1$ поправочный коэффициент при калибровке

$$\phi_1(r) := \operatorname{atan}\left(\frac{r + L}{Mn}\right)$$

$$U_2(r) := \frac{1}{r + L} \left(\cos(\phi_1(r)) - \cos\left(\phi_1(r) + \frac{\pi}{2}\right) \right)$$

$$U_{1id}(r) := \frac{1}{r} \quad \text{напряжение в нижнем датчике при идеальных условиях}$$

$$U_{2id}(r) := \frac{1}{r + L} \quad \text{напряжение в верхнем датчике при идеальных условиях}$$

$$H(r) := L \cdot \frac{U_2(r) \cdot k}{U_1(r) - U_2(r)}$$

$$H_{id}(r) := L \cdot \frac{U_{2id}(r)}{U_{1id}(r) - U_{2id}(r)}$$

$\Delta(r) := H(r) - H_{id}(r)$ абсолютная погрешность измерения глубины залегания

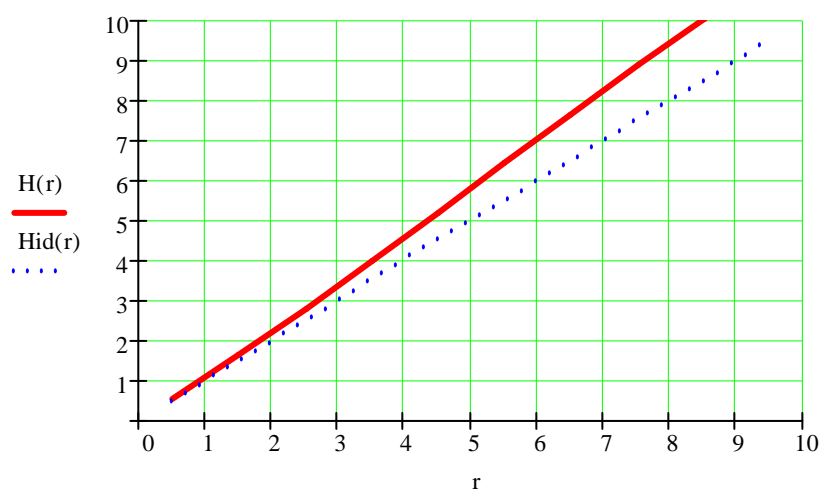
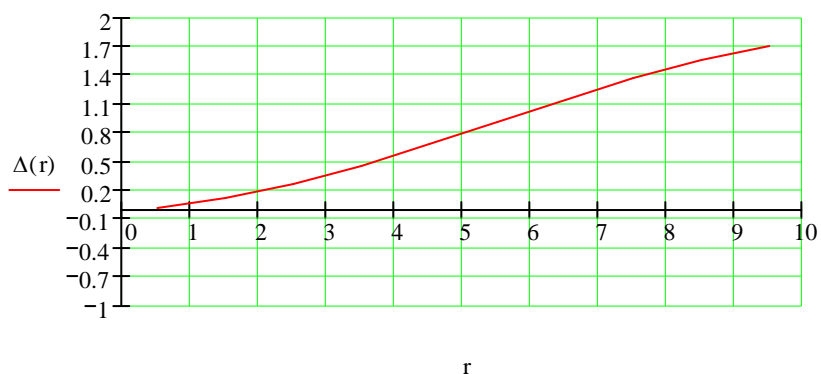


График зависимости измеренных значений при идеальном случае (синий пунктир) и реальных условиях (красная линия).



В соответствии с правилами метрологии о тройном метрологическом запасе (т.е. установка для проведения ПОВЕРКИ должна иметь погрешность в 3 раза лучше, чемверяемое изделие) использовать данные методики на ПОВЕРКУ погрешности измерения (5...7)% вообще НЕВОЗМОЖНО!

Предположим, что проводится калибровка на расстоянии 6м. (см. поправочный коэффициент «к» равен 0,85).

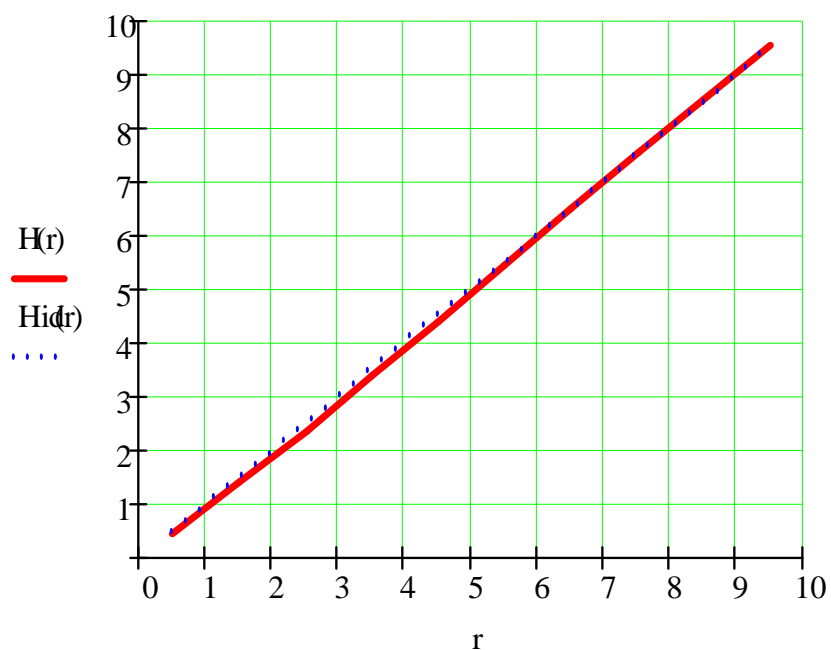


График зависимости измеренных значений при идеальном случае (с условиях (красная линия).

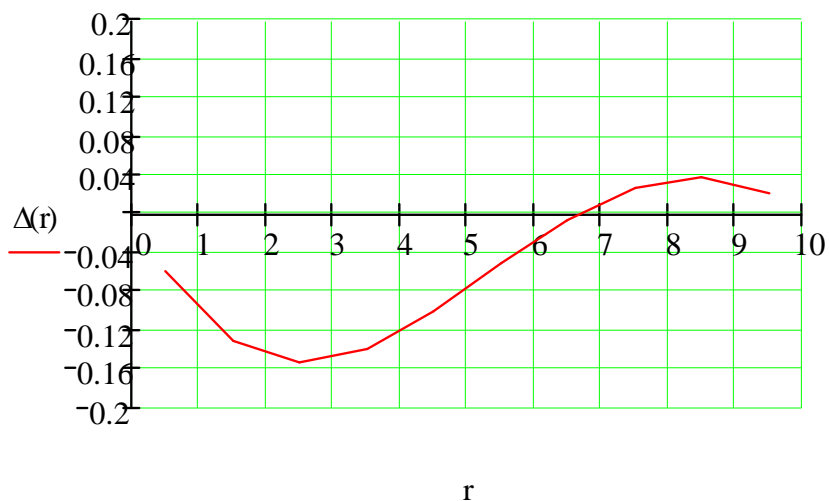


График абсолютной погрешности калибровки

Из последнего графика видно, что даже проведя КАЛИБРОВКУ на 6м, прибор на глубинах 1..2м будет иметь погрешность (7...8)% .

Чтобы обеспечить заданные (рекламируемые!) погрешности калибровки не более 5%, необходимо проводить КАЛИБРОВКУ прибора в середине нормируемого диапазона глубин, т.е. около 3м (поправочный коэффициент «к» равен 0,895).

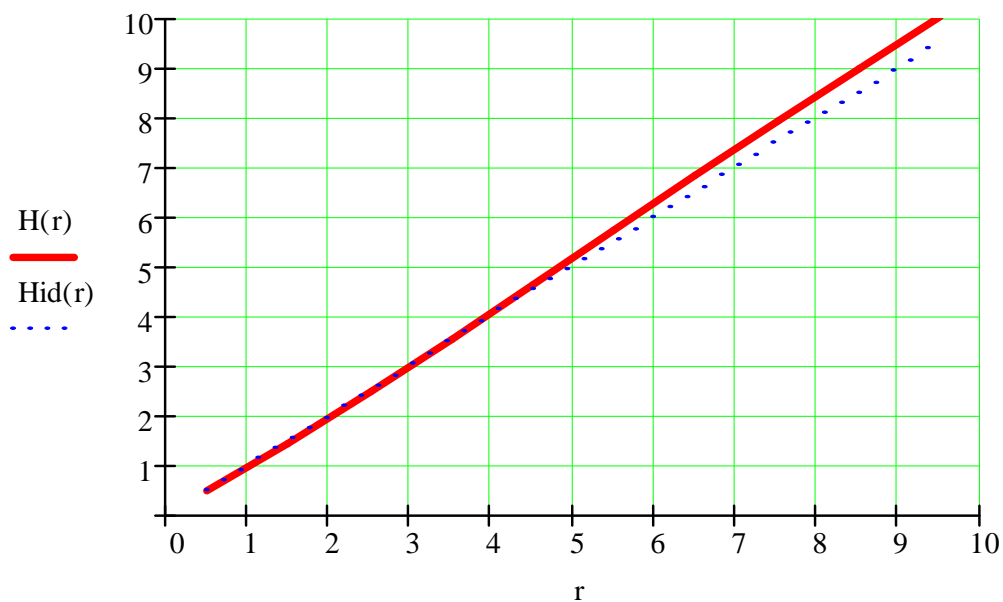


График зависимости измеренных значений при идеальном случае (синий пунктир) и реальнь условиях (красная линия).

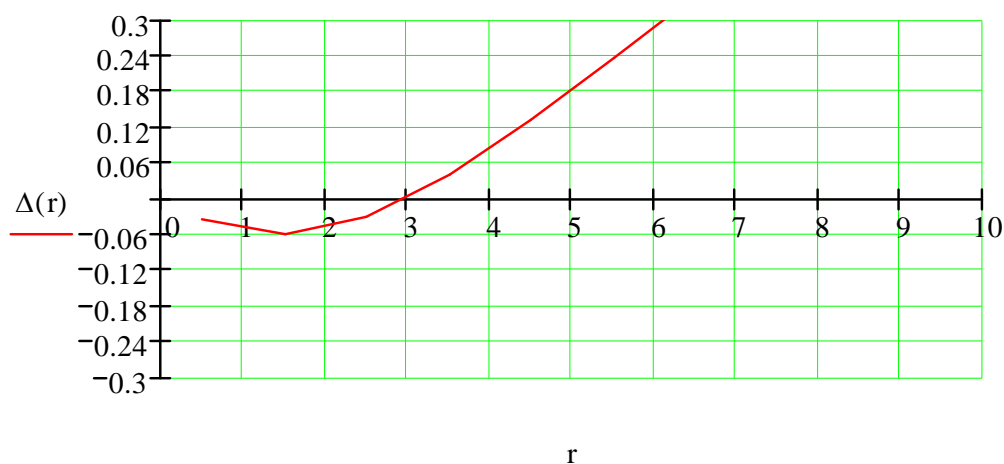


График абсолютной погрешности калибровки

Приведём графики погрешностей для длины проводника, используемого при калибровке при 300м (коэффициент «Мп») при калибровочном коэффициенте «к» равном 1.

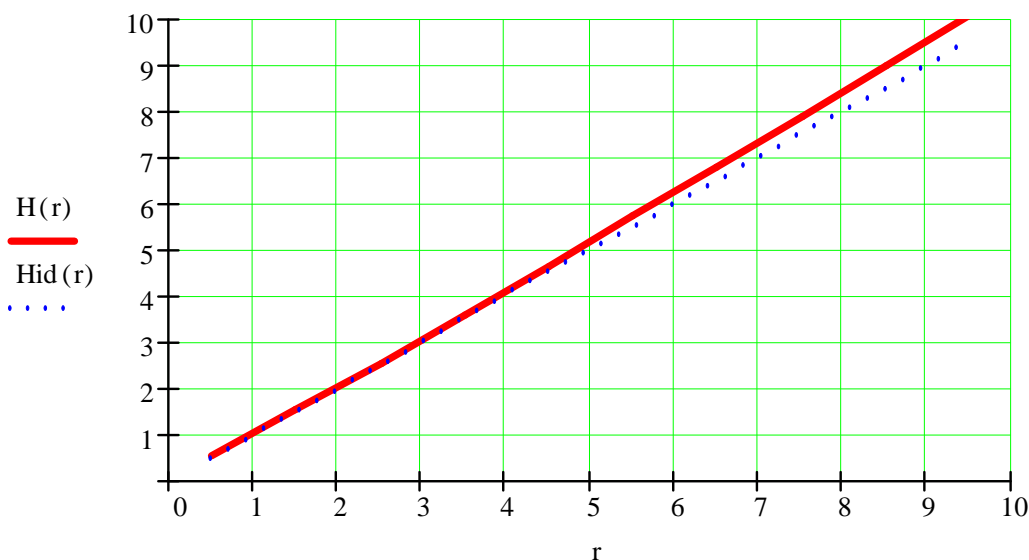


График зависимости измеренных значений при идеальном случае (синий пунктир) и реальных условиях (красная линия).

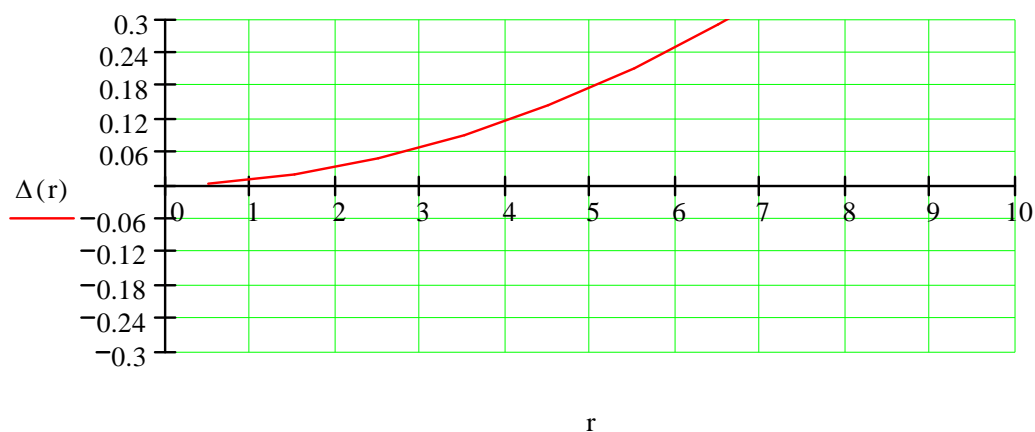


График абсолютной погрешности калибровки

Для обеспечения погрешности установки не более 2% (приблизительно тройной метрологической запас на погрешность измерения прибора не более 5-6%) длина проводника должна быть не менее 600 метров! (см. графики ниже).

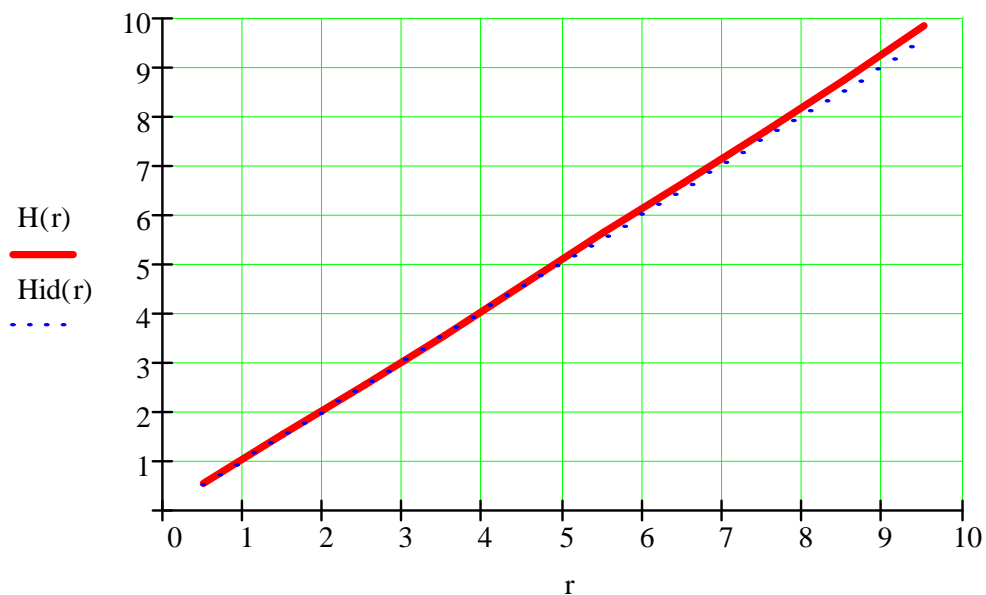


График зависимости измеренных значений при идеальном случае (синий пунктир) и реальных условиях (красная линия).

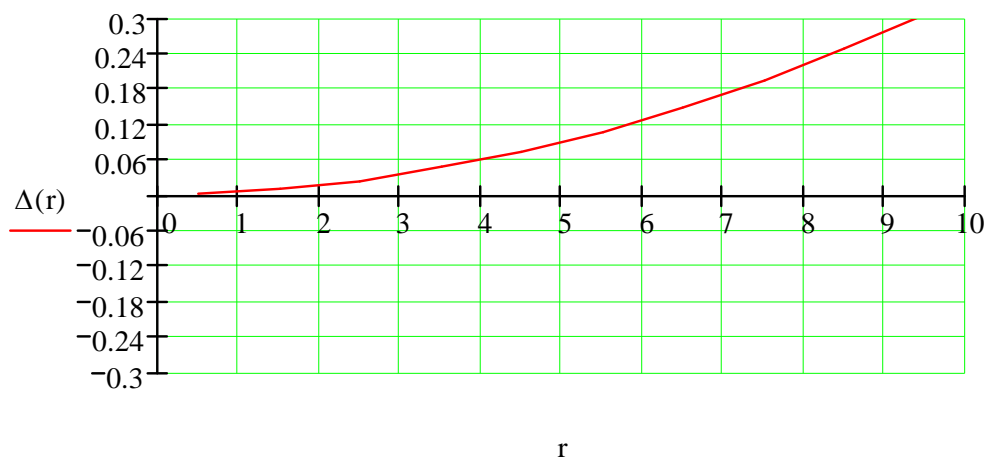


График абсолютной погрешности калибровки

Дополнительное замечание.

Все расчёты для методики длинного проводника приведены без учёта влияния «подстилающей поверхности» грунта.

