

**Туйчиев Бекзод Оромович.** Старший преподаватель, заведующий кафедрой «Телекоммуникационный инжиниринг» Каршинского филиала Ташкентского университета информационных технологий

e-mail: [bekzod2702@mail.ru](mailto:bekzod2702@mail.ru)

тел: +99890 609 75 00

**Tuychiev B.O.**

**Fractal Model of the Propagation of Electromagnetic Waves in the Tropospheric Waveguide**

The purpose of this work is to construct a mathematical model for the propagation of plane electromagnetic waves (signals) in the tropospheric atmosphere of line of sight, taking into account the fractality of turbulence and interference.

**Key words:** fractal, model, propagation, electromagnet, troposphere, waveguide, turbulence.

УДК 620:191.33:681.7.624.012

**А.А. Бердиев**

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ И СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД»**

Рассматриваются различные методы автоматизированного измерения состояния подземных трубопроводов. Предлагается оптимальный способ проведения мониторинга за состоянием трубопроводных транспортных систем в условиях «Безопасного города». Кроме этого, приведены практические рекомендации и области применения предлагаемой технологии.

**Ключевые слова:** автоматизированная оптоэлектронная система, безопасный город, волоконно-оптические датчики, опорный канал, полное внутреннее отражение, трубопроводные транспортные системы, фотодетектор.

### **Введение**

В данное время создание автоматизированной системы оповещения и информирования различных ситуаций в условиях «Безопасного города» является весьма актуальной задачей.

Создание волоконно-оптических систем измерения величин механических воздействий, деформаций, плотности материалов, базирующихся на оптических сигналах и позволяющих реализовать автоматизированные системы, наряду с повышением точности измерений, позволяет диагностировать и контролировать параметры механических конструкций. Устройства, основанные на разработанных методах и примерах обнаружения места повреждений, занимают в них особое место.

Волоконно-оптические датчики нашли широкое применение в разных отраслях производства: например, в медицине, при определении местонахождения

трещин и деформаций в разных конструкциях, а также при развитии технологии «Безопасный город».

Современный город представляет собой сложную многоуровневую структуру. Он состоит из множества подсистем – транспортной, телекоммуникационной, систем электро- и водоснабжения, а также многих других, которые функционируют и взаимодействуют между собой. Комплексная система «Безопасный город» предназначена для автоматизации решения наиболее важных задач современных городов.

Мониторинг состояний подземных трубопроводов, которые считаются частью безопасного города является актуальной задачей.

Существующие подходы к решению проблемы оценки надежности ТТС (трубопроводных транспортных систем) имеют ряд недостатков. Анализ работ [1-2] позволяет сделать вывод, что в обоих

случаях требуется использование громоздких формул и последовательности вычислений для расчета надежности систем трубопроводов. Кроме этого, данные методы не дают возможность преждевременного предупреждения о появлении аварий линейной части трубопроводов.

Теоретическая часть. Технология определения местоположений зарождений или трещин трубопроводов опирается на два метода:

**Первый метод.** Закон Бугера–Ламберта–Бера - физический закон, определяющий ослабление параллельного монохроматического пучка света при распространении его в поглощающей среде.

Закон выражается следующей формулой:

$$\Phi_{об} = 0.5t RnJ_r \Phi_0 e^{-2aL}, \quad (1)$$

где  $\Phi$  - начальный поток,  $\Phi_0$  - мощности обратного рассеяния на расстоянии  $L$ ,  $\Phi_{об}$  - затухание волокна ( $=0.000073$  при  $1310\text{nm}$ ),  $a$  - групповая скорость распространения импульса,  $n$ -показатель, определяющий долю рассеянного в обратном направлении света

$$\Phi_0 = \Phi_{об} + \Phi. \quad (2)$$

Выводим 3-формулу, используя 1-ую и 2-ую формулы:

$$\Phi = \Phi_0 - \Phi_{об} = \Phi_0 - 0.5t RnJ_r \Phi_0 e^{-2aL} \quad (3)$$

Из формулы (3) выводим  $L$  (4) расстояние рассеяния оптического луча волоконно-оптического кабеля (ВОК).

$$L = - \frac{\ln(1 - \frac{\Phi}{\Phi_0})}{2a} / 0.5t RnJ_r \quad (4)$$

С помощью полученной формулы можно определить, в какой части волоконно-оптического кабеля (ВОК) происходят потери.

**Второй метод.** Метод полного внутреннего отражения. Полное внутреннее отражение наблюдается при переходе света из среды оптически более плотной в оптически менее плотную среду. Опираясь на такую физиологию света, можно

будет этот закон применить в технологии определения разрушений разных конструкций, например, при определении аварий линейной части подземных трубопроводов. Учитывая время отражения светового луча, можно определить точное местоположение трещины или повреждение трубопроводов с помощью формулы (5)

$$S = C \times t / 2, \quad (5)$$

где  $C$  – скорость распространения световых лучей,  $t$  – время отражения светового луча.

Экспериментальная часть. При разработке данного устройства, исходя из выше указанных предложений, на рис.1 приведена его структурная схема. Данное устройство применяется для определения местонахождений трещин или аварий в местах трубопроводов.

Автоматизированная оптоэлектронная система для обнаружения и регистрации усталостных трещин и состояния подземных трубопроводов состоит из блока лазерного диода (ЛД), блока сигнализации, индикации и управления (СИУ), а также комплекта датчиков.

Концы волоконных датчиков собираются с одной стороны в пучок, торец которого освещается лазером накаливания (ЛД). Другие концы датчиков подключены к индивидуальным фотоприемникам (блок СИУ). Сами датчики с помощью клея жёстко закрепляются на любом участке трубопроводов. Если на контролируемой поверхности начинает развиваться трещина или возникает влияние давления воды, которая образуется от трещины трубы, то происходит разрушение датчика и, следовательно, резкое ослабление интенсивности светового потока, подводимого к фотодетектору. Электронное устройство обрабатывает сигналы, поступающие с фотодетекторов, и реализует звуковую сигнализацию о моменте разрушения, индикацию номера деформированного датчика, а также оперативное отключение внешнего устройства.

1 – фрагменты испытываемой конструкции

(трубопроводы), 2 – местонахождение трещины, 3- участок давления воды, 4 – полимерные световоды (датчики), 5-источник питания, 6- микроконтроллер, 7- коммутатор, 8- усилитель мощности, 9-12 подстроечные резисторы, 13-15 – лазерные диоды (ЛД), 17-18 – измерительные приемники оптического излучения (ПОИ), 19-

усилитель, 20- приемо-передатчик RS232, 21- аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), 22-компьютер, 23-файлы данных, 24- цифровая обработка данных, 25- математическая обработка результатов, 26- статистика экспериментов, Р-давление воды, возникающее из-за аварий в трубопроводе.

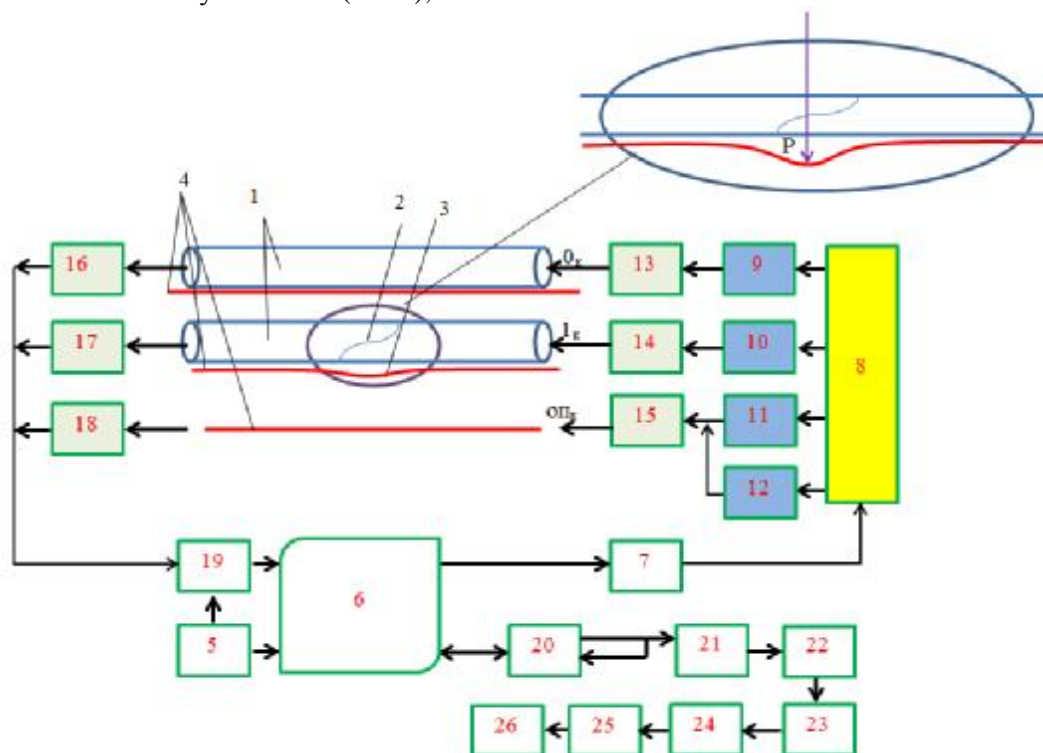


Рис. 1. Блок-схема устройства для определения мест обнаружения, регистрации зарождения и распространения усталостных трещин вдоль подземных трубопроводов

Поставленная задача достигается тем, что программа, заложенная в микроконтроллер, определяет порядок и скорость опроса датчиков, выполняет автоматическую коррекцию нуля аналогово-цифрового преобразователя и усредняет измеренные значения для каждого датчика. При этом измерения производятся циклами, в каждом цикле измеряется сигнал от канала, вне зависимости от того, подключен или нет к данному каналу датчик. Полученные данные усредняются и могут быть переданы из устройства через последовательный интерфейс RS232 на управляющий персональный компьютер, который запрашивает данные с требуемого канала передачей в устройство данного канала в коде ASCII. В ответ на номер канала

устройство передает в компьютер четыре байта, соответствующие усредненному значению измеренной величины для данного канала. Каждый из четырёх байт представляет собой шестнадцатеричную цифру в коде ASCII, причем первой передается старшая цифра, а последней – младшая. Поставленная задача достигается тем, что номера каналов от 0к до 1к соответствуют измерительным каналам, а номер опк – уровню нуля в отсутствие сигналов по всем оптическим каналам устройства. Данные по каналу опк используются для контроля правильности работы приемно-усилительного тракта и аналогово-цифрового преобразователя. При этом порядок опроса каналов со стороны компьютера значения не имеет и может быть любым,

с любыми интервалами времени опроса. Интервалы и порядок опроса определяются, исходя из конкретной задачи, решаемой с помощью устройства. Измерительное устройство осуществляет опрос каналов в непрерывном режиме, причем время опроса одного канала (включая канал опк) составляет около двух миллисекунд, чтобы аналоговый сигнал на выходе преобразователя фототока приемников в напряжение, пропорциональное мощности оптического сигнала прошедшего через оптоволокно, успел установиться до начала цикла аналого-цифрового преобразования. Оно длится около 200 микросекунд, после чего в памяти микроконтроллера обновляются данные для выбранного канала. При этом набранные по восьми измерениям данные для каждого из каналов усредняются, и именно усредненные значения передаются через последовательный интерфейс по запросу от компьютера.

#### Результаты эксперимента:

Результат такого эксперимента в виде временной диаграммы представлен на рис.2. Здесь сигналы включения излучающих диодов, которые вырабатывает контроллер, обозначены как  $U_0 - U_{on}$ . Сигнал на выходе усилителя-преобразователя фототока приемных диодов

обозначен как  $U_{0,1,on}$ , т.к. он является входным сигналом аналого-цифрового преобразователя контроллера. На диаграмме показана форма сигнала  $U_{0,1,on}$  для случая, когда волокна двух первых каналов повреждены образовавшейся под ними трещиной.

На рис. 1. и рис. 2. канал опк использован в качестве опорного, сигнал с которого может быть использован для учета влияния температуры окружающей среды на мощность излучения светодиодов, т.к. известно, что с ростом температуры окружающей среды, а значит, и корпуса светодиода, мощность излучения уменьшается. Чтобы избежать влияния разогрева диодов при прохождении тока через них, выбран режим непрерывного опроса каналов даже в том случае, если канал не используется или компьютер не запрашивает данные измерения в течение длительного времени. При этом можно считать тепловой режим работы излучателей относительно стабильным, а мощность излучения - неизменной. Для дополнительной стабилизации мощности излучения питание светодиодов осуществляется от стабилизированного источника напряжения.

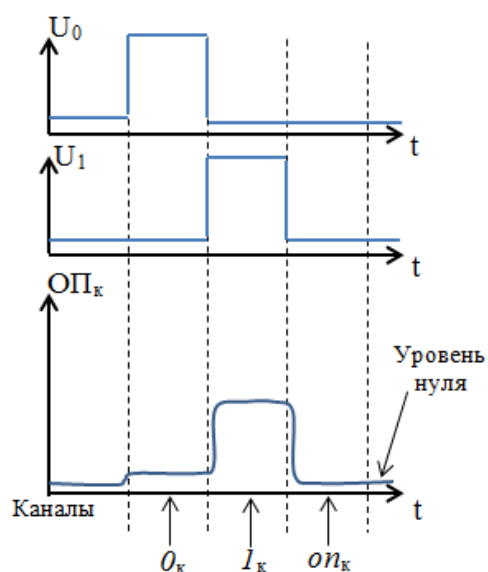


Рис.2. Экспериментальная временная диаграмма

### Заключение

Использование автоматизированной измерительной системы для определения состояния трубопроводов даёт преимущество по времени, которое, в свою очередь, требуется для предотвращения разных аварий вдоль подземных трубопроводов. Исходя из этого, с помощью предлагаемого устройства можно достичь высокой эффективности.

Из технических параметров известно, что длительность эксплуатации оптического кабеля составляет не более 20 лет. После завершения периода своей эксплуатации такие кабели можно использовать вторичным образом в вышеперечисленных технологиях. Следует отметить, что стоимость таких оптических кабелей очень низкая, но эффективность их работы будет значительной.

### Литературы

1. Ю.Л. Тарасов, С.Н. Перов, С.Л. Логвинов. Решение проблемы обеспечения надежности и ресурса трубопроводных систем при их проектировании ВЕСТН// САМАР. ГОС. ТЕХН. УН-ТА. СЕР. Физико – математические науки. 2003. № 19. 122-128 с.
2. И.А. Гавриленко. Математическое обоснование оценки вероятности безотказной работы трубопроводной транспортной системы с мостовым соединением элементов// Журнал «Автоматизированные системы управления и приборы автоматики» 2006. № 19.

**Key words:** automated optoelectronic system, safe city, fiber optic sensors, reference

3. Rakhimov B.N., Muxitdinov X.A., Hakimov Z.T., Ibragimov D.B. Optoelectronic measuring and information system for the detection efforts of dams// Perspectives for the development of information technologies ИТА-2014, Tashkent, 4-5 November 2014, p. 347-351

4. Rakhimov B.N., Abduhalilov B.Z. Locate objects mechanical damage based on fiber-optic communication// Asian Journal of Research № 6(6), Japan, Osaka, July 2017, p. 117-126

5. Н.Р.Рахимов, Т.Д.Раджабов, Б.Н.Рахимов. Определения местонахождения объектов механических повреждений на основе волоконно-оптических датчиков// Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017 международной научно-технической конференции, УФА 2017 г., С.184-188.

### А.А. Бердиев

Ассистент кафедры Системы телерадиовещания Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразми.

### А.А. Berdiev

**Forecasting of Dynamics and Statistical Properties of Underground Pipelines in "Safe City" Conditions**

Various methods of an automated measuring system for the state of underground pipelines are considered. An optimal way of monitoring the condition of pipeline transport systems in the conditions of the "Safe City" is suggested. In addition, practical recommendations and applications of the proposed technology are given.

channel, full internal reflection, pipeline transport systems, photodetector.

УДК 535.6: 88.3

Х.Д. Закирова, Н.Р. Рахимов

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЦВЕТООЩУЩЕНИЯ СУБЪЕКТА

В настоящей статье приведены результаты исследования психологического аспекта цветоощущения, и роль последнего в религии, познавательной деятельности и в повседневной жизни людей.

Проведено экспериментальное исследование воздействия цвета на учебно-познавательную деятельность человека на примере среднего и высшего учебных образовательных процессов с учётом личностных характеристик. Создана компьютерная программа для обработки результатов тестирования по определению связи восприятия цвета с эмоциональным состоянием и устойчивыми психологическими характеристиками субъекта.