

УДК 656.56

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ОТ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ УГРОЗ

А.Э. ЛИТВИН, В.В. СТАРОСОТНИКОВ
(Представлено: А.И. ЯКУБЕНКО)

Статистические данные, собранные на объектах трубопроводного транспорта Республики Беларусь, свидетельствуют об учащении случаев хищения перекачиваемого продукта при подземной транспортировке, путем незаконных врезок в трубопровод.

Введение. За последние годы было выявлено большое количество диверсионных актов по хищению нефтепродукта. Такие криминальные вмешательства в транспортировку нефти и нефтепродуктов, представляют угрозу для окружающей среды и для здоровья и жизни населения. Несанкционированная врезка в магистральный трубопровод может спровоцировать разлив нефти и нефтепродукта, который приведет к загрязнению почвы, рек и водоемов. Кроме того, это приведет к экономическим потерям для организации.

Основная часть. Во всем мире, основные исследования, для предотвращения криминальной врезки в магистральный трубопровод, направлены на обнаружение сейсмической активности в охранной зоне магистрального трубопровода. Обнаружение активности определяют по средствам волоконно-оптического кабеля, полученные данные которого в дальнейшем расшифровывают с помощью искусственного интеллекта [1]. Так же, кроме применения оптоволоконной системы, существуют тепловизионные и видеовиброаналитические системы. Однако применение таких систем намного усложняется в использовании и расшифровке полученных данных. Во всех, указанных выше, способах предотвращения незаконных врезок в магистральный трубопровод, важную роль играет искусственный интеллект. Искусственный интеллект – это алгоритм, который выполняет действие вместо человека, с помощью вычислительной мощности. В данной системе искусственный интеллект расшифровывает данные, полученные с датчика, и в случае подозрительной сейсмической активности в охранной зоне магистрального трубопровода, сигнализирует оператору. Ведущими разработчиками в мире, данной системы являются: “Halliburton”, “Schlumberger”, «Омега», «Интел-системы», «Оптолинк».

Общий принцип работы данных систем по защите трубопроводов основан на следующем: признаком незаконного акта врезки в трубопровод, является вторжение нарушителя в охранную зону и формирование шурфа для контакта с оболочкой трубы. В месте деформации слоя почвы формируются сейсмическая активность, которая, достигая волоконно-оптического кабеля, вызывает его деформацию. В свою очередь датчик системы обнаружения передает данные на расшифровку, где искусственный интеллект основываясь на данных, которые были в него заложены при обучении, определяет природу возникшей сейсмической активности [3]. Так же стоит обратить внимание, что на обучение искусственного интеллекта, оказывают влияние следующие критерии:

- погодные условия в месте залегания кабеля;
- местность и общая сейсмическая активность на данном участке;
- плотность грунтов и их тип;
- водонасыщенность грунтов;
- пористость грунтов;
- глубину залегания волоконно-оптического кабеля;
- расстояния до ближайших мест жизнедеятельности людей.

Перечисленные критерии и создают важнейшую проблему данной системы обнаружения, а именно шумовой фактор [2]. Шумовой фактор создает фон, который затрудняет расшифровку сейсмических колебаний, а, следовательно, и уменьшает точность работы всей системы в целом. Амплитуды естественных сейсмических шумов находятся на уровне 1 мкм и соизмеримы с амплитудой сигналов подлежащих обнаружению (рис. 1.).

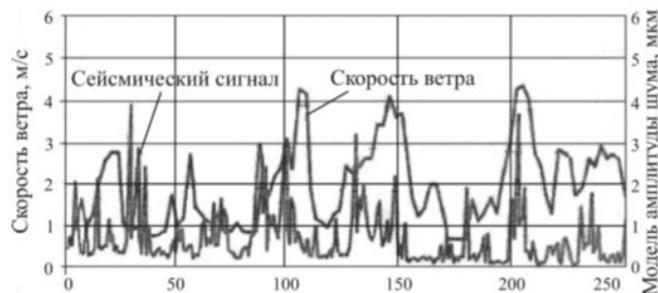


Рисунок 1. – Регистрограмма скорости ветра и модуля сейсмической активности

Это обстоятельство определило появление ошибки расшифровки искусственным интеллектом – «анализ данных от распределенного волоконно-оптического датчика затруднен огромным уровнем помех». Для борьбы с помехами используются методы накопления фильтрации. Наибольшее распространение получила вейвлет-фильтрация, позволяющая снизить уровень шума во всех частотных диапазонах [4]. Так же большинство зарубежных компаний пытается решить данную проблему, с помощью постоянного усовершенствования искусственного интеллекта, а именно ежегодно проводится большое количество экспериментов с записью сейсмической активности и последующей загрузкой в алгоритм системы с указаниями критериев, в которых проводилась запись. Так с 2014 года уровень точности расшифровки вырос на 30% и сигнализационная надежность системы вышла на средний уровень. Что касается помехоустойчивости системы, она так же стала гораздо лучше, если в 2014 году, на каждые 100 часов работы приходилось одно ложное срабатывание, что являлось неудовлетворительным показателем, то сейчас ложное срабатывание приходится на 1500–2000 часов работы на участке в 100 километров [5]. Таким образом на сегодняшний день, мы имеем систему, которая может определить и передать оператору информацию о проведении работ вблизи охранной зоны, приближение к охраняемому объекту с точностью до 10 метров, проезд автомобиля вблизи и так далее. Но у этой системы по прежнему есть ряд недостатков, которые с каждым годом все больше нивелируются. Так же хотелось бы обратить внимание, что на данный момент уже были случаи, когда преступники обходили данную систему. Используя устройства, которое создают большое количество малых сейсмических колебаний, злоумышленники не дают волоконно-оптическому датчику уловить сейсмические колебания о их работах.

По этой причине уже появились проекты, которые находятся на начальном этапе, по совмещению волоконно-оптической системы с видеовиброаналитической, тепловизионной и мультисенсорной систем [6]. Это позволит сравнивать показатели систем и получать более точные сигналы от искусственного интеллекта, уменьшит шанс обхода системы, с целью совершения преступного акта, а так же в перспективе позволит определять места утечек.

Заключение. Обозначенные выше видеоаналитическая, виброакустическая, мультисенсорная и тепловизионная системы могут быть использованы для защиты трубопровода и обнаружения утечек, как с базовым обнаружителем, так и в связке между собой. Таким образом, через несколько лет, мы получим систему, которая будет успешно предотвращать и обнаруживать несанкционированную врезку, что позволит решить главные проблемы в эксплуатации магистрального трубопровода. Так же, следует обратить внимание на то, что направление исследований в сфере искусственного интеллекта в трубопроводном транспорте достаточно молодое, но очень перспективное и приносящее успехи уже сейчас. В ближайшем будущем использование искусственного интеллекта будет применено к множественным аспектам трубопроводного транспорта и существенно облегчит проектирование, сооружение и эксплуатацию магистральных трубопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волоконно-оптическая система мониторинга протяженных объектов (нефтепроводов) на основе когерентного рефлектометра / Е.Т. Нестеров, К.В. Марченко, В.Н. Трещиков, А.В. Леонов // Т-Сотт: телекоммуникации и транспорт. – 2014- №1. – 25–28 с.
2. Шеховцов А.В., Мансуров М.Н., Голубин С.И. Экспериментальное исследование волоконно-оптического метода обнаружения утечек из нефтегазопроводов // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2015.-№6(52). – 30–35 с.
3. Шестаков Р.А., Ганеева Л.К. Анализ волоконно-оптических методов обнаружения незаконных врезок в трубопровод // Труды РГУ нефти и газа имени И.М. Губкин. – 2015. - №2(279). – 56–64 с.
4. Кузнецов В.А., Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. Волоконно-оптические информационно-измерительные системы // Высокие технологии в промышленности России (материалы и устройства функциональной электроники и микрофотоники): материалы 12 международной научно-технической конференции. / ОАО ЦНИТИ “Техномаш”. – М.,2006. – 342–349 с.
5. Боровский А.С., Тарасов А.Д. Общая математическая модель системы физической защиты объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. №10. – 21–29 с.
6. Елифанцев Б.Н., Пятков А.А., Копейкин С.А. Мультисенсорные системы мониторинга территорий ограниченного доступа: возможность видеоаналитического канала обнаружения вторжений // Компьютерная оптика. – 2016.-Т.40, №1. – 121–129 с.