

Кочеткова С.С.

к.т.н., доцент каф. УКТС Суржик Д.И.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail kochetkova.sofia23@mail.ru

Исследование возможности применения фазометрического метода геоэлектрического мониторинга для обнаружения геодинамических событий

В работе одним из вариантов осуществления геоэлектрического мониторинга на локальном уровне является использование принципа контроля измерения фазы, который выполняется с помощью систем, измеряющих фазовые сдвиги между парой электрических колебаний постоянной частоты. В этом случае для негармонических сигналов термин «фазовый сдвиг» обычно заменяется понятием «временного сдвига» (временной задержки). Для гармонических сигналов с одинаковой частотой ω фазовый сдвиг $\Delta\varphi$ равен:

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t = 2\pi f\Delta t = 2\pi\Delta t = \frac{2\pi\Delta t}{T} = \frac{360^\circ\Delta t}{T},$$

где $\Delta\varphi$ – фазовый сдвиг; ω – циклическая частота гармонических сигналов; Δt – временной интервал (сдвиг во времени); T – период повторения сигналов.

Среди аналоговых способов измерения фазовых сдвигов выделяют метод преобразования фазового сдвига во временной интервал и метод фазового детектирования.

Первый из них реализуется схемой устройства, представленной на рисунке 1 и содержащей преобразователь фазового сдвига $\Delta\varphi$ во временной интервал Δt и измерительный прибор.

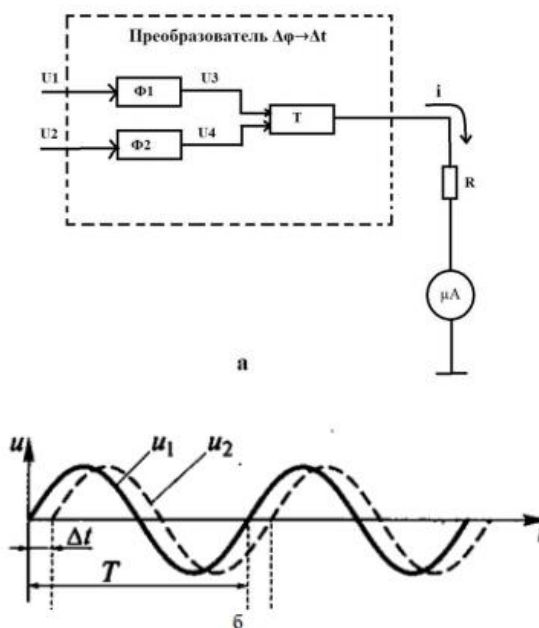


Рисунок 1 – Метод преобразования фазового сдвига во временной интервал: схема устройства (а) и временной график, иллюстрирующий принцип работы (б)

Преобразователь имеет одинаковые формирователи $\Phi 1$ и $\Phi 2$ и триггер T . Синусоидальные сигналы $U 1$ и $U 2$ с определенным фазовым сдвигом $\Delta\varphi$ подаются на идентичные формирователи $\Phi 1$ и $\Phi 2$ и преобразуются в серию коротких импульсов $U 3$ и $U 4$. Импульсы $U 3$ начинают запускаться, а импульсы $U 4$ сбрасывают триггер T в исходное состояние. В результате на выходе триггера формируется периодическая последовательность импульсов напряжения, период повторения и длительность которой равны периоду T и временному сдвигу

Δt исследуемых сигналов – это U_1 и U_2 . Импульсы, поступающие на резистор R и подключенные к измерительному устройству – микроамперметру, преобразуются в последовательность импульсов тока i с одинаковым периодом, длительностью и амплитудой.

Метод фазового детектирования основан на использовании в составе измерительной системы фазового детектора (ФД), представляющего собой электронное устройство, сравнивающее фазы двух входных сигналов равных или близких частот, выходной сигнал которого (обычно напряжение) является монотонной функцией разности фаз входных сигналов (рисунок 2).

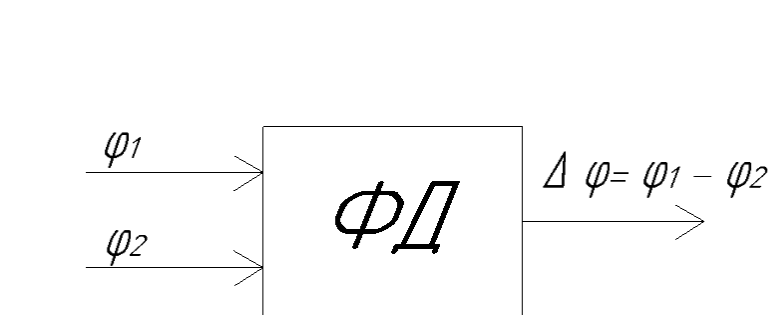


Рисунок 2 – Схема фазового детектирования

Фазовый метод является наиболее распространенным методом определения наземных геодезических расстояний и используется в большинстве геодезических радиосистем. Кроме того, он также используется в сочетании с импульсным методом, благодаря чему преимущества как фазового, так и импульсного метода могут быть использованы в одном методе измерения.

Благодаря характерным достоинствам (высокой чувствительности и помехоустойчивости), применение фазометрического метода геоэлектрического мониторинга представляется перспективным в решении задач слежения за геодинамикой приповерхностных неоднородностей и обнаружения различных геодинамических событий, носящих как естественный, так и техногенный характер. Интерес к изучению современных движений и деформаций основывается главным образом на том, что безопасное введение человеком хозяйственной деятельности возможно только при целостной картине процессов, происходящих в недрах Земли и на ее поверхности.

Под задачей обнаружения геодинамических событий в данном случае понимают анализ измеренной разности фаз колебаний, завершающийся вынесением решения о наличии или отсутствии в ней тех или иных характерных аномалий. Для этого схему устройства, реализующего фазометрический метод необходимо дополнить решающим блоком, осуществляющих проверку гипотез о наличии или отсутствии геодинамических событий по данным сравнения измеренной разности фаз с пороговыми значениями, вычисленными на основе тех или иных классических критериев обнаружения.

Литература

1. Основы геодезии: учеб. пособие / Т. И. Левитская; М – во образования и науки Российской Федерации, Урал. федер. ун – т. – 2 – е изд., перераб. – Екатеринбург: Изд – во Урал. ун–та, 2017. – 88 с.
2. Земцова А.В. Геодезические исследования геодинамических процессов: Учеб. пособие – Алматы: КазНТУ, 2014. – 205 с.
3. Научно – технический сборник по геодезии Л.И. Серебрякова. Геодинамические исследования – М.: ФГУП «ЦНИИГАиК», 2011 – 150 с.
4. Методы измерения разности фаз электрических колебаний: Учебное пособие – А.В. Христофоров, К.С. Сайкин, Казань 2006