

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 550.8.07

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫЙ ПРИЕМНИК ОМАР-ИКС

© 2023 г. В. А. Давыдов

Поступила в редакцию 22.07.2022 г.

После доработки 22.07.2022 г.

Принята к публикации 04.09.2022 г.

DOI: 10.31857/S003281622301010X, EDN: JSIQOR

Универсальный приемник предназначен для полевых геофизических исследований методами электроразведки на переменном токе. Он может работать с различными электроразведочными генераторами гармонических сигналов в широком диапазоне частот. Для измерения электрического поля используется заземленная или стелющаяся линия, магнитная составляющая регистрируется с помощью индукционного датчика [1]. Приемник ОМАР-ИКС (рис. 1) состоит из широкополосного линейного тракта, который включает: устройство коммутации и согласования с датчиками сигналов; фильтр высоких частот (20 кГц); дифференциальный усилитель со ступенчатым усилением (1, 10, 100, 1000); подключаемый ре-

жекторный фильтр (50 Гц); подключаемый фильтр низких частот (500 Гц); регулируемый масштабный усилитель; пиковый детектор; прецизионный детектор среднеквадратичных значений (RMS); модуль цифрового милливольтметра на светоизлучающих диодах.

Схемотехника устройства наследует основные идеи опытной малогабаритной аппаратуры регистрации ОМАР-2 [2]. Электронный тракт прибора формирует рабочую амплитудно-частотную характеристику, усиливает входной сигнал до необходимого уровня, выпрямляет его и выдает максимальное или эффективное значение на цифровое табло. Применение дифференциального усилителя во входном каскаде способствует



Рис. 1. Внешний вид приемника ОМАР-ИКС в режиме контроля уровня шумов.

высокому уровню подавления синфазных помех. Прибор разработан на малошумящей элементной базе и обладает хорошей чувствительностью. Экранирование корпуса, развязка аналогового и цифрового питания совместно с использованием сетевого режекторного фильтра позволяют добиться достаточно сильного ослабления уровня промышленных помех, что дает возможность проводить полевые электрометрические измерения на урбанизированных территориях.

В традиционных электроразведочных приемниках в основном преобладают супергетеродинные схемы. Это объясняется стремлением максимально подавить сторонние сигналы за пределами узкой полосы пропускания и повысить чувствительность аппаратуры. В связи с этим возникает тесная привязка серийных комплектов генератор–приемник, работающих обычно только друг с другом на определенных фиксированных частотах. В ОМАР-ИКС используется прямое усиление сигнала, что обеспечивает широкий подход в выборе генераторов сигналов и рабочих частот. При этом для согласования приемника с конкретным генератором предусмотрено их соединение через шунт и точная настройка коэффициента усиления приемника с помощью многооборотного потенциометра. Возможность подстройки усиления особенно актуальна в полевых условиях, где характеристики датчиков и приборов могут дрейфовать за счет изменения температуры и разряда аккумуляторов.

Основные технические характеристики приемника ОМАР-ИКС. Входное сопротивление 4 МОм; частотный диапазон 0.1–20 000 Гц; диапазон измерений амплитуд 3 мкВ–3 В; уровень собственных шумов 9 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$; подавление синфазных помех 100 дБ; ослабление 50-Гц гармоники 40 дБ; типовая погрешность измерений 1%; максимальная погрешность 2.5%; рабочий диапазон температур от –40 до +70°C. Габаритные размеры 230 × 160 × 60 мм, масса прибора 1.5 кг. Питание осуществляется от четырех литий-ионных аккумуляторов 18650, потребляемая мощность 2 Вт. Заряда аккумуляторов хватает на более чем 12 ч непрерывной работы.

Дополнительную универсальность прибору придает наличие выходного разъема, с которого можно снимать как выпрямленное напряжение, так и усиленный сигнал до детектирования (переключаются тумблером). Это дает возможность подключения внешних дополнительных устройств регистрации (мультиметров, портативных осциллографов, логгеров и т.п.) для более детального изучения формы сигналов и их поведения во времени.

Поскольку аппаратура предназначена для полевых исследований, все электронные компоненты подобраны для работы в условиях экстремальных значений температур. С этим же связан выбор цифрового табло на светодиодных индикаторах, которые менее критичны к отрицательным температурам по сравнению с жидкокристаллическими.

Приемник ОМАР-ИКС прошел калибровку, тестовые испытания в лаборатории и был опробован в полевых условиях при работе с различными электрическими линиями (в том числе с емкостными) и датчиками переменного магнитного поля индукционного типа, изготовленными в Институте геофизики УрО РАН [3]. В качестве генераторных установок использованы серийные электроразведочные генераторы переменного тока в форме меандра: ИКС-50 (НПО “Геофизика”, г. Москва), ЭРА (завод “Геологоразведка”, г. Ленинград); Эра-Макс (НПП ЭРА, г. Санкт-Петербург) и генераторы синусоидальных сигналов с излучающим магнитным диполем: ФАГР-10, ДЭМП-СЧ (НПО “Сибцветметавтоматика”, г. Красноярск), МЧЗ-8 (ИГФ УрО РАН, г. Екатеринбург) [4]. Фиксированные частоты на которых проводились измерения: 4.88; 9.76; 19.52; 22.5; 500; 625; 1000; 1250; 2000; 2500; 4000; 8000 16000; 20000 Гц. Все варианты электрометрических установок с приемником ОМАР-ИКС подтвердили свою работоспособность, при этом отмечена хорошая чувствительность и стабильность работы установок с гальваническим заземлением в условиях сильных промышленных помех.

Приемник планируется использовать при разработке новых методов и методик электрометрических исследований, а также в качестве основного или запасного измерителя сигналов при проведении полевых геофизических работ по традиционным технологиям. К реализуемым методам исследований относятся: вертикальные электрические зондирования, симметричное электропрофилирование, срединный градиент, вызванная поляризация, частотная дисперсия электропроводности, дистанционные индукционные зондирования, дипольное электромагнитное профилирование, изучение техногенного электромагнитного поля.

При подсоединении дополнительного внешнего оборудования возможны непрерывные мониторинговые измерения (резистивиметрия водных потоков, изучение вариаций электромагнитных полей), а также каротаж скважин (электрический, микрозондовый, индукционный и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Давыдов В.А.* // Уральский геофизический вестник. 2014. № 1 (23). С. 46.
2. *Давыдов В.А.* // ПТЭ. 2016. № 6. С. 127.
<https://doi.org/10.7868/S0032816216060252>
3. *Давыдов В.А.* // Датчики и системы. 2017. № 11. С. 58.
4. *Байдиков С.В., Человечков А.И.* // Уральский геофизический вестник. 2011. № 1. С. 4
Адрес для справок: Россия, 620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 100; Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН, лаборатория экологической геофизики. Тел.: 343 2678900. E-mail: davude@uran-dex.ru