

УДК 621.396

Алгоритм коррекции зондирующего сигнала системы геодинамического мониторинга*

Дорофеев Н.В., Орехов А.А., Романов Р.В.

В данной работе рассматривается алгоритм коррекции зондирующего сигнала системы геодинамического мониторинга, построенной на базе эквипотенциального геоэлектрического метода. Описанный алгоритм коррекции предназначен для обработки данных, получаемых с датчиков температуры и влажности, бесконтактных трансформаторных датчиков, с целью уменьшения влияния температурной и гидрологической помехи на результаты работы системы геодинамического мониторинга приповерхностных земных слоев. Предлагаемый алгоритм коррекции можно легко внедрять в уже имеющиеся системы геодинамического мониторинга с внесением в них минимальных изменений. Для работы алгоритма коррекции необходимо наличие геоэлектрического разреза исследуемой местности; геоэлектрической модели геологического разреза исследуемой местности, учитывающей электромагнитные свойства грунтов; базы данных грунтов, их свойств и их зависимостей от температуры и влажности.

Ключевые слова: система геоэлектрического контроля, система мониторинга, геоэкология, геоэкологический мониторинг, прогнозирование.

Correction algorithm of geodynamic monitoring system probing signal

Dorofeev N.V., Orekhov A.A., Romanov R.V.

The paper considers the correction algorithm of geodynamic monitoring system probing signal developed on the basis of equipotential geoelectric method. The described correction algorithm is designed for processing data received from temperature and humidity sensors, proximity transformer sensors in order to reduce the influence of temperature and hydrological interference on the performance of geodynamic monitoring system of subsurface soil. The correction algorithm under discussion can be easily employed in existing geodynamic monitoring systems after the introduction of minor changes to them. For the correction algorithm operation you must have a geoelectric section study area; a geoelectric model of the geological study area section, taking into account soils electromagnetic properties; soil database, their properties and their dependences on temperature and humidity.

Keywords: geoelectric monitoring system, monitoring system, geoecology, geo-ecological monitoring, forecasting.

Введение

Существующие системы геодинамического мониторинга приповерхностных земных слоев, построенных на базе эквипотенциального геоэлектрического метода контроля с регистрацией фазовых характеристик эллиптически поляризованного поля, имеют низкую эффективность из-за большого влияния на результаты их работы внешних факторов (температуры и влажности) [1, 2]. Поэтому

разработка и внедрение в системы подобного класса алгоритма адаптации к помехообразующим факторам позволит повысить их эффективность.

Целью данной работы является разработка алгоритма коррекции зондирующего сигнала системы геодинамического мониторинга под изменяющиеся параметры геологической среды.

* Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ №МК-3485.2012.8.

Принцип работы системы геодинамического мониторинга

Принцип существующих систем геодинамического мониторинга построенных на базе эквипотенциального геоэлектрического метода представлен на рисунке 1.

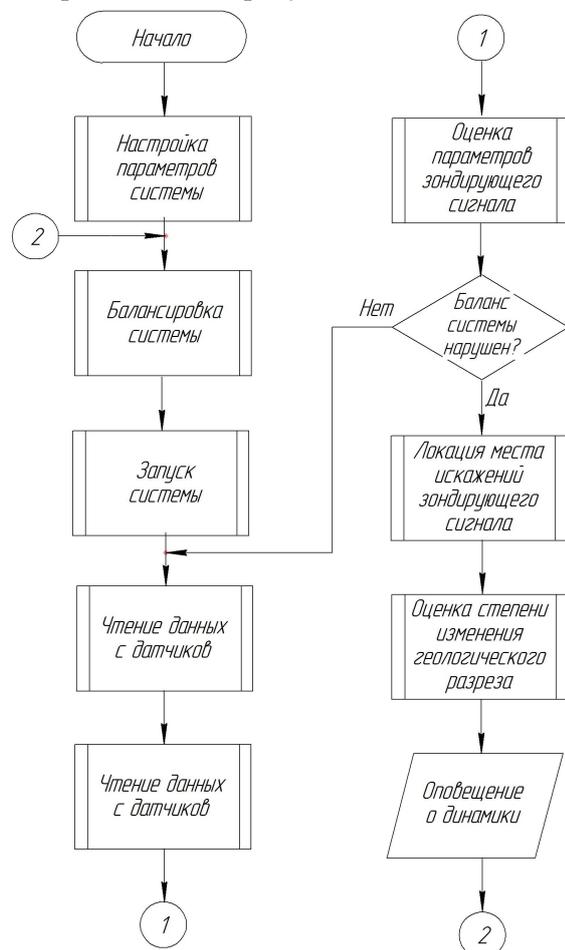


Рис. 1. Принцип работы системы геодинамического мониторинга.

Помехообразующие факторы, рассматриваемые в работах [3-5], влияют на изменение электромагнитных параметров контролируемых грунтов. Это приводит к изменению параметров зондирующего сигнала (амплитуды, фазы) и после интерпретации получаемых с датчиков данных оцениваемые значения фазы и/или амплитуды зондирующего сигнала могут отличаться от значений выставляемых при балансировке системы. После чего выявить причину отклонения параметров зондирующего сигнала достаточно проблематично, поэтому система геодинамического монито-

ринга очень часто дает ложные срабатывания. Это в свою очередь негативно сказывается на качестве геодинамического мониторинга.

Для уменьшения влияния температурных и гидрологических помех необходимо изменить алгоритм работы системы геодинамического контроля, добавив алгоритм коррекции зондирующего сигнала.

Коррекция

Алгоритм коррекции будет заключаться в следующем:

- составление градиента температуры по глубине и площади;
- составление градиента влажности почвы по глубине и площади;
- при отклонении температуры грунта или/и влажности грунта от начальных значений, фиксируемых на стадии балансировки системы, производится коррекция регистрируемого зондирующего сигнала.

Перед выполнением коррекции и запуска системы геоэлектрического мониторинга должно быть подготовлено:

- геоэлектрический разрез исследуемой местности, получаемый перед размещением системы геоэлектрического мониторинга;
- геоэлектрическая модель геологического разреза, построенная на основании геоэлектрического разреза. Геоэлектрическая модель разреза учитывает электромагнитные свойства грунтов;
- базу данных грунтов, их свойств (электромагнитные свойства, теплопроводность и т.д.), а также их зависимости.

Определение градиентов производится интерполированием по глубине и площади на основе имеющихся значений температуры и влажности. Интерполирование осуществляется с шагом 1 метр по горизонтали и 0,25 метра по глубине.

На этапе балансировки системы производится пробный запуск системы, при котором измеряются параметры зондирующего сигнала. Найденные параметры сигнала сравнива-

ются с параметрами сигнала полученного при геоэлектрическом моделировании. В случае большого расхождения параметров (более 10%) производится коррекция геоэлектрической модели.

В этом случае, корректировка данных может проходить по следующим шагам:

- определение отклонения температуры от значений полученных при балансировке системы;

- определение отклонения влажности почвы от значений полученных при балансировке системы;

- при отклонении температуры более чем на 1 °С и влажности почвы более чем на 5% на базе геоэлектрического разреза, базы данных грунтов и соотношений, полученных в работах [6, 7], проводится пересчет параметров геоэлектрической модели с учетом отклонения температуры и влажности почвы и переходят к последующим шагам. В противном случае возвращаются к дальнейшему наблюдению;

- по геоэлектрической модели моделируют прохождение зондирующего сигнала и оценивают изменение его параметров;

- полученные значения отклонения сравнивают со значениями, регистрируемого датчиками, зондирующего сигнала. В случае отклонения получаемых значений друг от друга более чем на 15% (порог зависит от требуемого качества мониторинга) выдается решение о нарушении баланса системы и производится обнаружение места искажений зондирующего сигнала, в противном случае переходят к дальнейшему мониторингу (считыванию данных с датчиков).

Выводы

Разработанный алгоритм коррекции зондирующего сигнала предназначен для обработки данных, получаемых с датчиков температуры и влажности, бесконтактных трансформаторных датчиков, с целью уменьшения

влияния температурной и гидрологической помехи на результаты работы системы геодинамического мониторинга приповерхностных земных слоев.

Предлагаемый алгоритм коррекции можно легко внедрять в уже имеющиеся системы геодинамического мониторинга с внесением в них минимальных изменений.

Литература

1. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Информационно-измерительная система для проведения геоэлектрического контроля геодинамических объектов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2012, № 2. – С. 60-62.

2. *Дорофеев Н.В., Орехов А.А.* Повышение эффективности системы геодинамического контроля за счет введения новых геоэлектрических моделей // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 3. – С. 11-14.

3. *Instanes A.* Arctic Climate Impact Assessment – Scientific Report, 2006, chapter 16.

4. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Исследование влияния режима подземных вод на контроль геодинамических объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных, 2012, № 21. – С. 46-52.

5. *Камшилин А.Н., Кузичкин О.Р., Цаплев А.В.* Исследование влияния климатических помех в многоканальных устройствах измерения параметров геоэлектрических сигналов // Радиотехника, 2008, № 9. – С. 129-133.

6. *Цаплев А.В., Кузичкин О.Р.* Применение регрессионной обработки для компенсации температурных помех в системах геоэлектрического контроля // Радиопромышленность, 2012, № 2. – С. 147-153.

7. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Алгоритм коррекции влияния гидрологической помехи на контроль геодинамических объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных, 2012, № 22. – С. 74-78.

References

1. *Orekhov A.A., Dorofeev N.V.* Information-measuring system for monitoring geodynamic geoelectric objects // *Radio Engineering and Telecommunication Systems*, 2012, № 2. – P. 60-62.
2. *Dorofeev N.V., Orekhov A.A.* Increase the efficiency of the geodynamic control through the introduction of new geoelectric models // *Engineering industry and life safety*, 2012, № 3. – P. 11-14.
3. *Instanes A.* Arctic Climate Impact Assessment – Scientific Report, 2006, chapter 16.
4. *Orekhov A.A., Dorofeev N.V.* Investigation of influence of groundwater regime on geodynamic control objects // *Algorithms, methods and data processing systems*, 2012, № 21. – P. 46-52.
5. *Kamshilin A.N., Kuzichkin O.R., Tsaplev A.V.* Study the effects of climate interference in multichannel measurement device geoelectric signals // *Radiotechnology*, 2008, № 9. – P. 129-133.
6. *Tsaplev A.V., Kuzichkin O.R.* Application of regression processing to compensate for thermal interference in the geoelectric monitoring // *Listening to the radio industry*, 2012, № 2. – P. 147-153.
7. *Orekhov A.A., Dorofeev N.V.* Algorithm for correcting the influence of interference on the hydrological monitoring geodynamic objects // *Algorithms, methods and data processing systems*, 2012, № 22. – P. 74-78.

Статья поступила в редакцию 4 июня 2013 г.

Дорофеев Николай Викторович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: DorofeevNV@yandex.ru

Орехов Александр Александрович – старший преподаватель кафедры «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: alexorems@yandex.ru

Романов Роман Вячеславович – аспирант кафедры «Управление и контроль в технических системах» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: romanov.roman.5@yandex.ru

Dorofeev Nikolay Viktorovich – Ph.D., Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: DorofeevNV@yandex.ru

Orekhov Aleksandr Aleksandrovich – Teacher, Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: alexorems@yandex.ru

Romanov Roman Vyacheslavovich – Graduate student, Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: romanov.roman.5@yandex.ru