

Бакнин М.Д.
 Белгородский государственный национальный исследовательский университет
 Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
 E-mail: m.baknin@yandex.ru

Исследование метода сеточного моделирования геологической среды

Русским математиком С.А. Гершковичем был разработан метод электрических сеток для замещения модели сплошной среды, приводящей к конечно-разностным уравнениям аппроксимации поля. Этот метод предполагает непрерывность и неразрывность сред, но как показывают последние экспериментальные данные, среды не являются сплошными в силу многокомпонентности и макропустотности пород их слагающих. Предлагаемая модель геоэлектрического разреза позволяет учесть эти условия, что особенно важно при исследовании эффектов вызванной анизотропии [1].

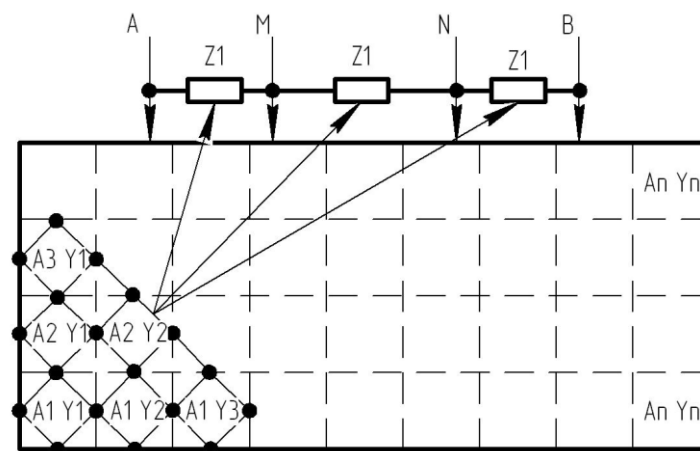


Рис.1 – Схематическое представление свертки полотна моделирования геологической среды в эквивалентные сопротивления

В результате расчета эквивалентной схемы получают базовые соотношения для тензора электрических сопротивлений частицы среды, находящейся в состоянии геодинамического покоя. Полученные, при построении сеточных моделей геоэлектрического разреза, комплексные эквивалентные сопротивления позволяют учесть анизотропность сред.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90261.

Литература

1. Кузичкин О.Р., Греченева А.В., Бакнин М.Д., Суржик Д.И., Дорофеев Н.В. / Геоэлектрическое моделирование локальных геодинамических участков в системах геотехнического контроля/ Журнал: Динамика сложных систем – XXI век. Том 12. Номер: 4. Год: 2018. Страницы: 25-33. ISSN: 1999-7493.

Бакнин М.Д.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: m.baknin@yandex.ru

Разработка программного обеспечения для исследования чувствительности фазометрического-геоэлектрического метода контроля

В рамках создания программного обеспечения, были разработаны алгоритмы, адекватно отражающие функционирования геодинамических моделей, необходимых для расчета основных характеристик фазометрических процессов.

Данное программное обеспечение предназначено для моделирования неоднородностей геологической среды для оперативной оценки чувствительности фазометрического метода контроля. Программа применяется для синтеза и геоэлектрического моделирования различных геологических сред и неоднородностей.

Программа выполняет следующие функции:

- создание геоэлектрической модели геологической среды;
- создание эквивалентной схемы геологической среды;
- создание сетки моделирования (полного полотна) исследуемой геологической среды;
- позволяет настраивать электрические параметры геологической среды (электропроводимость, сопротивление, диэлектрическая проницаемость и др.), так же позволяет осуществлять выбор некоторых готовых моделей;
- позволяет формировать неоднородность в геологической среде, так же формировать ее электрические параметры;
- расчет фазовых и временных задержек прохождения результирующего сигнала через изучаемую геологическую среду;
- расчет амплитудных характеристик сигналов;
- дает представление о происходящих процессах и их зависимостей в заданной геологической среде при применении фазометрического-геоэлектрического метода контроля [1].

Настройка расположение установок	
Электрод А (М)	25
Электрод В (М)	75
Электрод М (М)	45
Электрод N (М)	55
Смещение точки О (М)	0

Рис.1 – Лицевая панель разрабатываемой программы

Таким образом, в ходе разработки программного обеспечения для исследования чувствительности фазометрического-геоэлектрического метода контроля были исследованы, особенности протекания фазовых процессов при сеточном моделировании исследуемой среды, опробованы алгоритмы свертки полотна среды моделирования геологической среды для оперативной оценки чувствительности системы мониторинга на основе фазометрического - геоэлектрического метода контроля.

Кроме того, разработаны методы оценки чувствительности регистрации процессов, протекающих в приповерхностных слоях исследуемой среды, отличающихся выделяемыми

аномальными составляющими поля и позволяющие повысить чувствительность при проведении автоматизированного мониторинга геологической среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90261.

Литература

1. Кузичкин О.Р., Греченева А.В., Бакнин М.Д., Суржик Д.И., Дорофеев Н.В. / Геоэлектрическое моделирование локальных геодинамических участков в системах геотехнического контроля/ Журнал: Динамика сложных систем – XXI век. Том 12. Номер: 4. Год: 2018. Страницы: 25-33. ISSN: 1999-7493.

Бакнин С.Д.

*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: s.bacnin@yandex.ru*

Исследование устройства предоставления визуальной информации людям с ограниченными возможностями

В настоящее время актуальной является проблема восприятия визуальной информации людьми с ограниченными возможностями, незрячими и слабовидящими.

Визуальное восприятие относится к наиболее информативному каналу восприятия, оно предполагает восприятие информации путём активизации зрительного канала и её последующее откладывание в памяти мозга в виде тех или иных образов. Научными исследованиями установлено, что именно через зрительные рецепторы человек получает в среднем около 80 процентов всей поступающей извне информации. Данный вид канала восприятия имеет, ключевую роль в познании человеком окружающего его мира, а у людей с ограниченными возможностями такой возможности нет, поэтому остро встает задача о том, чтобы эти ограничения научиться обходить.

Главной задачей стоит исследование и разработка устройства, способное преобразовывать изображение окружающего мира в комплекс звуков и вибраций, благодаря которым человек сможет видеть окружающий мир, без использования визуального и тактильного восприятия и взаимодействия.

Принцип работы устройства представляет собой перекодировку видеосигнала, снятого компактной камерой с высоким разрешением и передающим на динамик и вибро-элемент данные, которые в свою очередь меняют своё звучание и интенсивность вибрации в зависимости от того, какие объекты и предметы попадают в диапазон обнаружения и на каком они находятся расстоянии до камеры. Так, чтобы расшифровать визуальный объект используются звуки и вибрации различной длительности и интенсивности.

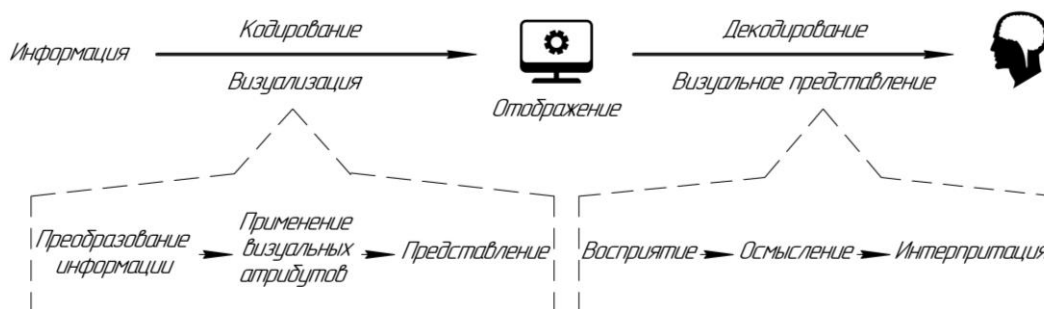


Рис. 1 — Процесс визуализации информации

Таким образом, заявленное изобретение повышает возможности восприятия окружающей среды, безопасность передвижения и облегчает ориентацию человека с ограниченными возможностями по зрению, а также ускоряет процесс обучения, вследствие увеличения объёма воспринимаемой информации.

Литература

1. Сенкевич Г.Е. Компьютер для людей с ограниченными возможностями. - СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 320 с. — ISBN 978-5-9775-0886-5
2. Эрганова, Н.Е. Педагогика: Методика профессионального обучения. Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / Н.Е. Эрганова ; М.: Издательский центр «Академия», 2007. -- 160 с.

Васильев¹ Г.С., Кузичкин¹ О.Р., Курилов² И.А., Суржик² Д.И.

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный национальный исследовательский университет"

²Муромский 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: vasilievgleb@yandex.ru

Методика анализа устойчивости формирователей зондирующих сигналов геоэлектрических систем геодинамического мониторинга

Применение многополюсных электроустановок в системах геоэлектрического контроля позволяет осуществлять эффективный геодинамический мониторинг среды в условиях действия промышленных и климатических помех, а также сложной застройки, характерных для большинства промышленных объектов. Для надежности функционирования фазометрических систем геодинамического контроля необходимо обеспечить устойчивость формирователей сигналов данных систем при вариации параметров установки и воздействии мультипликативных помех.

Анализ различных схем формирователей зондирующих сигналов (ФЗС) геоэлектрических систем геодинамического мониторинга удобно проводить на основе обобщенной схемы амплитудно-фазового преобразователя сигналов (АФП) [1-3]. Для анализа конкретного устройства достаточно подставить его коэффициенты в конечные выражения соответствующего варианта АФП. Это позволяет исключить этапы составления уравнений, описывающие устройство, и решения данных уравнений с целью получения аналитических выражений конкретных характеристик. Что существенно упрощает исследование различных радиоустройств.

Параметры цепи регулирования по возмущению не влияют на устойчивость, поэтому анализ может быть проведен для преобразователя с регулированием по отклонению. Такой вариант схемы АФП включает в себя аналогичный ему амплитудно-фазовый преобразователь, управляющее устройство, последовательно соединенные управляющий тракт и весовой распределитель. Управляющее устройство управляет амплитудой и (или) фазой входного сигнала. В состав управляющего тракта входят детектор отклонения амплитуды и (или) фазы сигнала, а также фильтр. Коэффициент регулирования по отклонению N_2 определяется как произведение крутизны и максимального размаха характеристики детектора, крутизны регулировочной характеристики по соответствующему параметру, коэффициента передачи отклонения на выход АФП и соответствующего коэффициента передачи весового распределителя.

В настоящей работе приводятся полученные обобщенные соотношения для анализа абсолютной устойчивости АФП в нелинейном режиме («в целом») на основе критерия Попова и аппроксимации годографа устройства с помощью НКЛФ.

Нижнее \tilde{N}_2^H и верхнее \tilde{N}_2^G граничные значения коэффициента регулирования соответствуют

границам устойчивости нелинейного преобразователя:

$$\tilde{N}_2^H = \max \{k_{m,n} [1 - \tilde{q}(k_{m,n})]\}, \quad \tilde{N}_2^G = \min \{k_{m,n} \tilde{q}(k_{m,n})\},$$

где переключающая НКЛФ $\tilde{q}(\vartheta) = \frac{1}{2\Delta} [|\vartheta + \Delta| - |\vartheta - \Delta|]$ принимает значение 1 при $\vartheta \geq 0$ и 0 при

$\vartheta < 0$, $\Delta \rightarrow 0$ - малый параметр [2], $k_{m,n} = -1/b_{m,n} Q_{m,n}(b_{m,n})$, $b_{m,n}$ - абсциссы прямых, аппроксимирующих годограф комплексной передаточной функции фильтра, включающая НКЛФ

$Q_{m,n}(\vartheta) = \frac{1}{2\Delta} \sum_{\lambda=0}^1 \sum_{\gamma=0}^1 (-1)^{\lambda+\gamma} |\vartheta + \vartheta_n - \vartheta_m(1-\gamma) - \Delta\lambda|$ принимает значение 1, если ее аргумент при-

надлежит участку $[\omega_n; \omega_m]$, и 0 - в противном случае.

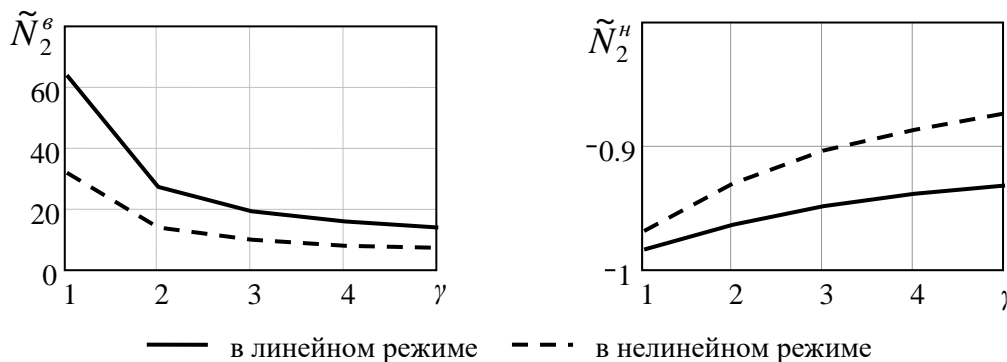
Годограф изменяется наиболее быстро в области малых значений частоты и медленно -

при больших. Для уменьшения погрешности расчета граничных коэффициентов расположение узлов аппроксимации годографа ω_n и ω_m выполнено по экспоненциальному закону.

Выполнен анализ устойчивости нелинейного ФЗС с четырьмя типами фильтров различного порядка (4, 6, 8, 10-го): нижних частот (ФНЧ), верхних частот (ФВЧ), полосовыми (ПФ) и режекторными (РФ). Каждый ФНЧ и ФВЧ состоит из одинаковых фильтров первого порядка. В состав ПФ и РФ входит равное число звеньев ФНЧ и ФВЧ, отношение постоянных времени звеньев ФВЧ и ФНЧ равно γ .

Полученные зависимости граничных устойчивых коэффициентов $\tilde{N}_2^{n,6}$ показаны на рис. 1.

При переходе устройства с ПФ в нелинейный режим работы область устойчивости существенно сужается сверху (рис. 1, а), с РФ – снизу (рис. 1, б). Результаты расчета нижней границы абсолютной устойчивости для ПФ совпадают с полученными на основе критерия Найквиста в [3] для линейного режима.



а) верхняя граница для ПФ 6-го порядка

б) нижняя граница для РФ 6-го порядка

Рис. 1 – Зависимости граничных устойчивых коэффициентов ФЗС от γ в линейном и нелинейном режиме

Зависимости абсолютно устойчивых коэффициентов N_2 ФЗС с фильтрами нижних (ФНЧ) и верхних частот (ФВЧ) совпадают с приведенными в [3] для устойчивости «в малом» для любого порядка фильтра до 10-го включительно. Сужение области устойчивости сверху в нелинейном режиме, показанное с использованием разработанного метода, необходимо учитывать при проектировании формирователей зондирующих сигналов геоэлектрических систем геодинимического мониторинга, функционирующих в условиях воздействия сильных дестабилизирующих факторов.

Получены выражения, определяющие граничные значения коэффициента регулирования по отклонению, соответствующего устойчивой работе ФЗС «в целом» (при больших величинах воздействий). Применение АФП и НКЛФ позволяет исследовать на основе обобщенных соотношений абсолютную устойчивость устройств с различным типом и порядком фильтра в цепи обратной связи.

Литература

1. Курилов И.А. Обобщенная схема амплитудно-фазового преобразования сигналов. – Радиотехника, 2006, № 6.
2. Курилов И.А., Васильев Г.С., Харчук С.М., Суржик Д.И. Исследование устойчивости преобразователя сигналов на основе непрерывных кусочно-линейных функций. – Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №1, 2012. – С. 4-7.
3. Исследование устойчивости амплитудно-фазового преобразователя на основе частотного критерия. – Научный потенциал молодежи - будущее России [Электронный ресурс]: IV Всероссийские научные Зворыкинские чтения. Сб. тез. докладов IV Всероссийской молодежной научной конференции. Муром, 12 апреля 2013 г. – Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2013. –1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Васильцов И.И., Быков А.А.

*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: ilya.pub@mail.ru*

Представление и моделирование приповерхностного слоя геологической среды в задачах электроразведки

Основная задача электроразведки решает вопросы обнаружения объекта, вызывающего аномалию, получения предположений о его форме, местоположении, глубине залегания.

Задача моделирования физико-геологических процессов, происходящих в геологической среде, служит, как правило, для изучения, уточнения, и предсказания результатов процессов, происходящих с элементами геологической модели среды [1].

Методы электроразведки изучают влияние исследуемой среды на возбуждаемое электромагнитное поле. В результате имеется возможность судить о параметрах обнаруженного объекта на основе анализа различных физических свойств среды.

Одним из основных электрических параметров, используемых в задачах электроразведки, является электрическое сопротивление среды. Также в некоторых методах используется поляризация, диэлектрическая проницаемость, магнитная проницаемость. Эти параметры меняются в зависимости от физических свойств изучаемой среды: минеральном составе, пористости, влагонасыщенности, наличии деформационного воздействия.

Существует множество методов электроразведки и их модификаций, отличающихся друг от друга по роду используемого электрического тока и техникой проведения полевых работ.

По размерности геологическая среда может быть представлена в виде одномерной – 1D (зондирование), двумерной – 2D (разрез) и трехмерной – 3D (участок, район исследования) модели [2].

Примеры моделей геологической среды:

1. Одним из классических методов электроразведки постоянного тока является Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ). В методе используется модель, представляющая среду в виде горизонтально – слоистой модели. Каждый горизонтальный слой не имеет различий в удельном сопротивлении или же оно незначительно мало.

2. При пространственном моделировании на основе методов компьютерной графики приповерхностный слой может быть представлен в виде векторной полигональной модели. Полигон представляет пространственный объект, характеризующий неоднородность грунта. Множество объектов помещаются во вмещающую среду. Объекты неоднородностей, а также вмещающая среда имеют в каждой точке пространства заданное удельное сопротивление, формируя таким образом представление приповерхностного слоя среды [3].

3. Известен способ моделирования [4], при котором изучаемая среда может быть представлена в виде параллельно или последовательно соединенных частотно – независимых активных и емкостных сопротивлений - единиц замещения частиц среды. таким образом возможно представить ячейки вмещающей среды и исследуемых объектов. По электрическим параметрам элементов полученной электрической цепи можно сделать предположение о характеристиках исследуемого объекта. Для расчёта цепи предлагается использовать метод узловых потенциалов (МУП). С помощью модификации данного метода возможно автоматическое формирование и расчёт математической модели электрической цепи. Модификация метода широко используется в различных программах анализа электрических цепей. В зависимости от требуемой точности представления исследуемых объектов выбирается количество ячеек и их размер. Ячейки могут быть соединены как в двумерном, так и в трехмерном пространственном представлении. Полученную модель возможно использовать при моделировании сейсмического воздействия в задачах контроля геологической среды [5].

В зависимости от выполняемой задачи используется одна из моделей среды, выбираются ее наиболее значимые её параметры и производится компьютерное моделирование. По результатам

моделирования изучаемой модели приповерхностного слоя геологической среды может быть выбраны параметры измерительной установки, полученная общая картина помогает интерпретировать результаты реальных полевых испытаний. Полученные результаты могут быть использованы для множества целей: распознавание мест потенциального возникновения провалов, отслеживание геологических процессов, таких как выветривание, высыхание, диффузия, вымерзание; разведка полезных ископаемых.

Литература

1. Интегрированная среда физико – геологического моделирования на основе системной инверсии [Текст] : монография / А. И. Кобрунов, С. Г. Куделин, Е. Н. Мотрюк. – Ухта : УГТУ, 2015. – 90 с.
2. Геологический словарь: в 2 – х томах/ Х. А. Арсланова, М. Н. Голубчина, А. Д. Искандерова и др.; под ред. К. Н. Паффенгольца. — 2 – е изд., испр. — М.: Недра, 1978.
3. Журбин И.В. Метод формирования пространственной модели приповерхностных слоев грунта при малоглубинной электроразведке археологических памятников / И.В. Журбин, Д.В. Груздев, А.В. Смурыгин // Вестник ИжГТУ. – 2006. – № 2. – С. 29 – 34
4. Кузичкин О.Р., Греченева А.В., Бакнин М.Д., Суржик Д.И., Дорофеев Н.В. Геоэлектрическое моделирование локальных геодинамических участков в системах геотехнического контроля // Динамика сложных систем – XXI век. – 2018. – Т. 12. – № 4. – С. 25 – 33.
5. Vykov A.A., Kuzichkin O.R. Application of seismoelectric method for inspection conductive media // Applied Mechanic and Materials. – 2013. – vol. 490–491. pp. 1712–1716.

Грыжин В.А., Грыжин П.А.

*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: vit.gryjin@yandex.ru*

Автоматизированный сбор данных в ЖКХ

Разработка приборов дистанционной передачи показателей с различных счетчиков жилищно-коммунального хозяйства является на сегодняшний момент актуальной темой. В настоящее время требуется собирать огромный массив информации, а также анализировать полученную информацию. Под системой автоматизированной сбор данных понимается - беспроводная автоматизированная система дистанционного сбора показаний счетчиков энергоресурсов на центральный сервер сбора данных. Отличительной особенностью системы является то, что передача данных с большого числа счетчиков на сервер происходит по беспроводным каналам связи (радиоканал/GPRS/PLC). Система автоматизированного сбора данных может быть реализована на базе любых типов счетчиков энергоресурсов, имеющих импульсный выход: счетчик газа, воды, тепла, электричества.

Система АСД решает следующие задачи:

1. автоматизация сбора и передачи информации с приборов учета энергоресурсов на сервер сбора и хранения данных. Выполнение опроса счетчиков по заранее подготовленному расписанию;
2. получение оперативной и достоверной информации о потребленных объемах газа (воды, тепла и т.д.), а следовательно, достижение баланса между поставщиком и потребителем газа;
3. передача данных по беспроводным каналам связи (RF/GPRS);
4. информирование о нештатных ситуациях счетчика (несанкционированное воздействие на счетчик, обрыв импульсного кабеля, превышение допустимых границ потребления, сигнализация об утечке и обратном потоке и пр.);
5. сокращение затрат персонала на обслуживание приборов учета;
6. достижение прозрачности доступа к счетчику газа;
7. экспортирование данных во внешние системы учета энергоресурсов и биллинговые системы

Структура «стационарной» системы сбора данных.

При построении «стационарной» системы опроса счетчиков отсутствует необходимость присутствия оператора на месте установки счетчика. Данные со счетчика автоматически передаются на центр сбора информации по заранее спланированному сценарию опроса по беспроводному каналу связи (RF/GPRS/PLC). Оборудование для создания топологии сети устанавливается и настраивается единожды при монтаже системы и не требует дополнительного технического обслуживания. Счетчик с импульсным выходом (например, бытовой счетчик газа) подсоединяется к радиопередатчику. Передатчик передает показания счетчика на концентратор данных по радиоканалу. Для увеличения дистанции передачи данных и области покрытия системы дополнительно могут использоваться репитеры или те же передатчики, которые могут также использоваться как репитеры - ретрансляторы сигнала. После того, как данные были получены концентратором по радиоканалу, они передаются на сервер сбора информации, используя сервис GPRS/SMS. Репитеры, концентраторы и Internet/GSM шлюзы на базе технологии автоматизированного сбора данных позволяют построить сети применительно к любым условиям эксплуатации (от растянувшейся сельской местности до очень плотно заселенного городского сектора и промышленных зон).

Грыжин П.А., Грыжин В.А.

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: pasha.grijin@outlook.com

Корреляционный анализ в системе обработки данных для жилищно-коммунального хозяйства

Разработка алгоритмов для обнаружения безучетного потребления актуальна на данный момент, в связи принятием федерального закона от 27.12.2018 № 522-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации".

Коэффициент корреляции - показатель степени взаимозависимости, статистической связи двух переменных; изменяется в пределах от -1 до +1. Значение коэффициента корреляции 0 указывает на возможное отсутствие зависимости, значение +1 свидетельствует о согласованности переменных. Корреляция изучается на основании экспериментальных данных, представляющих собой измеренные значения (x_i, y_i) двух признаков. В сфере жилищно-коммунального хозяйства корреляционная связь может показывать зависимость между потреблением различных энергетических систем, то есть связь между показаниями различных систем учета коммунальных услуг. На рисунке 1 изображен расчет коэффициентов корреляции в системе MathCad.

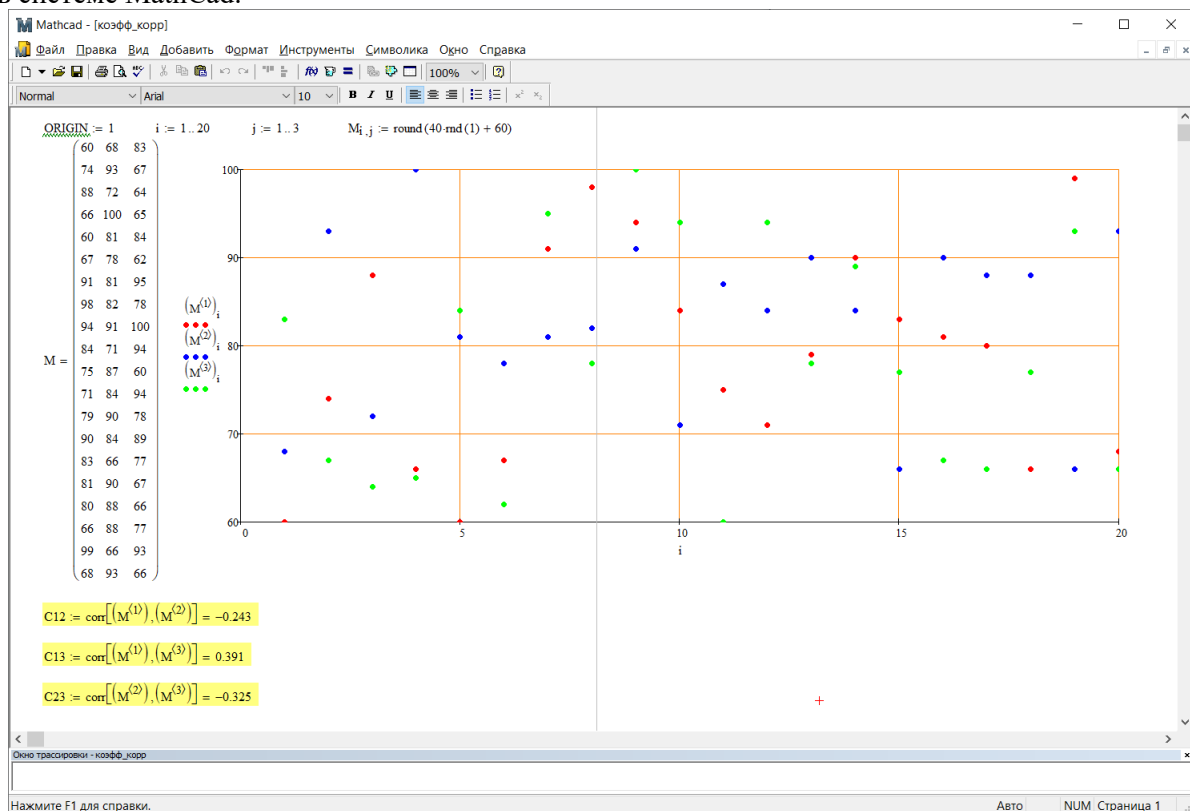


Рисунок 1 – Расчет коэффициентов корреляции в системе MathCad

Применение рассмотренного алгоритма для поиска мест безучетного потребления, в связи с развитием систем дистанционного учета поможет сократить издержки для обнаружения таких мест.

Дорофеев Н.В., Греченева А.В., Панькина Е.С.
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: itpu@mivlgu.ru

Организация систем мониторинга природно-технических и геотехнических систем на основе методов теории бифуркаций

Проведение мониторинга природно-технических и геотехнических систем позволяет обнаружить и понять скрытые процессы, протекающие в них, спрогнозировать развитие негативных сценариев. Однако, на практике эффективность мониторинговых систем подобного класса оставляет желать лучшего, что подтверждается постоянно возникающими авариями и катастрофами [1, 2]. Низкая эффективность систем мониторинга природно-технических и геотехнических систем связано как с экономическими и техническими ограничениями, так и с недостатками применяемых моделей, методов и алгоритмов [3].

Формирование прогнозных оценок развития сценариев изменения состояния наблюдаемой системы (природно-технической или геотехнической) происходит на основе анализа качественных, количественных или статистических и вероятностных методов. Поскольку исследуемая система является динамической, в которой качественное и количественное изменение происходит по множеству параметров, то с учетом ограничений систем мониторинга для моделирования изменения качественного состояния природно-технических и геотехнических систем предлагается применять методы теории бифуркации.

В системах мониторинга природно-технических или геотехнических систем построенных на основе методов теории бифуркации выявляют и прогнозируют скачкообразные переходы качественного изменения анализируемой системы, появляющиеся в процессе ее развития [4-6].

Системы мониторинга построенные на основе методов теории бифуркации на этапе анализа и моделирования выделяют следующие моменты:

- приближение тренда значений контролируемых параметров к предельным значениям и переход анализируемой системы в стадию нелинейного развития;
- оценка вероятности перехода системы в нелинейный режим в период уменьшения достоверности прогнозных оценок;
- оценка нового состояния наблюдаемой системы после прохождения точки бифуркации.

В мониторинговых системах одним из важных аспектов является исследование синхронного изменения элементов или группы элементов анализируемой природно-технической или геотехнической системы. Следует отметить, что в процессе анализа качественного состояния анализируемой системы и отдельных ее элементов необходимо уделять должное внимание шумовым составляющим в обрабатываемых данных.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-1800.2020.8

Литература

1. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Научно-практическая конференция. 23 октября 2002 г. Сборник материалов. - М.: Центр «Антистихия», 2002. - 104 с.
2. Шанина, В.В. Обзор опасных природных явлений за апрель-июнь 2016 года / В.В. Шанина // Геориск. - 2016. - № 2. - С. 5-17
3. Дорофеев, Н.В. Иерархическая информационная модель функционирования единой информационно-аналитической системы управления природно-техническими системами // Информационные системы и технологии. -2016. - № 6 (98). - С. 95-101
4. Арнольд, В.И. Теория катастроф/В.И. Арнольд. - Едиториал УРСС, 2004. - 128 с. 4
5. Анищенко В.С. Устойчивость, бифуркации, катастрофы // Физика. 2013. № 8. С. 105-109
6. Шуман В.Н. О концептуальных основах диагностики и мониторинга геосистем // Геофизический журнал. 2015. Т. 37. № 4. С. 93-103.

Дорофеев Н.В., Греченева А.В., Панькина Е.С.
Муromский 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: itpu@mivlgu.ru

Прогнозирование состояния геотехнической системы на основе теории бифуркации

Сложный характер взаимодействия компонентов геотехнической системы между собой, а так же открытый «характер» геотехнической системы приводит к сложности интерпретации результатов мониторинга геотехнических систем и прогнозирования её поведения во времени [1-3]. Не смотря на имеющийся широкий класс детерминированных математических моделей, описывающих элементы или группы элементов, а так же процессы, протекающие в геотехнической системе, спрогнозировать на практике изменение качественного состояния геотехнической системы в целом зачастую не возможно, что связано с множеством ограничений и вероятностных параметров, описывающих геотехническую систему.

Анализируя этапы жизненного цикла геотехнической системы, можно сделать вывод, что её развитие сопровождается рядом моментов в которых появляется вероятность потери устойчивости и сменой режима функционирования. Переход из одного режима в другой может осуществляться плавно или скачкообразно. Таким образом поведение геотехнической системы можно описать опираясь на теорию бифуркации [4-6].

В общем случае при нахождении бифуркационных значений параметров уравнение $f(x,a)=0$ существует, является единственным, а имеет непрерывную зависимость от параметра a в случае $\det(df/dx) \neq 0$. В этом случае момент бифуркации описывается в точке i как $\det(df_i/dx_i)=0$

Поведение кривой равновесия геотехнической системы в окрестностях точки бифуркации возможно после разложения кривой равновесия в ряд Тейлора. Разложение производится по всем отклонениям параметров и фазовым переменным от точки предполагаемой бифуркации. Анализ индивидуальных особенностей кривой равновесия осуществляется на базе специализированных алгоритмов пространственно-временной обработки. При этом появляется возможность анализировать поведение схожих участков геотехнической системы и выявлять схожие «образы» кривых равновесия для отдельных участков. Реализация такого подхода на практике упрощается в случае применения модульного подхода построения модели геотехнической системы. Это позволит выделять отдельные геодинамические процессы и объекты на разных уровнях геотехнического контроля. Цикличность влияния внешних помех и шумов устранимых в анализируемых данных на этапе обработки дополнительно используются для оценки изменения состояния контролируемого участка геотехнической системы. В этом случае, мешающие факторы выступают как полезные сигналы – сигналы зондирования, которые проходя через прилегающую к зданию территорию и конструкцию здания несут в своих параметрах характеристики о скрытых изменениях геотехнической системы.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-1800.2020.8

Литература

1. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Научно-практическая конференция. 23 октября 2002 г. Сборник материалов. - М.: Центр «Антистихия», 2002. - 104 с.
2. Шанина, В.В. Обзор опасных природных явлений за апрель-июнь 2016 года / В.В. Шанина // Геориск. - 2016. - № 2. - С. 5-17
3. Дорофеев, Н.В. Иерархическая информационная модель функционирования единой информационно-аналитической системы управления природно-техническими системами // Информационные системы и технологии. -2016. - № 6 (98). - С. 95-101
4. Арнольд, В.И. Теория катастроф/В.И. Арнольд. - Едиториал УРСС, 2004. - 128 с. 4
5. Анищенко В.С. Устойчивость, бифуркации, катастрофы // Физика. 2013. № 8. С. 105-109
6. Шуман В.Н. О концептуальных основах диагностики и мониторинга геосистем // Геофизический журнал. 2015. Т. 37. № 4. С. 93-103.

Дорофеев Н.В., Панькина Е.С., Греченева А.В.
*Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
600000, г. Владимир, ул. Горького, 87
E-mail: GrechenevaAV@yandex.ru*

Циклические возмущения в локальных точках геотехнической системы

В процессе проектирования любой геотехнической системы закладываются определенные условия, в пределах которых данная система будет устойчива и функциональна. Однако на устойчивость геотехнической системы при циклических нагрузках сильное влияние оказывает значительно большее число факторов, чем на устойчивость, рассчитанную при проектных нагрузках. Данный факт обуславливает необходимость в специальных исследованиях реагирования геотехнических систем на циклические возмущения, которые в перспективе должны быть положены в основу строительных правил и проектов.

К циклическим возмущениям геотехнических систем следует отнести:

- техногенное динамическое воздействие от наземного и подземного транспорта,
- повышение статического бокового давления грунта ввиду строительства грунтовой насыпи,
- давление воды из-за роста уровня грунтовых вод в насыпи,
- ветровые нагрузки на многоэтажные и высотные здания, которые приводят к низкочастотным колебаниям фундаментов,
- регулярные циклические изменения теплого и холодного периодов года,
- шумы подземных коммуникаций (газо- и трубопровода).

Совокупность данных факторов оказывает циклическое воздействие на грунты основания и приводит к накоплению остаточных напряжений в грунтовом массиве и к развитию деформаций дестабилизации и виброползучести в локальных точках геотехнической системы.

Известно, что под влиянием циклических воздействий подземные и надземные конструкции зданий, представляющих собой геотехническую систему, получают колебания, близкие к резонансным. При этом возникает опасность обрушения конструкций, особенно бетонных и железобетонных с низкими значениями прочности бетона. Условия неравновесного состояния, вызванного воздействием вибрационных и циклических нагрузок, ведут к формированию упорядоченных геомеханических деформационных структур, обусловленных процессом самоорганизации геологической среды [1]. В процессе распространения вибрации происходит изменение состояния и прочностных свойств грунтового основания, а затем и во внешних структурах элементов фундамента.

В таком случае циклическое нагружение создает благоприятные условия для концентрации напряжений в наиболее слабых точках не только грунтового основания, но и элементов железобетонной конструкции фундамента здания, что приводит к её разрушению при существенно меньших циклических нагрузках, чем в статических условиях, принятых в строительных расчетных моделях. Это явление обусловлено разгрузкой напряжений в точках ослабления материала фундамента и приводит к образованию микротрещин. Такие точки являются ключевыми локальными точками геотехнических систем, так как являются наиболее информативными индикаторами развития деформационных процессов в геотехнической системе «грунтовое основание-фундамент-сооружение».

Для решения задач геотехнического контроля в условиях действия циклических и вибрационных техногенных нагрузок предлагается применение методики совместной обработки данных системного мониторинга «грунтовое основание – фундамент–сооружение», который проводится на основании применения комплекса измерительных средств: система геоэлектрического контроля на базе многополюсной электроустановки (электротомография), георадарное обследование, акселерометрические и тензометрические сенсоры [2]. На основании регистрируемых данных производится построение базовой компьютерной модели геотехнической системы «грунтовое основание-фундамент-сооружение», в которой затем

величина коэффициентов циклической нагрузки может быть получена при помощи компьютерного расчёта, который выводит циклический компонент нагрузки для каждой из различных вариантов внешних воздействий.

Следовательно, структурные геомеханические изменения геотехнической системы «грунтовое основание-фундамент-сооружение» могут быть обнаружены на основе применения предлагаемой методики обработки данных комплексного мониторинга ранее, чем возникает необратимое геодинамическое разрушение элементов геотехнической системы.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ №МК-1800.2020.8

Литература

1. Балек, А. Е. Явление самоорганизации деформационных полей массивов горных пород и его использование при решении задач геомеханики /А.Е. Балек/ Проблемы недропользования.- 2016. -№4 (11).

2. Grecheneva, A.V., Kuzichkin, O.R., Dorofeev, N.V., Mikhaleva, E.S. / Geotechnical monitoring of the buildings on the basis of analysis of transfer functions and cyclic vibrational technogenic loads // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems Volume 10, Issue 2 Special Issue, 2018, Pages 1995-2003

Дорофеев Н.В., Романов Р.В., Панькина Е.С.
Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
600000, г. Владимир, ул. Горького, 87
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Пространственно-временная обработка данных геотехнического мониторинга

Контроль состояния геологической среды и инженерно-технических сооружений носят ключевой характер при геотехническом мониторинге природно-технической среды. В настоящее время, растущее число случаев катастрофического обрушения объемов горных пород и разрушения инженерно-технических объектов призывает к необходимости разработки новых подходов и методов автоматизированного контроля инженерно-технических объектов и прилегающей геологической среды [1]. В связи с этим требуются более эффективные подходы к организации геотехнического мониторинга за счет создания и применения современных информационных и аналитических систем, которые используют как местные, так и локальные данные оперативных наблюдений и современные технологии ГИС.

Основой построения систем геотехнического мониторинга являются технические и информационные средства, которые объединены на основе системного подхода для решения следующих задач:

- обеспечение регулярных наблюдений за геодинамическими процессами в геологической среде, по количественным и качественным показателям;
- организация сбора, обработки и анализа данных геотехнического мониторинга, полученных в результате наблюдений на местном и локальном уровнях;
- оценку и прогнозирование изменений состояния инженерно-технических объектов и геологической среды, выработку управленческих действий на основе полученной информации местного и локального уровней и данных ГИС [2].

Сервер данных локального уровня используется для объединения данных, полученных из информационно-измерительных комплексов на локальном уровне, и образует базовую платформу для организации единого информационно-аналитического пространства.

Этот сервер предназначен для сбора данных наблюдений с измерительных комплексов, расположенных в его зоне обслуживания. Размер зоны обслуживания выбирается в соответствии с количеством информационно-измерительных комплексов и систем, параметрами каналов связи между измерительными комплексами и региональным сервером, а также количеством запросов пользователей к существующим базам данных.

Для систематизации первичных данных и учета параметров, при которых проводились измерения, пространственных координат исследуемого объекта, характеристик прилегающей геологической среды передаются измерительными комплексами к центральному серверу вместе с первичными цифровыми данными [3]. Уменьшение фрагментации существующих измерительных комплексов достигается с помощью программного обеспечения локального сервера первичной обработки данных, в частности, путем предоставления специализированных сервисов для обработки информации.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ №МК-1800.2020.8

Литература

1. Сосунов И. В. Актуальные, вопрос предупреждения чрезвычайных ситуаций / Научно-методическое издание МЧС России, ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ).- М.- 2010. – 350 с
2. Грязнова Е.М., Гаврилов А.Н., Чунюк Д.Ю., Борчев К.С. Геотехнический мониторинг в строительстве [Электронный ресурс] : учебное пособие. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 80 с. — 978-5-7264-1402-7
3. A.V. Grecheneva, O.R. Kuzichkin, A.A. Bykov, N.V. Dorofeev, R.V. Romanov. Information and analytical support for the processing of heterogeneous data of geotechnical monitoring. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 2017 17 (52), pp. 681-688

Кулигин М.Н.

*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*

Разработка программного обеспечения для виртуального прибора на основе учебного стенда LESO1 и среды LabVIEW

Разработка программного обеспечения для компьютера, работающего под управлением какой-либо операционной системы, требует навыка профессионального программиста, знающего особенности операционных систем и языков программирования. Но существует способ создания профессионального программного обеспечения без участия высококвалифицированного программиста - технология виртуальных приборов. Эта технология позволяет создавать системы измерения, управления и диагностики различного назначения практически любой произвольной сложности, включая математическое моделирование и тестирование этих систем. Суть этой технологии состоит в компьютерной имитации с помощью разработанной программы реальных физических приборов. Программная среда LabVIEW является именно таким инструментарием технологии виртуальных приборов. Виртуальные приборы (virtual instruments, vi) – компьютерные программы, визуализирующие сигнал, выполняющие его преобразование и анализ. Далее показана возможность разработки виртуального измерительного прибора на основе учебного стенда LESO1. Стенд LESO1 представляет собой микропроцессорную систему, способную взаимодействовать с персональным компьютером через интерфейс USB в программной среде LabVIEW. Это стало возможным благодаря аппаратным особенностям этого стенда - стенд LESO1 построен на базе микроконтроллера ADuC842 фирмы Analog Devices.

Постановка задачи. Аппаратная часть прибора - лабораторный стенд LESO1 и компьютер с установленной средой программирования LabVIEW. Необходимо разработать соответствующее программное обеспечение, как для стенда, так и для ПК. Особенности микропроцессорного стенда LESO1 [1]:

- программирование осуществляется через порт USB (не нужен программатор);
- не требуется дополнительно источника питания, питание стенда осуществляется также через USB (+5В);
- простота реализации и программирования (все периферийные устройства стенда подключены непосредственно к микроконтроллеру ADuC842);
- возможность взаимодействия учебного стенда с компьютером в программной среде LabVIEW.

Программа для микроконтроллера

Программа стенда загружается во внутреннюю энергонезависимую память микроконтроллера ADuC842, её задача обеспечить работу АЦП и его мультиплексора, генератора тестового сигнала, обеспечить взаимодействия микроконтроллера с компьютером. Кроме того, на программное обеспечение стенда возлагается задача первичной обработки оцифрованного сигнала; дальнейшая обработка и визуализация осуществляется в программной среде LabVIEW компьютера. Микроконтроллерная программа выполняется циклически, поскольку прекращает работать только тогда, когда этого захочет пользователь. Программное обеспечение стенда состоит из инициализации и настройки режимов работы АЦП, ЦАП, таймеров, последовательного порта UART и основной программы. В основной программе осуществляется преобразование сигнала в цифровой и передача полученных данных в соответствии с протоколом обмена программной среде LabVIEW компьютера. Кроме основного ПО в стенде программно реализованы часы. Программное обеспечение стенда разработано на языке ассемблера A51 в среде программирования Keil μ Vision4.

Алгоритм работы стенда. Сначала происходит конфигурирование встроенного АЦП, ЦАП, последовательного порта UART и таймеров, подготовка и запуск циклического преобразования АЦП измерительного устройства. Один из таймеров задаёт частоту тестируемого сигнала,

формируемого с помощью ЦАП. Второй таймер определяет частоту опроса АЦП, а третий – скорость работы последовательного порта UART. С помощью четвертого таймера в стенде формируется текущее время. После подключения измерительного устройства к ПК операционная система компьютера находит устройство, инициализирует его, подключает необходимые драйвера и передает управление в программу виртуального прибора.

Алгоритм программы для ПК представлен на рис. 1



Рис. 1. – Алгоритм программы для ПК

Описание программы на LabVIEW

Для начала обмена данными между LESO1 и ПК необходимо произвести инициализацию подключенного стенда. Работать будем непосредственно с драйвером FTDI. Драйвер представляет собой динамическую библиотеку ftd2xx.dll, которая находится в директории Windows (как правило, C:\Windows\System32). Естественно, в системе должен быть установлен драйвер FTDI D2XX. В LabVIEW работа с динамическими библиотеками dll осуществляется с помощью узла Call Library Function (палитра Connectivity -> Libraries & Executables). Этот узел позволяет вызвать определенную функцию из dll, для этого нужно указать путь к библиотеке, выбрать функцию, определить типы входных и выходных переменных, назначить буфера для ввода-вывода. На первом этапе инициализации мы получаем название подключенного устройства работающего с драйверов микросхемы FT232RL (FTDI). Для этого вызываем подпрограмму FT_ListDevices, результатом выполнения которой будет название устройства. В нашем случае это LESO1.2.

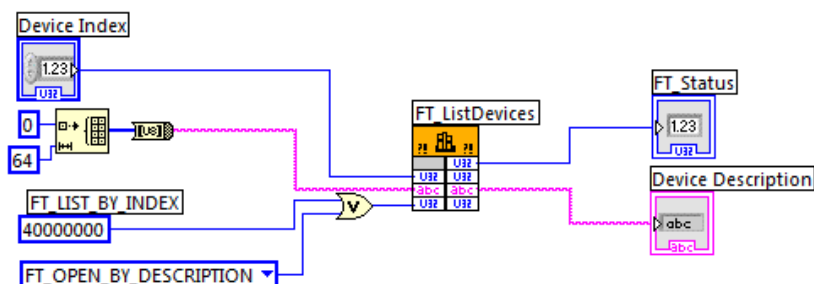


Рис. 2. – Вызов подпрограммы FT_ListDevices драйвера FTDI

На втором этапе по названию устройства получаем его дескриптор, с помощью которого будем в дальнейшем работать со стендом LESO1. Для этого вызываем подпрограмму FT_OpenEx которая по названию устройства получает дескриптор USB устройства.

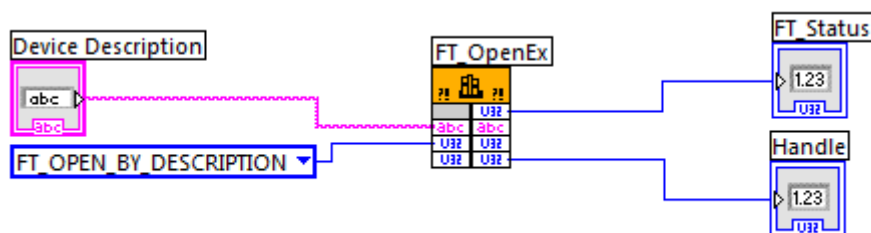


Рис. 3. – Вызов подпрограммы FT_OpenEx драйвера FTDI

На третьем этапе работы сбросим устройство и установим скорость обмена данными между стендом и ПК. Для этого вызовем соответствующие подпрограммы драйвера микросхемы FTDI. Для сброса устройства вызовем подпрограмму FT_ResetDevice. Для установки скорости обмена данными между ПК и устройством вызовем подпрограмму FT_SetBaudRate. После того как устройство готово к обмену информацией, можно начинать считывать данные со стенда LESO1 по дескриптору полученному ранее. Для чтения данных от устройства вызываем подпрограмму FT_Read и передаем ей размер считываемого пакета. Обмен данными будет происходить в виде считывания пакета размером 1000 байт. В этом пакете будет содержаться 500 значений амплитуды сигнала полученных от АЦП, т.к. одно значение передается в виде последовательности из 2 байт. После получения пакета данных необходимо преобразовать его в поток отдельных отсчетов и перейти от целочисленного представления данных к вещественному. Данные с АЦП приходят в виде последовательности байтов, первый содержит номер канала в верхних 4-х битах и старшие 4 бита данных, второй – остальную часть данных.

В роли программного обеспечения персонального компьютера для согласования устройств, измерения сигналов, их обработки и обмена данными со стендом используем визуальную среду программирования LabVIEW. в результате чего получили программный продукт в виде ВП, позволяющего отображать и сохранять принимаемые данные на ПК в удобной для оператора форме.

Литература

1. Документация и методические указания по учебному стенду LESO1
URL:<http://www.labfor.ru/guidance/mpu-leso1>
2. Трэвис, Дж. LabVIEW для всех: пер. с англ. / П.М.Михеев. — М. : ДМК Пресс, 2011. — 904 с. — ISBN 978-5-9-94074-674-4.
3. Евдокимов, Ю.К. LabVIEW в научных исследованиях. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 400 с. — ISBN 978-5-94074-775-8.

Романов Р.В.

*Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых
600000, г. Владимир, ул. Горького, 87
E-mail: romanov.roman.5@yandex.ru*

Геоэкологический мониторинг источников нецентрализованного водоснабжения на закарстованных территориях

Современный анализ карстовых и карстово-технических систем требует рассмотрения не только форм, но и механизма. В настоящее время на территории РФ существуют системы геоэкологического мониторинга различного уровня, которые осуществляют регулярные наблюдения за качеством подземных вод используемого населением для питьевого назначения и хозяйственных нужд [1]. В требованиях к качеству воды нецентрализованного водоснабжения не регламентируются точные периоды проверки качества подземных вод, а внеплановые проверки, которые нацелены на выявление случаев использования подземных вод ведущих к их загрязнению, позволяют выявить лишь часть нарушений. Достаточно мало опубликованных данных о качестве воды, используемой для питьевых нужд, добытой из колодцев и скважин, расположенных на придомовых территориях водопользователей. Такие территории, как правило, не бывают включены в программы мониторинга, а функции контроля в настоящий момент фактически возложены на пользователей.

Оценка качества воды источников нецентрализованного водоснабжения усложняется, если водопользование осуществляется на закарстованных территориях [2]. Развитие карстовых форм в значительной степени определяется гидрологией движения карстовых вод. Причем карстовые воды обладают большей чувствительностью к источникам загрязнений. Поддержание приемлемого качества карстовых вод на территориях где используется нецентрализованное водоснабжение требует особых научно-методических подходов, основанных на знаниях гидрогеологии и особенностей влияния внешних техногенных и природных факторов. Существует довольно эффективный подход для оценки уязвимости подземных вод от загрязнений, основанный на зонировании исследуемой территории и режимной охране подземных вод. Выделение зон санитарной охраны зависит от различных геолого-гидрогеологических и ландшафтно-геохимических условий определяющих степень уязвимости подземных вод к загрязнениям. В результате строится карта для уязвимости подземных вод.

Предлагаемый в рамках данной работы подход по организации геоэкологического мониторинга источников нецентрализованного водоснабжения, расположенных на закарстованных территориях включает в себя:

- на основе анализа условий протекания карстовых процессов, выделение ключевых точек требующих гидрогеологического и геодинамического контроля в геологической среде;
- разработку надежных алгоритмов для обнаружения пространственно-временных вариаций уровня подземных вод и их минерализации;
- выявления факторов, оказывающих негативное влияние на точность результатов измерений;
- оценку уязвимости загрязнения подземных вод и прогнозирование экологического риска загрязнения подземных вод ведущего к ухудшению здоровья населения.

Применение систем автоматизированного геологического мониторинга источников нецентрализованного водоснабжения позволяет проводить оценку уязвимости подземных вод к загрязнениям и прогноз экологического риска загрязнения территорий, где используется нецентрализованное водоснабжение на основе локальных наблюдений за отдельными выделенными геодинамически активными зонами [3]. Представив гидрогеологическую среду как совокупность больших и малых объемов среды, можно выделить отдельные гидрогеодинамические объекты, которые определяют развитие карстовых процессов. Это позволяет выделять локальные изменения при обобщенной оценке геодинамики гидрогеологической среды.

Работа выполнена при поддержке Стипендии Президента РФ СП-254.2019.5

Литература

1. Шестаков В. М., Невечеря И.К., Авилина И.В. Методика оценки ресурсов подземных вод на участках береговых водозаборов: монография М.: КДУ, 2009. - 192 с.
2. Климчук А.Б., Токарев С.В. Рекомендации по охране подземных источников питьевого водоснабжения в карстовых регионах Спелеология и карстология. – № 12. – Симферополь. – 2014. - С. 5-16.
3. Dorofeev N. V., Kuzichkin O. R., Eremenko V. T. The method of selection of key objects and the construction of forecast function of the destructive geodynamic processes 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, Book2 Vol. 1, pp 883-890

Суржик Д.И., Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М.
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: arzerum@mail.ru

Компенсационное выделение трендовых сигналов при осуществлении геодинамического мониторинга

Геодинамический мониторинг [1-3] представляет собой систему непрерывных инструментальных измерений и расчетов показателей качества различных объектов. Его применение позволяет осуществлять оценку состояния произвольного объекта мониторинга в целом, проводить анализ происходящих в нем процессов, своевременно обнаруживать геодинамические события и осуществлять раннее прогнозирование их развития.

Для слежения за геодинамикой объектов на протяжении длительных временных интервалов программно-аппаратные комплексы геодинамического мониторинга должны эффективно выделять трендовую составляющую из обрабатываемых данных, содержащих на практике помимо полезной составляющей еще и значительное количество результатов помеховых воздействий.

Одним из методов геодинамического мониторинга является фазометрический геоэлектрический метод, в основе которого лежит принцип выделения и контроля динамики фазы между приемными электродами-заземлителями. Для этого обработка регистрируемых пар сигналов программно-аппаратными комплексами геодинамического мониторинга предполагает формирование их разностного сигнала, его фазовое детектирование относительно известного опорного сигнала и низкочастотную фильтрацию. При этом в качестве фазового детектора в данном случае может быть использована балансная схема фазового детектора, выходной сигнал которого содержит две составляющих: полезную (содержащую постоянную и динамическую компоненты) и помеховую.

В данном случае для компенсации постоянного фазового сдвига полезной составляющей может быть использован подход, основанный на регулировке фазы одного из опорных колебаний программно-аппаратного комплекса геодинамического мониторинга или автоматическая компенсация постоянных фазовых сдвигов между приемными электродами. Во втором случае предлагаемое решение может быть реализовано при помощи структурной схемы автокомпенсатора фазовых сдвигов (АКФЗ), использующей в основе принцип замкнутого автоматического управления с отрицательной обратной связью, передаточная функция которого соответствует фильтру верхних частот (ФВЧ), который имеет нулевой коэффициент передачи для постоянной составляющей и ненулевой коэффициент передачи в остальном частотном диапазоне, что позволяет скомпенсировать нежелательный фазовый сдвиг.

Литература

1. Долгаль А.С. Комплексирование геофизических методов: учеб. пособие /А.С. Долгаль; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – 167 с.
2. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов: учебник для вузов. – 2-е изд. испр. и доп. – М. : ВНИИ геосистем, 2012. – 346 с.
3. В.К. Хмелевской, В.И. Костицын. Основы геофизических методов: учебник для вузов. Перм. ун-т. - Пермь, 2010. - 400 с.

Суржик Д.И., Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М.
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: arzerum@mail.ru

Применение нечеткого регулирования беспилотными летательными аппаратами, осуществляющими полетные мониторинговые задания в условиях «умных городов»

В настоящее время ввиду активно меняющихся условий социального, экономического, экологического, энергетического и транспортного характера во многих развитых и развивающихся странах происходит постепенный пересмотр подходов к управлению городским развитием в сторону перехода к городам нового типа, называемых термином «умные» [1], особенностями которых является использования передовых решений в области энергосбережения, управления водными ресурсами, инженерными и информационными системами сооружений, внедрения интеллектуальных транспортных систем, а также использования информационных и коммуникационных технологий для решения широкого круга задач.

Одним из перспективных направлений развития технологий в условиях современных «умных городов» является активное использование беспроводных самоорганизующихся сетей (БСС) и их частного случая - самоорганизующихся сетей летательных аппаратов (Flying Ad-Hoc Network, FANET), предназначенных для сетевого взаимодействия с помощью малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [2]. Объединение достоинств БСС и БПЛА позволяет решать с их помощью широкий круг всевозможных задач [3], а оснащение БПЛА программно-аппаратными средствами для скоростной передачи данных, а также фото и видео открывает перспективы использования БПЛА в области обеспечения различных видов мониторинга (объектов городского хозяйства; транспорта и спецтехники; загрязненности окружающей среды).

Данные области применения характеризуются сложными и нестабильными условиями работы БСС, что определяет актуальность применения адаптации физического уровня передачи данных с использованием БПЛА. При этом качество связи при передаче данных с использованием БПЛА может быть улучшено с помощью методов нечеткой логики [4], которые базируются на теории нечетких множеств и используется при недостаточном знании объекта управления или в случаях, когда необходимо знание эксперта.

Для практической реализации нечеткого управления может быть использована структурная схема замкнутой системы автоматического управления с отрицательной обратной связью для приема-передающего модуля радиопередатчика БПЛА, построенная на основе нечеткого регулятора, построенного по одному из известных типов (П, И, ПИ, ПД, ПД+И, ПИ+Д и ПИД). В этом случае в качестве входных сигналов нечеткого регулятора используются сигналы ошибки регулирования, приращения ошибки, квадрата данной ошибки, ее интеграла и их различные сочетания.

Литература

1. Д. Вотцель, Е. Кузнецова. Технологии умных городов: что влияет на выбор горожан? - McKinsey center for government. - 2018. – 66 с.
2. I. Bekmezci, O. K. Sahingoz, S. Temel., Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): A Survey, Ad Hoc Networks, 2013, Vol. 11, № 3, pp. 1254–1270.
3. А.Д. Вырелкин, А.Е. Кучерявый. Использование беспилотных летательных аппаратов для решения задач «умного города» / Информационные технологии и телекоммуникации. - 2017, Т.5., № 1. - С. 105-113.
4. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. М.: "Горячая линия-Телеком", 2004, 143 с.

Южаков С.Д., Быков А.А.

*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: dootchik1605@gmail.com*

Моделирование процессов изменения среды при воздействии вибраций

Вибрации – это колебания твердых, газообразных или жидких тел, которые могут создаваться путем внешних (деятельность человека) и внутренних (природные явления вызванные энергией Земли) сил, например таких, как: воздействие проезжающего поезда на близлежащий грунт (внешние силы) и воздействие на поверхность Земли при землетрясении (внутренние силы).

Задача моделирования вибраций, происходящих в процессе изменения среды, предназначается, обычно, для изучения, уточнения, и предсказания возможных последствий. С развитием технологий, железнодорожные подвижные составы становятся все более грузоподъемнее, возрастает скорость и интенсивность их передвижения, что существенно увеличивает вибрационное воздействие на железнодорожный путь и может привести к смещению частиц грунта, особенно в тех местах, где земляной покров возведен на торфяном основании много лет назад. Это способствует деформации железнодорожных путей и нарушению движения поездов.

Существует две группы методов измерения вибраций: контактные и бесконтактные.

Контактные методы, предполагают связь между механическим датчиком и средой, в которой производится измерение. Самые простые измерения производятся с помощью пьезоэлектрических датчиков, что позволяет получить точные данные только при небольших амплитудах и в диапазоне низких частот, так же при малой массе измеряемой среды, датчик может влиять на вибрации, что приводит к ошибочным данным. Эти недостатки устраняет метод открытого резонатора, который заключается в измерении параметров сверхвысоких частот (СВЧ) резонатора.

Бесконтактные методы, не имеют механической связи со средой измерения. Они основаны на зондировании измеряемого объекта звуковыми и электромагнитными волнами. Одним из последних разработанных методов, является метод ультразвуковой фазометрии. Он измеряет значения разных фаз периодического сигнала ультразвуковой частоты, а также сигнала, отраженного от исследуемой среды.

С целью моделирования распространения в грунте упругих колебаний предлагается три метода оценки вибрации в исследуемой точке:

1. Частотный или спектральный анализ - среднее значение виброскорости или ускорения при постоянном времени измерительного прибора.
2. Интегральная оценка по частоте – с помощью корректирующих фильтров и расчетов, получаем частотно взвешенные величины виброскоростей и ускорений.
3. Интегральная оценка с учетом времени воздействия – получение выходных значений дозой оценкой с учётом времени действия вибрации.

В зависимости от задачи используется конкретный метод измерения среды и оценки. Полученные данные заносятся в программу, которая по формуле затухающих колебаний $x(t) = Ae^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$ моделирует график зависимости амплитуды от времени в определенной точке, на определенном расстоянии. Где A – это наивысшее значение изменения переменной величины от стандартного значения при колебательном процессе (амплитуда), $e^{-\delta t}$ экспонент коэффициента затухания колебания и времени, $\omega = 2\pi f$ - циклическая частота, f - частота колебаний, φ – начальная фаза колебаний в установленный момент времени. Начальный момент времени рассчитывается по формуле $t = \frac{s}{v}$, где s расстояние до точки измерения, от точки начала вибраций, а v - скорость распространения упругих волн в той среде в которой производятся измерения.

Возможно производить моделирование вибрационного воздействия на грунт одновременно в нескольких точках посредством сети датчиков, расположенных параллельно и перпендикулярно движению железнодорожного состава, тем самым получая информацию о распространении колебаний на плоскости (Рис. 1).

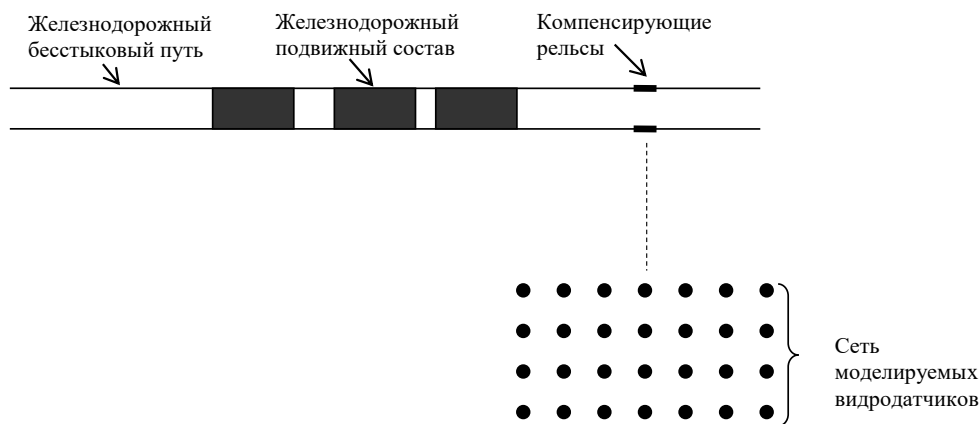


Рис. 1. Схема эксперимента моделированию распространения сейсмических и акустических сигналов железнодорожного транспорта

По результатам выходных данных моделирования, можно сделать вывод о том, какие колебания происходят в конкретном месте от источника вибраций и произвести оценку допустимых пределов. Полученные результаты моделирования могут быть использованы во множестве научных и прикладных исследований, начиная от моделирования упругих полей в железнодорожном полотне до моделирования изменения состояния грунта во времени.

Литература

1. Юлдашев Ш. С., Саидов С. М., Набиев М. Я. Распространение вибраций в грунтах, возникающих при движении железнодорожных поездов // Молодой ученый. — 2015.—№11.— С.481-483.
2. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда : учебное пособие для вузов / Под ред. В.Ф. Кириллова. - 2008. - 416 с. : ил.
3. Труды Международного симпозиума «НАДЕЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО»: Т78 в 2 т. - Пенза : ПГУ, 2015. - 2 том - 384 с.
4. Дедков, В.К. Компьютерное моделирование характеристик надежности нестареющих восстанавливаемых объектов / В.К. Дедков, Н.А. Северцев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. I. С. 368-370.