

интерпретации. Поэтому не приводится детальный анализ природы выделяемых волновых групп, что необходимо будет сделать в дальнейшем.

Поступила 25.III 1991

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АНА

## ЛИТЕРАТУРА

1. Известия АН СССР, Физика Земли, № 9, 1989, с. 68—69.
2. Экспериментальная сейсмология, М.: Наука 1971, 422 с.

Известия АН Армении. Науки о Земле, 1992, XLV, № 4, 64—67

Краткие сообщения

УДК 550.37:621.317.729.3

О. Р. АПРУМЯН

## ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

При разработке методики оперативного прогноза землетрясений применяются широкополосные электрические антенны для регистрации электромагнитного излучения СНЧ и ОНЧ (0,2—30 кГц). С этой целью применяются либо штыревая антенна с установкой повторителя напряжения у основания штыря, либо антенна в форме шара с расположенным внутри входным усилителем [2].

Отмечен ряд преимуществ шаровой антенны перед штыревой [3]. У нее почти вдвое большая действующая высота при равных геометрических размерах, а принимающий электрод-шар находится на наибольшей высоте и может быть лучше защищен от влияния влаги на поверхности земли, чем штырь равной высоты. При этом усилитель размещают непосредственно в полости шара антенны для уменьшения монтажной емкости на входе усилителя. Кроме того, из-за большей механической жесткости штанги с укрепленным на ней шаром уменьшаются вибрации антенны в постоянном электрическом поле Земли.

При разработке станции «Крунк», предназначенной для автоматического анализа статистических свойств естественного импульсного электромагнитного излучения Земли в диапазоне частот 0,2—100 кГц требовалось обеспечить:

а) минимальное искажение формы регистрируемого сигнала указанной полосы частот в датчике и кабельной линии связи (КЛС) с анализирующим устройством станции при длине кабельной линии до нескольких км;

б) высокую помехоустойчивость и стабильность коэффициента передачи КЛС при изменении ее геометрии.

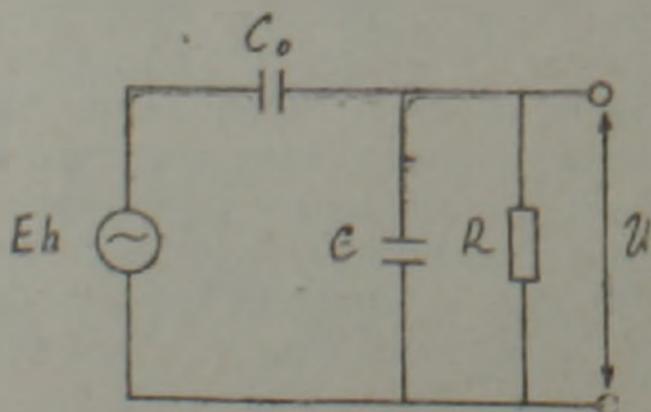


Рис. 1. Эквивалентная схема измерения потенциала шаровой антенны

В качестве основы при разработке датчика была использована шаровая антенна. Из рассмотрения эквивалентной схемы (рис. 1) измерения потенциала шаровой антенной следует, что входное напряжение на усилителе определяется соотношением [3]:

$$U = \frac{\omega C_0 R}{\sqrt{\omega^2 R^2 (C_0 + C)^2 + 1}} E h, \quad (1)$$

где  $E$  — измеряемая напряженность электрического поля,  $h$  — превышение шара над поверхностью Земли,  $\omega = 2\pi f$  — круговая частота сигнала,  $C_0$  — ёмкость антенны,  $R$  и  $C$  — сопротивление и ёмкость нагрузки.

В величину  $C$  входит монтажная и входная ёмкость антенного усилителя. Присутствие монтажной ёмкости, представляющей собой электрическую ёмкость между антенной сферой и заземленными элементами антенны, приводит к значительному подавлению измеряемого сигнала и, соответственно, к искажению его формы.

Схема датчика, удовлетворяющего поставленным требованиям, показана на рис. 2. Металлическая антенна 1 в виде сферы диаметром 250 мм поддерживается трубчатой винилпластовой стойкой 2 на высоте 3,2 м. Внутри антенной сферы 1 концентрически расположена вторая металлическая сфера 3 диаметром 190 мм. Назовем ее «экранной сферой». Экранная сфера 3 электрически связана с трубчатым экраном

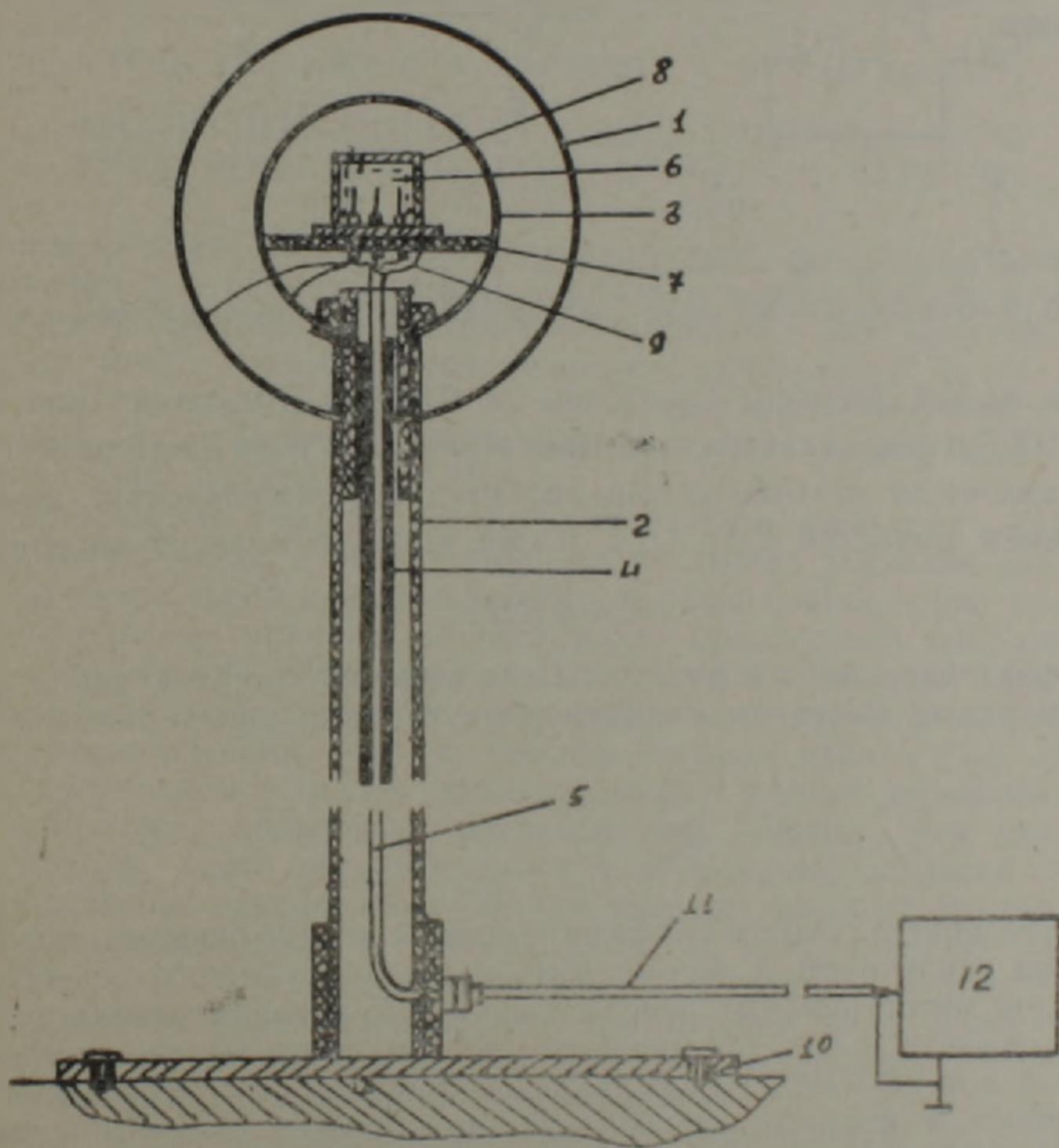


Рис. 2. Схема датчика для измерения переменного электрического поля

4 длиной 1 м, насаженным на соединительный кабель 5, проходящий сквозь стойку 2. В экранной сфере 3 в свою очередь расположено антенное устройство 6 на диэлектрической круглой подставке 7. Металлический кожух 8 антенного устройства 6 при помощи экранной оплетки 9 кабеля 5 соединен с заземленной дюралевой подставкой 10. Посредством длинного кабеля 11 датчик соединяется с анализирующим устройством 12.

Сигнал, наведенный на антенной сфере, подается с помощью буферного усилителя 1 с единичным коэффициентом усиления на экранную сферу (рис. 3). Уравнивая потенциалы двух сфер, мы минимизируем величину взаимной электрической емкости между ними, что, соответственно, приводит и к резкому уменьшению емкости между антенной сферой и заземленными элементами антенны [1].

Трубка, насаженная на кабель и электрически соединенная с экранной сферой, компенсирует влияние распределенной емкости оплетки кабеля.

В результате компенсации монтажной емкости в датчике в состав  $C$  в формуле (1) войдет лишь значение входной емкости усилителя 2 (рис. 3).

Для стабилизации входного сопротивления вход антенного устройства 6 зашунтирован сопротивлением  $R=120\text{МОм}$ .

Емкость антенны  $C_0$  можно заменить емкостью антенной сферы в свободном пространстве с ошибкой менее 2% [5].

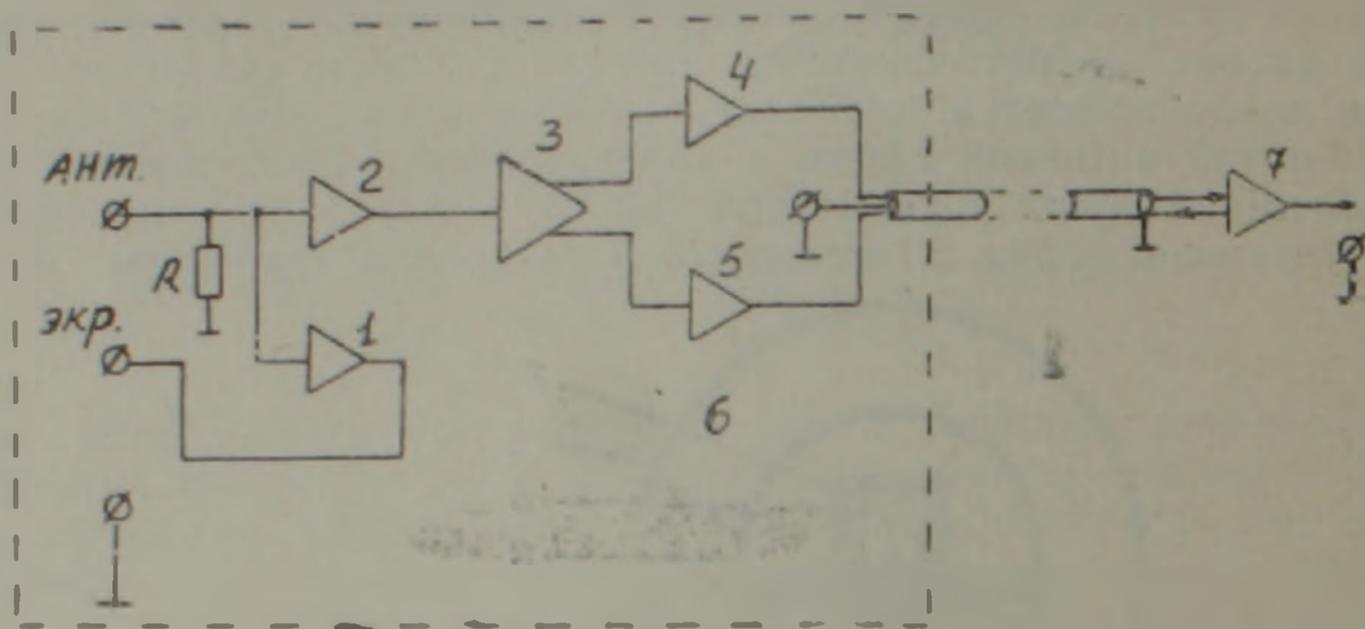


Рис. 3. Функциональная схема датчика ЭМИ и магистрального приемника.

Для нашей антенны  $C_0=14\text{пф}$ , а  $C=3\text{пф}$ . Поскольку для частот выше  $200\text{Гц}$  выполняется условие  $\omega^2 R^2 (C_0 + C)^2 \gg 1$ , входной сигнал  $U$  не зависит от частоты и определяется напряженностью поля, соотношением емкостей  $C_0$  и  $C$ , а также высотой подвеса антенны  $h$ .

$$U=0,82Eh. \quad (2)$$

Эффективная высота антенны  $H$  на рабочих частотах равна  $2,62\text{ м}$ . Соответственно, измеряемая напряженность поля определяется соотношением

$$E=\frac{U}{H}. \quad (3)$$

Подавление датчиком синфазной помехи обеспечивается дифференциальным усилителем 3. Кроме того, в состав антенного устройства 6 входят два магистральных передатчика 4 и 5, преобразующих измеряемое напряжение в ток, повышая тем самым помехоустойчивость передачи сигналов по КЛС. Магистральный приемник 7, конструктивно расположенный в корпусе анализатора, преобразует ток в напряжение, которое анализируется соответствующими схемами станции «Крупк».

В связи с малой стабильностью нуля передатчиков, в основании датчика располагается специальный стабилизатор питания антенны.

Датчик позволяет производить стационарные измерения естественного импульсного излучения на значительном удалении от анализирующего устройства с точностью в 5—10 раз большей, чем существующие датчики. Кроме того, при герметизации и небольших конструктивных изменениях, датчик можно использовать для подводных измерений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гохберг М. Б., Моргунов В. А., Герасимович Е. А., Митвеев И. В. Оперативные предвестники землетрясений. — М.: Ордена Ленина Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта, 1985.
2. Яковлев А. В., Федоров А. Б. Антенна для приема вертикальной составляющей переменного естественного электрического поля. В кн.: Геофизическая аппаратура. Л.: Недра, 1978, № 66, с. 42—49.
3. T. Ogawa Analyses of incurrent techniques of electric fields and currents in the atmosphere. Contributions, Geophysical Institute, Kyoto University, № 13, 1973, 111—137.
4. А. с. 1552120 (СССР). Устройство для измерения напряженности переменного электрического поля О. Р. Айрумян, С. А. Долганов, В. В. Мусатов.— Заяв. 31.03.88. № 4425989 /24—09; 23.03.90. Бюл. № 11.
5. M. D. Claton, Ch. Polk, H. Ftzold and W. W. Cooper, Absolute calibration of Antennas at Extremely Low Frequencies IEEE Transactions of Antennas and Propagation, vol AP—21, № 4, JULY.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV, № 4, 67—70

Краткие сообщения

УДК:550.37:621.317

О. Р. АЙРУМЯН, С. А. БАРЫШЕВ, А. Р. МАТЕВОСЯН

### АНАЛИЗИРУЮЩАЯ СТАНЦИЯ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ «КРУНК»

Исследования естественного импульсного электромагнитного излучения Земли в радиочастотном диапазоне можно отнести к методам оперативного прогноза землетрясений (предвестники проявляются за несколько минут—суток до сейсмического события) [2, 4, 6]. Работы в этой области начаты в СССР 15 лет назад и продолжаются в настоящее время. За рубежом аналогичные исследования ведутся в Японии [2], а недавно начаты и в США.

Традиционные способы исследования электромагнитного излучения (ЭМИ) заключаются в регистрации эффективного значения уровня [2] или в подсчете числа импульсов ЭМИ, превышающих порог дискриминации за единицу времени, на нескольких произвольно выбранных рабочих частотах [4]. Подобный подход позволил выявить конкретный образ сигнала с характерным возрастанием и четкой фазой сброса в момент землетрясения, что, по мнению авторов работы [3], является веским аргументом в пользу принадлежности данных аномалий уровня ЭМИ к процессу подготовки землетрясений. Однако, как указывают те же авторы, часто регистрируются иррегулярные всплески сигнала, не принимающие законченного образа, природу которых трудно интерпретировать однозначно в силу их сходства с проявлением грозовой активности или с сигналами техногенного характера. В то же время, даже появление указанного образа практически мало пригодно для реального прогноза, поскольку характерная фаза сброса уровня ЭМИ происходит именно в момент землетрясения.

Таким образом, анализ результатов, полученных традиционным способом, указывает на их невысокую эффективность из-за фоновой нестабильности исходных информативных параметров.

В основе нашего подхода к разработке методики и соответствующей аппаратуры для выявления сигналов сейсмического происхождения лежит высокая устойчивость статистических свойств потока импульсов электромагнитного излучения за время его квазистационарности (600—3000 с), выявленных в ИРЭ АН СССР [5]. Существующие независимости статистических свойств импульсных электромагнитных полей атмосферного и сейсмического происхождения, в силу различных условий их генерации, дает принципиальную возможность выявления