

**РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ПРИБОР
ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
“ОКО-М1”**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

2002

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ

Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) предназначен для обнаружения различных предметов (металлических и неметаллических) под землей и под водой.

Прибор может эксплуатироваться при температуре окружающей среды от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности до 95 %.

1.2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ.

Работа георадара основана на свойстве радиоволн отражаться от границ раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью.

В отличие от классической радиолокации в георадаре радиоимпульсы излучаются не в пространство, а в среды с большим затуханием радиоволн, при этом радиоимпульсы отражаются от предметов (металлических и неметаллических), а также участков сред, имеющих отличную от среды диэлектрическую проницаемость.

Однако широко используемые в обычной радиолокации зондирующие радиоимпульсы (с несущей частотой от 5 ГГц и выше) и методы их обработки не пригодны для подповерхностного зондирования, т. к. не обеспечивают заданную глубину зондирования (из-за большой величины затухания) и требований к разрешающей способности по глубине. Поэтому в локаторах подповерхностного зондирования применяются широкополосные сигналы, образованные импульсами ВЧ сигнала, состоящие лишь из нескольких или даже одного периода высокочастотных колебаний (однопериодные импульсы или моноимпульсы).

Для формирования таких импульсов используется возбуждение широкополосной передающей антенны перепадом напряжения.

Существующие георадары, построенные по этому принципу, работают обычно в диапазоне 100÷1000 МГц, при этом длительность зондирующего импульса составляет 1÷5 нс. Такие сигналы имеют широкий спектр и для их обработки требуются широкополосные приемные системы с полосой 50÷1500 МГц.

Выбор длительности импульса определяется заданными требованиями к максимальной глубине зондирования среды и разрешающей способности по глубине.

Прямая обработка импульсов такой малой длительности достаточно сложна. Поэтому для упрощения технических решений, обеспечивающих прием и обработку широкополосных сигналов, используется стробоскопическое преобразование, в процессе которого временной интервал принимаемой реализации разбивается на необходимое количество точек, в каждой из которых значение сигнала фиксируется в одном периоде зондирования. При этом короткий широкополосный сигнал, поступающий на вход приемника, преобразуется в длительный сигнал низкочастотного диапазона, обработка и отображение которого не представляет технических трудностей.

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1.3.1 Диапазон рабочих частот, МГц:

для георадара с антенным блоком АБ-400 - $400,0 \pm 30$ % МГц;

для георадара с антенным блоком АБ-250 - $250,0 \pm 30$ % МГц;

для георадара с антенным блоком АБ-150 - $150,0 \pm 30$ % МГц.

1.3.2. Амплитуда импульса возбуждения передающей антенны:

для георадара с антенным блоком АБ-400 - не менее 250 В;

для георадара с антенным блоком АБ-250 - не менее 500 В;

для георадара с антенным блоком АБ-150 - не менее 500 В.

1.3.3. Чувствительность приемного устройства, приведенная ко входу приемной антенны - не хуже 300 мкВ.

1.3.4. Частота повторения импульсов запуска передатчика - $20 \div 50$ кГц.

1.3.5. Напряжение питания аккумуляторных батарей георадара - 12 В \pm 1.5 В.

1.3.6. Мощность потребления (средняя) георадара не более 6 Вт.

1.3.7. Время непрерывной работы георадара при полностью заряженных аккумуляторах не менее 4 часов.

1.3.8. Время зарядки аккумулятора от сети 220 В 50 Гц не более 10 часов.

1.4. СОСТАВ ГЕОРАДАРА

Функциональная схема георадара представлена на рис.1.



Рис.1.

Конструктивно георадар состоит из следующих блоков:

- антенный блок (сменный, трех типов),
- блок управления,
- блок питания (7 А/ч),
- датчик перемещения.

Антенный блок (АБ) выполнен в виде моноблока, к одному концу которого крепится складная штанга-ручка. На АБ устанавливаются два блока питания (входят в комплект поставки каждого АБ) с никель-металлогидридными аккумуляторными батареями напряжением 12 В и ёмкостью 1.8 А/ч каждая. Для связи АБ с ноутбуком, а также для питания ноутбука, используется блок управления (БУ), который запитывается от блока питания с аккумуляторной батареей напряжением 12 В и ёмкостью 7 А/ч. Для соединения АБ с блоком управления используется оптический преобразователь, который соединяется с антенным блоком оптическим кабелем, а с блоком управления – электрическим кабелем. Ноутбук соединяется с блоком управления с помощью кабеля питания и кабеля для СОМ – порта или Ethernet-порта.

Для точной привязки результатов измерений к местности используется датчик перемещения (ДП), который подсоединяется к антенному блоку.

Кроме того, в комплект поставки георадара входят зарядные устройства (два с зарядным током 250 мА и одно с зарядным током 700мА) для зарядки аккумуляторных батарей от сети 220 В 50 Гц.

1.4.1. АНТЕННЫЙ БЛОК.

Антенный блок (АБ) георадара – сменный, состоит из приемного и передающего блоков, каждый из которых запитывается от своего блока питания. Для передачи импульсов запуска передатчика от приемного блока к передающему используется оптокабель. На верхних крышках приемного и передающего блоков расположены светодиодные индикаторы, которые показывают текущее состояние каждого блока. При подаче питания на приемный и передающий блоки светодиодный индикатор приемного блока горит постоянно, а светодиодный индикатор передающего блока горит только в режиме зондирования.

1.4.1.1. Передающий блок.

В состав передающего блока входит приемник оптический ИЗП, пиковый детектор, источник питания высоковольтный, формирователь импульсов и передающая антенна.

Приемник оптический ИЗП преобразует импульсы запуска передатчика, передаваемые по оптокабелю, в электрический сигнал.

Пиковый детектор предназначен для отключения питания передающего блока при отсутствии импульсов запуска передатчика.

Источник питания высоковольтный преобразует напряжение +12 В в высоковольтное напряжение в диапазоне 300...500 В.

Формирователь импульсов (ФИ) формирует перепад напряжения от 0 В до 350...500 В длительностью 0,5...2 нс (в зависимости от типа антенного блока) для возбуждения передающей антенны. При этом параметры антенны выбраны так, что излучаемый импульс имеет примерно 1,5...2 периода высокочастотного

колебания. Форма импульса приведена на рис. 2. Частота повторения импульсов задается в устройстве управления и лежит в диапазоне 20...50 КГц. Конструктивно формирователь импульсов расположен непосредственно на передающей антенне.

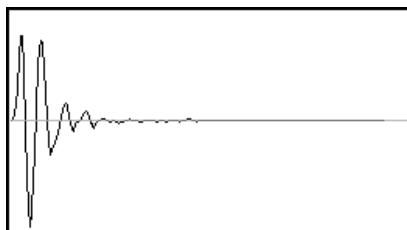


Рис. 2.

1. 4.1.2. Приемный блок.

В состав приемного блока входит блок оптический, устройство управления, широкополосный усилитель и приемная антенна.

Отраженные от предметов сигналы принимаются приемной антенной и поступают на вход широкополосного усилителя (ШПУ) с полосой пропускания до 1 ГГц, где они усиливаются до необходимой величины.

С выхода ШПУ усиленный сигнал поступает на вход устройства управления. Устройство управления состоит из устройства выборки и хранения (УВХ), устройства стробоскопической развертки (УСР), видеоусилителя, аналого-цифрового преобразователя и сигнального процессора.

В стробоскопическом приемнике осуществляется регистрация не самого исследуемого сигнала, а его отдельных выборок, каждая из которых формируется в различные периоды повторения данного сигнала. Периодическая последовательность отраженных сигналов с выхода ШПУ поступает на вход УВХ, куда одновременно подаются стробирующие импульсы с УСР. УСР формирует стробирующие импульсы из входной последовательности синхронизирующих импульсов $F_{зпрд}$. Задержка стробов импульсов относительно синхронизирующих импульсов формируется на микросхеме генератора программируемой задержки (ГПЗ). Величина задержки пропорциональна цифровому коду, который подается на ГПЗ с сигнального процессора. УВХ запоминает значение сигнала по переднему фронту стробимпульсов и хранит это значение на выходе в течение времени более 1 мкс. За это время аналого-цифровой преобразователь (АЦП) успевает преобразовать значение сигнала в цифровой код, который затем по последовательной линии поступает в сигнальный процессор. Между УВХ и АЦП установлен видеоусилитель, который усиливает сигнал с выхода УВХ до необходимого для работы АЦП значения.

Сигнальный процессор (СП) осуществляет формирование временной диаграммы, предварительную обработку входного сигнала и обеспечивает связь с ноутбуком по интерфейсу RS-232.

Блок оптический предназначен для преобразования сигналов, поступающих с устройства управления, из электрической формы в оптическую.

1.4.2. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ.

Блок управления предназначен для управления георадаром и выработки необходимого напряжения (18 В) для питания ноутбука.

Преобразователь оптический используется для преобразования оптического сигнала в электрический.

1.4.3. БЛОКИ ПИТАНИЯ.

Каждый блок питания георадара состоит из аккумуляторной батареи и устройства контроля.

В качестве аккумуляторных батарей применяются никель-металлогидридные батареи отечественного производства.

Конструкция и технология герметизации аккумуляторных батарей исключает возможность утечки электролита из клемм или корпуса батарей и обеспечивает безопасную и эффективную работу батарей в любом положении. Батареи рассчитаны не менее чем на 500 циклов разрядки/зарядки в зависимости от средней глубины разрядки. Низкая скорость саморазряда батарей позволяет хранить их до одного года без каких либо существенных ухудшений рабочих параметров.

Устройство контроля предназначено для контроля степени разряженности аккумуляторных батарей с помощью световой и звуковой индикации и входит в состав каждого блока питания.

Индикатор состояния начинает работать сразу после включения питания. С целью снижения потребляемой мощности световая индикация включается на 1 секунду с периодичностью 3-4 секунды.

Частота мигания светодиодного индикатора свидетельствует о напряжении аккумуляторной батареи. Полностью заряженной батарее соответствует редкая частота мигания, которая повышается по мере разряда аккумуляторной батареи согласно следующей схеме:

- при падении напряжения до уровня 12.2 В происходит двукратное мигание за одну секунду с интервалом 3-4 секунды;
- при падении напряжения до уровня 12.1 В происходит трёхкратное мигание за одну секунду с интервалом 3-4 секунды и т.д.

При достижении порогового напряжения разряда аккумуляторной батареи 11.2 В начинает работать одновременно со световой звуковая сигнализация по следующей схеме:

- ниже 11.2 В срабатывает однократный звуковой сигнал длительностью 1 секунда с интервалом 30 секунд;
- ниже 11.1 В срабатывает двукратный звуковой сигнал общей длительностью 1 секунда с интервалом 20 секунд;
- ниже 11.0 В срабатывает трёхкратный звуковой сигнал общей длительностью 1 секунда с интервалом 15 секунд и т.д.

Кроме того, раз в 10 минут раздаётся короткий звуковой сигнал, который напоминает о том, что блок питания включен.

1.4.4. ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА.

Заряд аккумулятора. В блоках питания БП 9/12 и БП 12/1.8 используются никель-металлогидридные аккумуляторные батареи ёмкостью 9 А/ч и 1.8 А/ч соответственно. Для их заряда в комплекте поставляются специальные зарядные устройства (ACS410P traveller для БП 9/12 и ACS410 traveller для БП 12/1.8). Использовать в процессе эксплуатации БП 9/12 и БП 12/1.8 другие зарядные устройства **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**.

Для заряда необходимо **строго** соблюдать следующую последовательность действий :

- 1). Подключить блоки в соответствии со схемой, изображённой на рис.3.
- 2). Включить тумблер питания блока питания БП 9/12 (или БП 12/1.8).
- 3). Подключить зарядное устройство ACS410P (или ACS410) traveller “ANSMANN” к сети переменного тока 220 В 50 Гц, после чего зарядное устройство начнёт работу. При этом загорится красный светодиод, встроенный в корпус зарядного устройства, сигнализирующий о нормальной работе зарядного устройства. Мигание красного светодиода сигнализирует о неисправности аккумуляторной батареи.
- 4). Зарядное устройство автоматически прекращает работу при достижении необходимого заряда аккумуляторной батареи. При этом зелёный светодиод, встроенный в корпус зарядного устройства сигнализирует об окончании заряда.
- 5). Отключить зарядное устройство от сети переменного тока 220 В 50 Гц и выключить тумблер питания БП 9/12 (или БП 12/1.8).

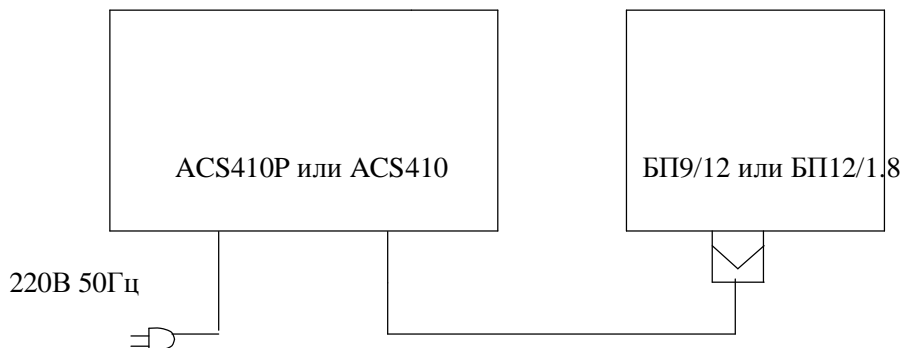


Рис. 3. Схема подключения зарядного устройства.

