

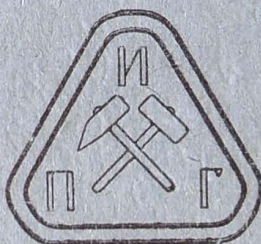
Bulletin of the Institute of Practical Geophysics
of the Supreme Council of Public Economy
Leningrad № 1 — 1925 U. S. S. R.

И. А. 580

14

ИЗВЕСТИЯ
Института Прикладной Геофизики

Высшего Совета Народного Хозяйства



В ы п. 1

Ленинград — 1925

Издание Института Прикладной Геофизики

Ленинград, Васильевский Остров, 21 линия, д. № 8-а

Радио в горной разведке.

А. Петровский.

Содержание. 1. Начало применения радио в горной разведке. 2. Теневой метод. 3. Лучевой метод. 4. Интерференционный метод. 5. Возвратный метод. 6. Волномерный метод. 7. Значение коротких волн. 8. Современное положение этого дела.

1. Идея применения радио в горной разведке возникла вскоре после того, как появились на рынке первые технически сконструированные радиоаппараты. В шведском журнале „Teknikern“ от 24 августа 1904 г. напечатана статья Трюстедта под названием: „Vorschläge zu einer Methode, im Erzgebirge von Pitkranta nichtmagnetische Erze, insbesondere Kupfererze, von der Tagesoberfläche aus durch die Geschiebedecke hindurch aufzusuchen, bzw. nachzuweisen“. Как сообщает Трюстедт ¹⁾, эта статья была написана значительно ранее и в рукописном виде с пометкой „21 февраля“—1901 г. уже была известна в Германии некоторым лицам.

В вышеуказанной статье описываются опыты, произведенные Трюстедтом по следующему методу (лучевой метод).

По обе стороны от предполагаемого места залежи устанавливаются радиостанции: передающая и приемная, рис. 1. Совместив при помощи диоптров фокальные плоскости зеркал А и В, поворачивают последние до тех пор, пока приемник не придет в действие, вследствие попадания в него луча, отраженного от линзы R, лежащей под землею. Экран С, помещенный в промежутке между станциями, загораживает прямые электромагнитные лучи. Легко вывести, что, при глубине залегания h , высоте расположения радиостанций h_0 , расстоянии их l и угле наклона зеркал

¹⁾ Trüstedt. Ueber Ersuchen mittels Elektrizität. Zs. f. prakt. Geologie 20, 159—162, 1912.

к горизонту, равном α , глубина залегания может быть приближенно рассчитана по формуле:

$$h = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha - h_0 \dots \dots \dots (1)$$

Примитивность установки, применявшейся Трюстедтом, не могла способствовать получению очень благоприятных результатов, а вместе с тем и распространению метода. Только с улучшением искровых радиостанций идея приме-

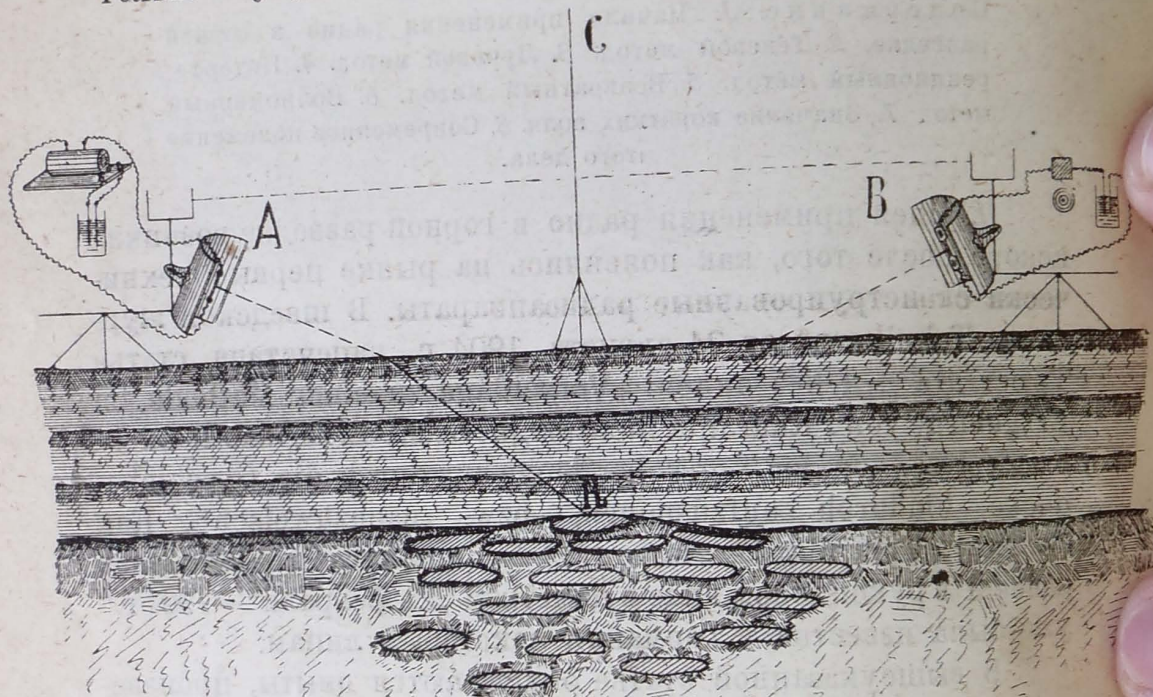


Рис. 1.

Схема опытов Трюстедта.

нения эм. волн к исследованию внутренности земли вновь появляется (повидимому самостоятельно) в статье, подписанной двумя германскими учеными: Леви и Леймбахом¹⁾. Это совпадает как-раз с тем временем, когда известный сейсмолог Вихерт указал на возможность исследования внутреннего строения земного шара при посредстве изуче-

¹⁾ Heinrich Löwy u Gotthelf Leimbach. Eine Elektrodynamische Methode zur Erforschung des Erdinnern (Erste Mitteilung). Phys. Zs., 11, 697 — 705, 1910.

См. также: Leimbach. Elektrot. Zs., 32, 237 — 238, 1911; Löwy u Leimbach. Elektrot. Zs., 32, 835, 1911.

ния упругих волн, распространяющихся при землетрясениях. Производя опыты в Геттингенском плавательном бассейне, Леви и Леймбах убедились, что, даже при применении антенн обычного типа, явление отражения может быть констатировано, если только волна не слишком длинна. Но коротким волнам трудно придать значительную интенсивность и потому работа была перенесена в калийные копи Hercinia bei Vienenberg, а затем Ronnenberg bei Hannover и Gewerkschaft Deutschland bei Wetzen, где можно было пользоваться волнами в несколько сот метров длиной. Результаты этих работ были описаны в 1912 году¹⁾. Они показали, что волны длиной от 200 до 700m свободно проходят сквозь толщу породы (каменная соль, ангидрит и глина) на расстояние до 1200m. Здесь было положено основание применению методов абсорбции и интерференции. Что касается возвратного и волномерного методов, то они появились немного позднее.

Дадим теперь краткую характеристику каждому из пяти вышеуказанных методов.

2. *Теневой метод* применим в тех случаях, где имеется проводящий слой значительной величины, хотя бы небольшой мощности. Пусть, напр., рис. 2, требуется провести между двумя шахтами поперечный ход сквозь толщу каменной соли. Если внутри породы имеются трещины, то собирающаяся в них вода, растворяя постепенно соль, образует в промежутке бассейн, сообщение которого с шахтой грозит последней затоплением. Пользуясь теневым методом, можно установить наличие такого бассейна, т. к. заполняющая его жидкость обладает значительной проводимостью²⁾ ($\gamma \approx 0,1 \Omega^{-1} \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2}$), тогда как окружающая порода есть почти идеальный диэлектрик ($\gamma \approx 10^{-16} \Omega^{-1} \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2}$).

Электромагнитная волна, направляясь из точки В, еще может быть принята в точке В₁, но не принимается в точке А₃. Переместив передающую станцию в точку А, мы тем самым передвинем и границу тени в точку А₃ и т. д.

¹⁾ Löwy u Leimbach. Eine elektrodynamische Methode zur Erforschung des Erdinnern (Zweite Mitteilung). Phys. Zs., 13, 397 — 402, 1912.

²⁾ Цифровые данные для электрических свойств горных пород и руд имеются в статье: Heinrich Löwy. Dielektrizitätskonstante und Leitfähigkeit der Gesteine. Ann. d. Phys., 36, 125 — 133, 1911.

Нет никакого затруднения, имея разрез местности и нанеся места расположений передающей и приемной радиостанций, выяснить границы опасного бассейна.

В действительности, работа по методу абсорбции осложняется явлением дифракции, которое сдвигает границу тени в сторону, и явлением неполного поглощения, которое делает всю тень расплывчатой. Учет этих явлений трудно дать в общей форме, т. к. он зависит от частных условий

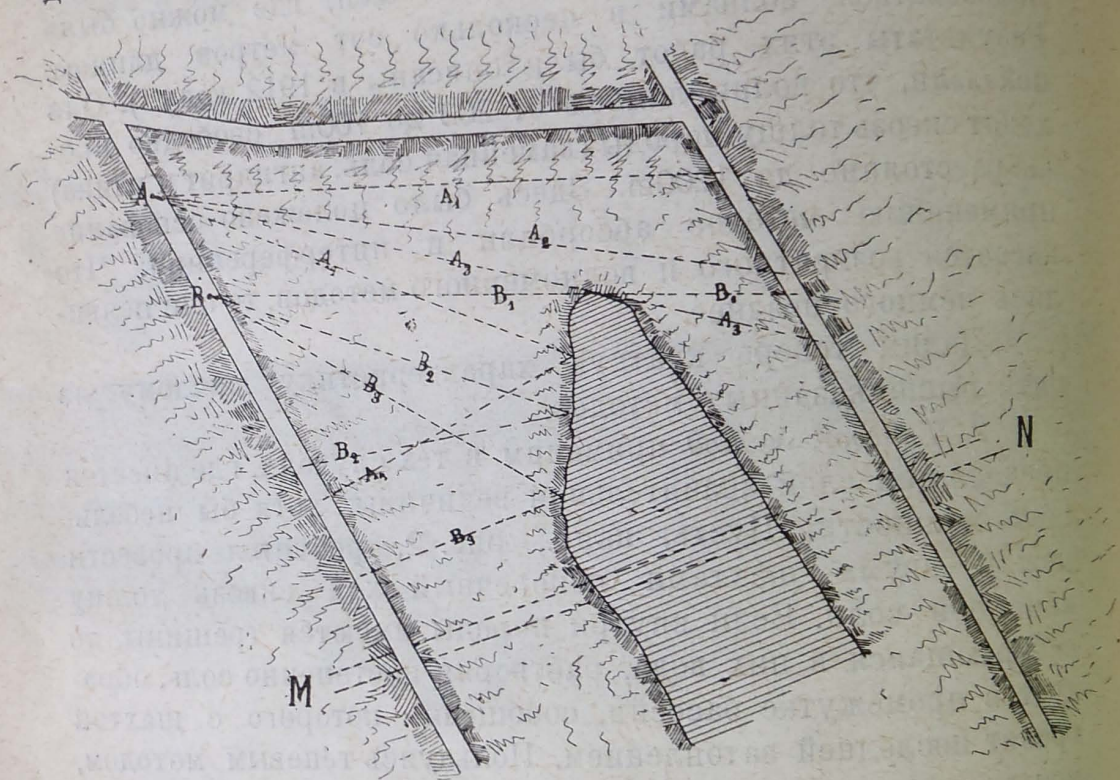


Рис. 2.

Схема разведки теньевым методом.

работы, напр., от формы очерчиваемого бассейна, удельной проводимости и длины применяемой волны. В частности, для вышеприведенного случая шахты в залежах каменной соли имеет приблизительно:

Удельная проводимость: $\gamma = 0.1 \Omega^{-1} \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2}$;

Диэлектрическая постоянная: $\epsilon = 80 \text{ cgs}$, откуда можно подсчитать ¹⁾, что, при волне $\lambda = 100 \text{ m}$, множитель поглощения равен: $A = 0.109 \text{ cm}^{-1}$.

¹⁾ Проф. А. Петровский. Н. О. Б. Т., ч. I-ая, 1913, стр. 308.

Эта величина указывает нам, что, при мощности водной жилы в 50см, она дает почти полную тень.

3. Лучевой метод, рис. 3, весьма прост по идее, но требует направляемой радиоустановки, как в передающей, так и в приемной части. Мощность рудного тела для него безразлична, но необходимо, чтобы оно обладало значительной разницей в диэлектрической постоянной от окружающей породы или же имело хорошую проводимость. Поэтому он применим для нахождения самородных металлов $\gamma = 10^5$ —

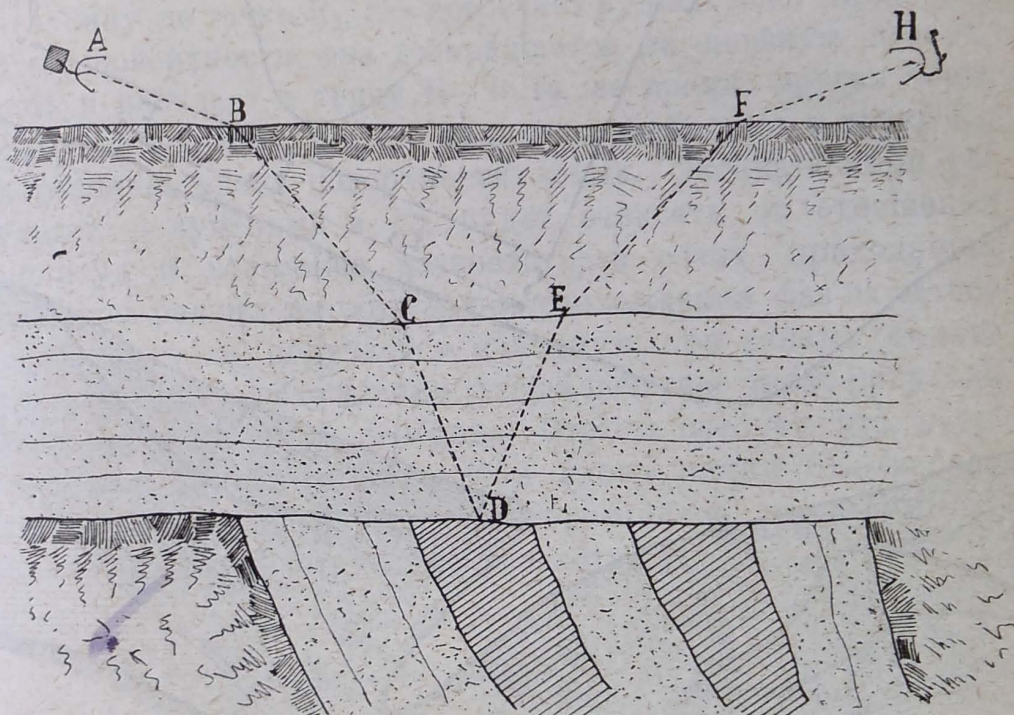


Рис. 3.

Схема разведки лучевым методом.

$-10^6 \Omega^{-1} \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2}$), некоторых хорошо проводящих руд, напр., магнитного железняка ($\gamma = 1 - 10 \Omega^{-1} \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2}$), или же непроявляющих, но имеющих значительную диэлектрическую постоянную, как, напр., красный железняк ($\gamma = 10^{-8} \Omega^{-1} \frac{\text{cm}}{\text{cm}^2}$, $\epsilon \approx 25 \text{ cgs}$).

Не следует думать, что простота идеи лучевого метода дает ему особые преимущества. Как видно из рисунка 3, ход электромагнитных лучей ABCDEFH не является прямолинейным, т. к. на границе воздуха и почвы, т. е. в точках В и F на-

ступает преломление силовых линий. При наличии нескольких пород с различными свойствами, это преломление наступает также на каждой границе раздела, напр., в точках С и Е, и может сильно повлиять на направление луча, выходящего из земли. Кроме того, преломление всегда сопровождается частичным отражением, коэффициент которого зависит от угла падения электромагнитного луча. Напр., расчет пока-

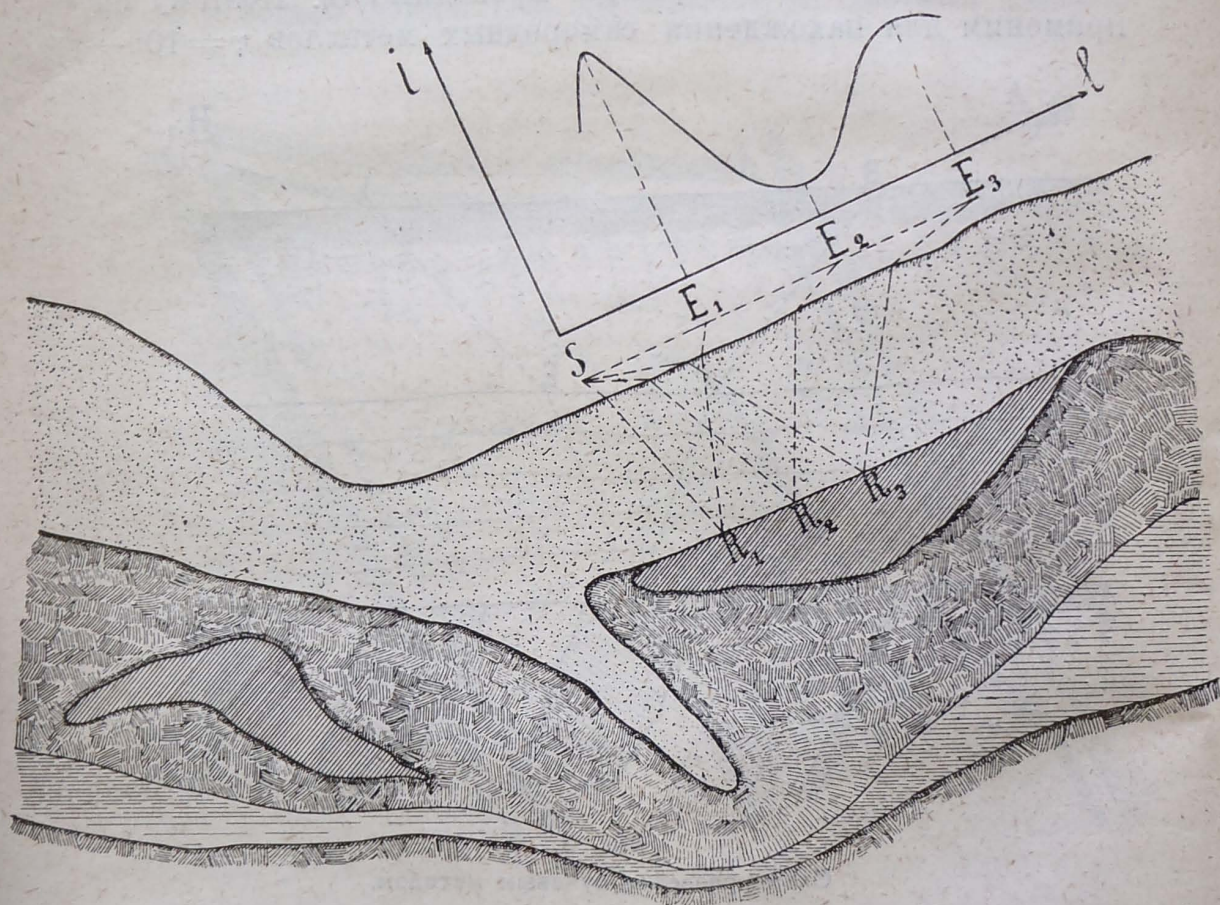


Рис. 4.

Схема разведки интерференционным методом.

зывает, что, при изучении таким методом местности, верхний слой которой представляет известняк ($\epsilon_1 = 10 \text{ cgs} \epsilon$), под которым лежит рудное тело в виде красного железняка ($\epsilon_2 = 25 \text{ cgs} \epsilon$), волна, направленная под углом в 45° к вертикали и поляризованная перпендикулярно плоскости падения, идет в известняке только под углом в $12^\circ 50'$ и имеет амплитуду электрической силы, равную около 0,39 первоначальной. По отражении от поверхности красного железняка

и обратном прохождении покрывающей его породы, амплитуда еще уменьшается, так что амплитуда электрической силы в выходящей волне составляет только 0,16 первоначальной. Для волны, поляризованной в плоскости падения, получаются при тех же условиях падения несколько большие числа, а именно 0,63 и 0,23.

4. Схема применения интерференционного метода показана на рис. 4. Электромагнитная волна, выходящая из точки S, где помещается передающая радиостанция, идет в глубину до точки R₁, где встречает рудное тело. Отражаясь от его поверхности, она возвращается на дневную поверхность и попадает в точку E₁. В то же время, другая часть волны, излученной той же радиостанцией, идет в точку E₁, направляясь вдоль поверхности земли. Окончательный результат, полученный в E₁, будет зависеть от отношения амплитуд и величины разности фаз обеих приходящих волн: при равных амплитудах и расхождении фаз на четное число полуволн, получается максимум; при равных амплитудах, но при расхождении фаз на нечетное число полуволн имеет место минимум действия. Отсюда следует, что, перемещаясь с приемным аппаратом вдоль линии SE₃, наблюдатель заметит поочередно повторяющиеся максимумы и минимумы, соответствующие равенствам:

$$\left. \begin{aligned} \overline{SR_3E_3} - \overline{SE_3} &= 2k \frac{\lambda}{2}, \\ \overline{SR_2E_2} - \overline{SE_2} &= (2k - 1) \frac{\lambda}{2}, \\ \overline{SR_1E_1} - \overline{SE_1} &= (2k - 2) \frac{\lambda}{2} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

и т. д.

Графическое изображение получаемых при этом результатов представлено на том же рис. 4.

Пользуясь ими, можно рассчитать глубину залегания рудного тела.

Второй вариант описываемого метода состоит в том, что наблюдатель, находящийся в точке S, изменяет длину волны, которою работает радиостанция; при этом другой наблюдатель, находящийся в одной из точек, напр., в E₁, замечает поочередное усиление и ослабление передаваемого

сигнала, смотря по тому, получается ли разность хода равной четному или нечетному числу полуволн. Расчет происходит по тем же формулам (2).

Работая этим методом с волнами около 500 метров длиною в соляных коях Ганновера, Леви и Леймбах определили расстояние до отражающего слоя, находившегося на расстоянии около 360 м от места наблюдения, причем отдельные наблюдения давали разногласие всего лишь в несколько метров¹⁾. Наличие такого проводящего слоя было впоследствии подтверждено бурением.

Не требуя направляемой антенны, метод интерференции имеет несомненные преимущества в тех случаях, где подход к отражающей поверхности возможен только с одной стороны. Зато здесь приходится иметь дело с точным физическим измерением, устанавливать приборы значительной чувствительности и считаться с возможными колебаниями интенсивности волн вследствие непостоянства работы передающей радиостанции.

5. Известно, что замыкание цепи вторичной обмотки трансформатора сильно влияет на ток в первичной обмотке: замыкание на короткое имеет обыкновенно следствием усиление первичного тока, а замыкание на соответствующую емкость может вызвать ослабление. Причину описанных явлений служит возвратное действие вторичной обмотки на первичную. Когда электромагнитная волна, отразившись от поверхности проводника, направляется обратно и доходит до своего первоисточника, то она также вызывает в нем усиление или ослабление тока, смотря по тому, происходит ли при этом совпадение фаз электродвижущих сил источника и волны или их полное расхождение.

При отражении от проводника, на его поверхности получается узел электрической и пучность магнитной силы, то же самое имеет место и на расстояниях, представляющих кратные числа полуволн: здесь наблюдается ослабление тока; на расстояниях же, представляющих нечетные числа четвертей волн, получаются пучности э. силы и узлы м. силы: они дают усиление тока²⁾. Первые опыты, показавшие при-

¹⁾ Phys. Zs., 13, 397 — 402, 1912.

²⁾ Проф. А. Петровский. Н. О. В. Т., ч. I-ая, 1913, стр. 277.

годность такого метода, где используется возвратное действие волны, были произведены Шварценауэром ¹⁾ в калийных копях и имели целью отыскание щелочных жил, образовавшихся вследствие проникновения воды в трещины.

Схема применения *возвратного метода* представлена на рис. 5.²⁾ Электромагнитные волны идут от антенны AA', проходят в почву и, отразившись от проводящего, в данном случае от водного, слоя RR', возвращаются обратно, вызывая возвратное действие на передатчик. Антенну AA'

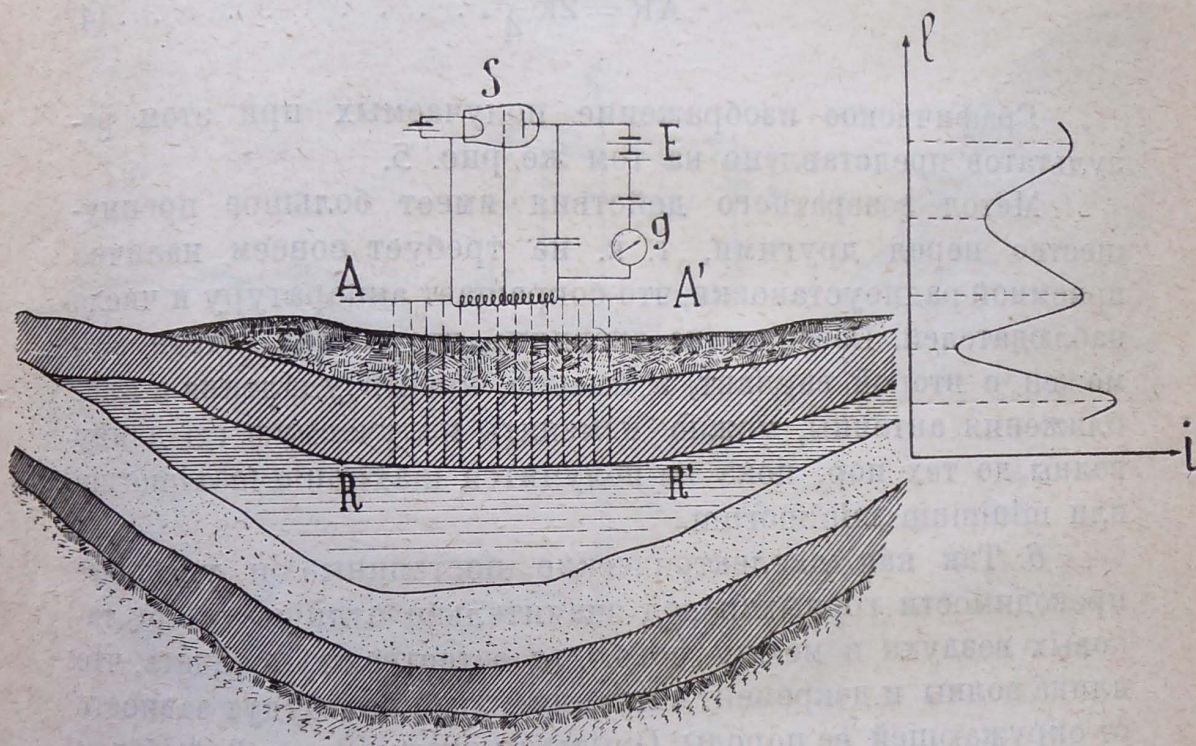


Рис. 5.

Схема разведки возвратным методом.

поворачивают до тех пор, пока возвратное действие на передатчик не достигнет наибольшей величины: это означает, что она расположена приблизительно параллельно отражающей поверхности. Затем антенну приподнимают или опускают параллельно самой себе, при чем возвратное действие еще увеличивается (или уменьшается). Maximum

¹⁾ Schwarzenauer. Untersuchung auf Wassergefahr in Grubenbauen mittels elektrischer Schwingungen. Kali, 8, 285 — 286, 1914.

²⁾ Схема передающей установки на этом и следующем рисунке начерчена несколько иначе, чем общепринято, во избежание перекрещивания линий.

maximum возвратного действия и указывает на то, что расстояние от антенны до отражающего слоя равно нечетному числу четвертей волн; minimum minimum соответствует случаю, когда это расстояние выражается четным числом четвертей волн. След., в первом случае имеем:

$$\overline{AR} = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \dots \dots \dots (3)$$

а во втором:

$$\overline{AR} = 2k \frac{\lambda}{4} \dots \dots \dots (4)$$

Графическое изображение получаемых при этом результатов представлено на том же рис. 5.

Метод возвратного действия имеет большое преимущество перед другими, т. к. не требует совсем наличия приемной радиоустановки, что сокращает аппаратуру и число наблюдателей. Совершенно очевидно, что в этом методе возможен и второй вариант, а именно, вместо удаления и приближения антенны, можно изменять излучаемую ею длину волны до тех пор, пока не получится maximum maximum или minimum minimum.

6. Так как диэлектрические постоянные и удельные проводимости горных пород значительно отличаются от таковых воздуха и между собою, то естественно ожидать, что длина волны и декремент затухания антенны будут зависеть от окружающей ее породы. Опыты, произведенные Леймбахом и Мейером ¹⁾ в карналлитовой выработке размером $30 \times 12 \times 12$ м³, подтвердили вполне это предположение: симметричная антенна длиной 2×16 м, при 20 добавочных витках самоиндукции, имевшая в воздухе длину волны $\lambda_1 = 144$ м, будучи подвешена вплотную у стенки выработки, давала длину волны $\lambda_2 = 170$ м, а при помещении ее в узком карналлитовом штреке $\lambda_3 = 190$ м; в штреке каменной соли она давала длину волны $\lambda_4 = 167$ м, а в штреке ангидрита $\lambda_5 = 170$ м; присутствие влаги также сказывалось повышением д. постоянной и удлиняло волну, при чем остатки от старой

¹⁾ Gotthelf Leimbach u. Erich Meyer. Die Beeinflussung der Antennenkapazität durch die Dielektrizitätskonstante (und Leitfähigkeit) ihrer Umgebung. Phys. Zs., 14, 447—451, 1913.

выработки давали более короткую волну, чем свежие: вышеупомянутая антенна изучала в первом случае $\lambda_6 = 170$ м, а во втором — $\lambda_7 = 230$ м. Эти исследования можно считать началом применения волномерного метода.

Схема волномерного метода представлена на рис. 6. Антенной служит изолированная проволока А; вся система возбуждается при посредстве небольшой генераторной установки, причем с помощью волномера производят измерение

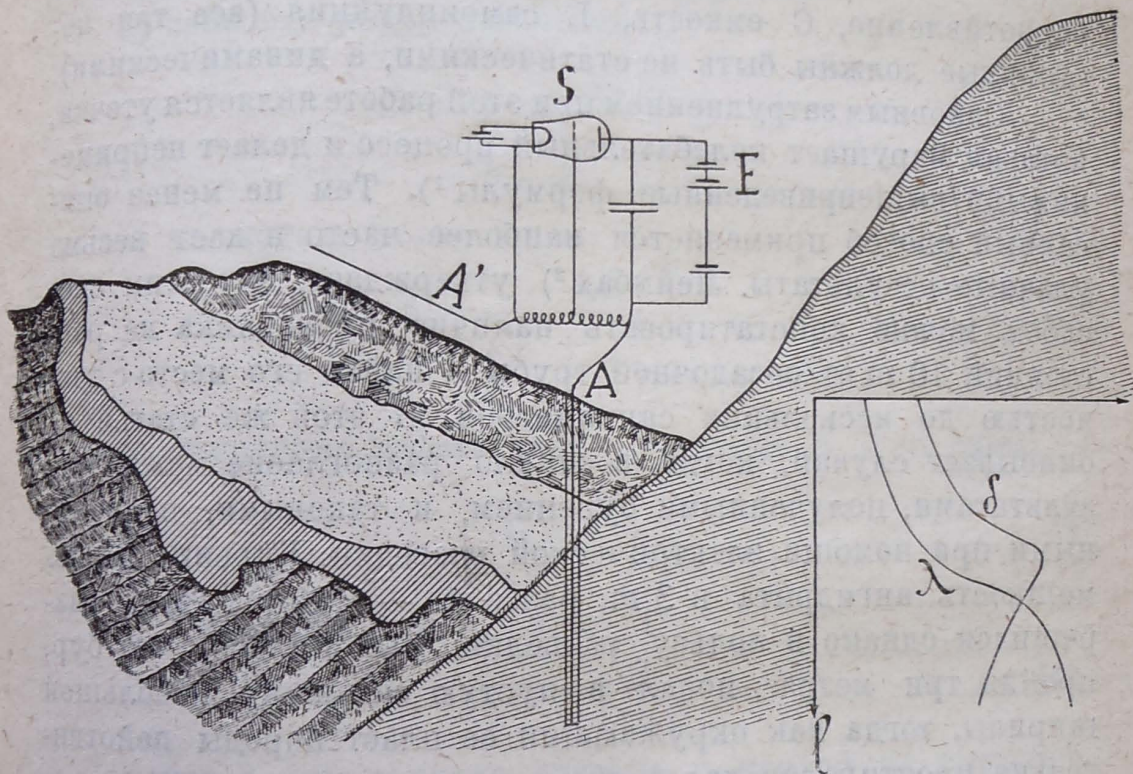


Рис. 6.

Схема разведки волномерным методом.

длины волны λ и декремента затухания δ или же действующего сопротивления антенны. По мере удлинения антенны, а вместе с тем и приближения ее к проводящему телу, λ и δ увеличиваются; это возрастание делается очень резким, когда конец антенны находится на траверсе, а затем оно вновь сглаживается. В том случае, когда антенна проходит, касаясь самого проводника, в точке касания получается узел потенциала и длина волны изменяется особенно резко. Графическое изображение получаемых при этом результатов представлено на том же рис. 6. Руководящими форму-

лами для расчета в этом случае служат—выражение длины волны:

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{LC} \dots \dots \dots (5)$$

и декремента затухания:

$$\delta = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}} \dots \dots \dots (6)$$

в которых c есть скорость света в пустоте ($c = 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$), R сопротивление, C емкость, L самоиндукция (все три постоянные должны быть не статическими, а динамическими).

Основным затруднением при этой работе является утечка, которая нарушает колебательный процесс и делает неприменимыми вышеприведенные формулы¹⁾. Тем не менее описанный способ применяется наиболее часто и дает весьма удачные результаты. Леймбах²⁾ утверждает, что этим способом можно констатировать наличие проводника на расстоянии 10 м от обсадочной трубы и найти его место с точностью до нескольких сантиметров. В этой же статье он описывает случай, когда возникло разногласие между результатами, полученными бурением, и таковыми, полученными при помощи электрической разведки. Бурение давало мощность ангидрита в 3 м, разведка — в 10 м. Спор разрешился однако в пользу разведки: выяснилось, что бур, пройдя три метра, попал в пустую скважину небольшой ширины, тогда как окружающий ее пласт породы действительно простирался далее, имея полную мощность в 10 м.

Описанный метод применялся не только для разведки полезных ископаемых, но и при других исследованиях, напр., для выяснения вопроса о том, замерзла ли вода вокруг охладительных труб, применяемых при горных работах, для исследования процесса застывания цемента³⁾, которым заливаются неширокие скважины, и т. п.

1) Проф. Петровский. Н. О. Б. Т. ч. 1-я, 1913, 75—79.

2) Leimbach. Elektrische Schwingungen zur Erforschung des Erdinnern. Kali, 8, 157—161, 1914.

3) Подробности таких исследований в популярном изложении, см. статьи:

1) Gotthelf Leimbach. Physikalische Aufschlussarbeiten im Bergbau. Glückauf, 51, 333—340, 1915;

7. Каким бы методом ни производилась разведка, во всех случаях выдающуюся роль играет длина волны, иными словами, частота колебаний. Не говоря уже о методах интерференции и возврата, где длина волны непосредственно входит в расчет результата, она имеет большое значение и в остальных методах, т. к. влияет на прозрачность породы. Действительно, теория показывает, что четыре элемента, характеризующие распространение незатухающей волны в среде, выражаются следующими формулами¹⁾.

а) скорость распространения:

$$V = \frac{V_0}{\sqrt{\frac{1}{2}(1+p)}} \dots \dots \dots (7)$$

б) множитель поглощения:

$$A = \frac{A_0}{\sqrt{\frac{1}{2}(1+p)}} \dots \dots \dots (8)$$

в) отношение множителей амплитуды э. и м. силы:

$$G = \frac{G_0}{\sqrt{p}} \dots \dots \dots (9)$$

г) сдвиг фаз э. и м. силы:

$$\operatorname{tg} \Delta = \frac{n}{1+p} \dots \dots \dots (10)$$

Длина волны в среде связана с первой из вышеприведенных формул и с частотой соотношением:

$$\lambda = \frac{V}{N} \dots \dots \dots (11)$$

В этих формулах коэффициенты V_0 , A_0 , G_0 суть те значения, которые имели бы скорость распространения, мно-

2) Gotthelf Leimbach. Elektrische Wellen und Schwingungen zur Erforschung des Erdinnern. Zs. des Vereines deutscher Ingenieure, 1298—1300, 1914.

3) Leimbach. Ueber die Anwendung elektrischer Schwingungen (drahtloser telegraphie) zur Erforschung des Erdinnern besonders in Kalibergbau Kali, 7, 433—442, 1913.

4) Gotthelf Leimbach. Physikalische Aufschlussarbeiten im Berg und Schachtbau. Kali, 11, № 4, 1917.

1) Проф. Петровский. Н. О. Б. Т., ч. 1-я, 1913, стр. 308—309.

житель поглощения и отношение множителей амплитуды в данной среде, если бы она не имела вовсе проводимости, но сохранила прежние диэлектрические и магнитные свойства; они выражаются формулами:

$$V_0 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \dots \dots \dots (12)$$

$$A_0 = 2\pi\gamma \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \dots \dots \dots (13)$$

$$G_0 = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \dots \dots \dots (14)$$

Величины же n и p суть сокращенные обозначения выражений:

$$n = \frac{2\gamma}{\epsilon N} \dots \dots \dots (15)$$

$$p = \sqrt{1 + n^2} \dots \dots \dots (16)$$

Наконец, γ , ϵ , μ , N означают соответственно удельную проводимость, диэлектрическую постоянную, магнитную проницаемость среды и частоту колебаний (т. е. число периодов в секунду). Общая картина зависимости всех вышеуказанных элементов представлена на рис. 7, где на оси абсцисс отложена длина волны в метрах, а четыре кривые представляют изменения: I — скорости распространения и множителя поглощения, II — длины волны в среде, III — отношения множителей амплитуды и IV — сдвига фаз¹⁾.

Из этих формул следует, что в конечном итоге скорость распространения, множитель поглощения и отношение множителей амплитуды изменяются, увеличиваясь при возрастании частоты N , а длина волны и сдвиг фаз уменьшаются: при весьма большей частоте во всякой среде резко выступают диэлектрические свойства; напротив, уменьшение частоты N вызывает уменьшение первых трех и увеличение двух последних элементов и в среде начинают доминировать свойства проводника. Если принять во внимание, что удель-

¹⁾ Кривые относятся к морской воде ($\gamma = 10^{-11}$ cgsu., $\epsilon = 80$ cgsu., $\mu = 1$ cgsu.).

ные проводимости горных пород в большинстве случаев имеют величину примерно $\gamma = 10^4 - 10^7$ электростатических единиц, а диэлектрические постоянные лежат между $\epsilon = 5 - 20$ электростатических единиц, то легко установить простым подсчетом, что вышеуказанный переход сред из проводников в диэлектрики должен иметь место при частотах, лежащих в пределах, $N = 10^3 - 10^7 \frac{c}{s}$, что соответствует длинам волн $\lambda = 300 \text{ km} - 30 \text{ m}$. Это указывает нам, что, применяя волны различной длины, наблюдатель имеет возможность сильно

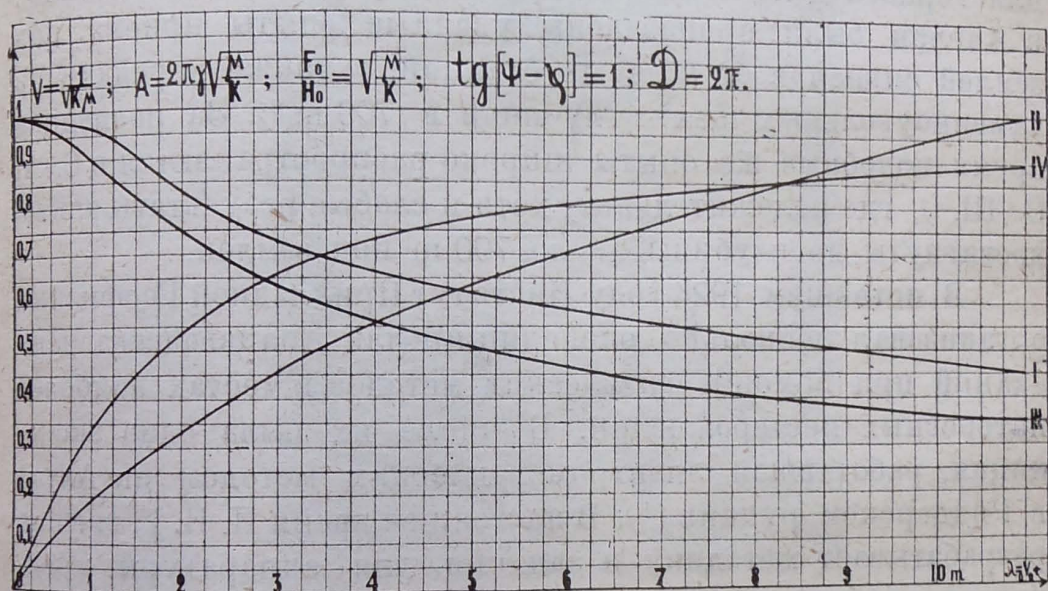


Рис. 7.

Электромагнитные характеристики морской воды.

влиять на прозрачность породы: даже весьма короткие волны проникают горные породы на значительную глубину. Действительно, опыты, произведенные в каменноугольных копях С.-А. С. III. с волнами в 100—300 м, показали, что сигналы передаются отчетливо сквозь толщу угля, доходящую до 16 м¹⁾.

Применение коротких волн имеет крупные преимущества: аппаратура приобретает небольшие размеры, делаясь портативной, а вместе с тем облегчается устройство приспособлений, дающих излучаемой волне определенное направление. Если принять во внимание, что в лабораторной

¹⁾ El. Review. 5, 1, 1924.

обстановке имеется возможность получать волны длиною до $\lambda = 0,8 \text{ mm}^1$) и даже до $\lambda = 0,08 \text{ mm}^2$), то ясно, что устройство технической радиоустановки, излучающей волны длиною в несколько метров, в настоящее время не представит непреодолимых затруднений.

8. Из вышеизложенного очерка видно, что к началу мировой войны уже были испытаны на практике все важнейшие принципы, лежащие в основе учения об электромагнитных волнах. Война отодвинула этот вопрос на задний план, но по ее окончании интерес к применению эм. волн для горного дела вспыхнул с особенной силой. Уже в 1922 г. в Англии были произведены удачные опыты приема под землей сигналов от мощных станций, а также передачи из каменноугольных шахт глубиной в 700 м ³). За последнее время подобные же опыты широко распространяются в С.-А. С. Ш. ⁴), где положительные, хотя и слабые результаты также достигнуты до глубины около 700 м под землей.

В истекшем 1924 году Институт Прикладной Геофизики организовал несколько экспедиций для производства изысканий при помощи физических методов в местах наиболее интересных месторождений. В числе их была одна экспедиция, работавшая электрометрическим методом на Алтае в Риддерском руднике ⁵). В настоящее время И. П. Г. спешно разрабатывает методику и задания для аппаратуры, предназначенной для производства изысканий при помощи электромагнитных волн (ондометрический метод). Работа ведется в тесном контакте с Ленинградской Экспериментальной Электротехнической Лабораторией Н. Т. О. (ЛЭЭЛ), которая взяла на себя детальное проектирование и постройку аппаратов. Последняя уже близится к концу и в ближайшее время портативная станция для горной разведки войдет в стадию испытаний. Внешний вид ее представлен на рис. 8. Как видно

¹) Nichols u Tear. Ganz Kurze elektrische Wellen. Elektrot. Zs., 1924, 779.

²) Глаголева-Аркадьева. Массовый излучатель, как источник ультрагерцевых волн до 82p. Т и Т б П (Телеграфия и телефония без проводов), 1924, 113—114, № 23.

³) Техника связи, № 4—5, 1923, стр. 161.

⁴) Electr. Review, 5, 1, 1924. Eng. a. Min. Journ. Press. 117, 1924, 273 a. 412.

⁵) См. выше А. Петровский. Электрометрические методы..., стр. 107.

из него, установка имеет небольшой размер и вес, главным образом обусловленный тяжестью необходимого для питания источника тока, и работает короткими волнами. Имеется полное основание рассчитывать, что летом 1925 г. новая радио-

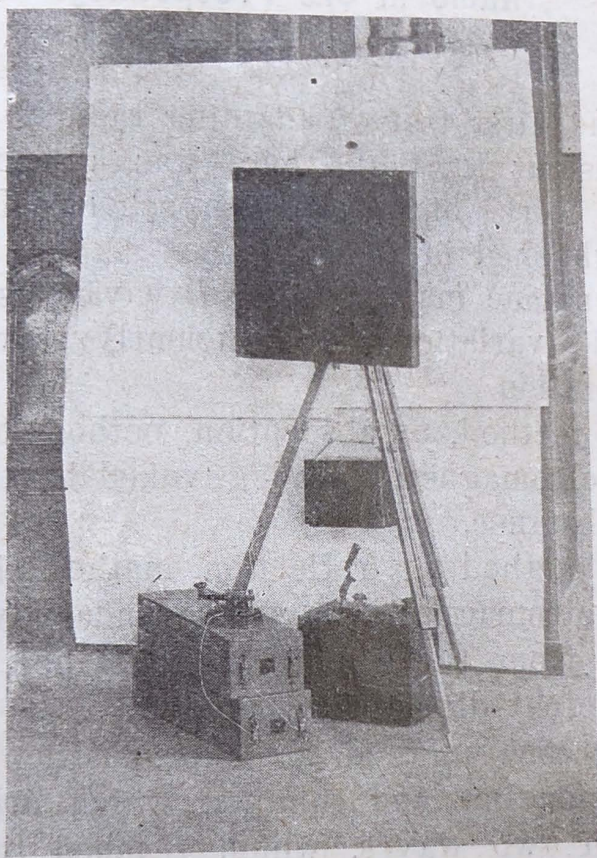


Рис. 8.

Портативная радиостанция для горной разведки.

станция для горной разведки вступит в строй и применение электромагнитных волн заполнит тот пробел среди методов, который в настоящее время еще остается, как тяжелый укор и указание на нашу отсталость в этой области.

Radio in Ore Prospecting.

By A. Petrowsky.

From the first test of adapting radio to ore detection, made by Trüstedt in 1901, there was a respite in this domain, till the works of the german scholars Lewi and Leimbach were published in 1910.

At present one may consider five various methods, not counting single variations, as sufficiently proved and having a practical solution.

1. Shade method, or absorption method, based on observation of electromagnetic shade, evoked by the presence of conducting substance.

2. Beam method or reflection method, based on a reflection of electromagnetic wave on boundary, which separates the dielectric from the conducting substance, or two dielectrics with different dielectric constants.

3. Interference method, or superposition method, based on observing maxima and minima, which are produced by interference of two waves, which reached the receiver by different ways.

4. Return method, or according to german literature „Die Viertelwellenlängen Methode“, based on action upon the transmitter of the wave itself reflected from the boundary separating the dielectric from the conductor.

5. Wave measure method, based on measurement of values, which are characteristic of the oscillating process, such as wave length and decrement.

Practical applications of these methods are closely connected with careful choice of wave length and seemingly the adaption of short waves is the most convenient.
