

Создание интеллектуальной системы раннего оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф на компрессорных станциях газовых и нефтяных трубопроводах

Работа проводилась в 2010-2012 гг. в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 годы»

государственный контракт № 14.740.11.0424

Научный руководитель проекта: д.т.н., проф. П.Г.Круг

Описание разработки

В ходе НИР разработана интеллектуальная система раннего обнаружения и оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф, реализующая автоматизированный контроль параметров технического состояния объектов компрессорных станций газовых и нефтяных газопроводов на основе использования нейросетевого классификатора трендов состояния.

Разработанная в ходе НИР лабораторная модель интеллектуального классификатора системы раннего оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф реализует предложенные алгоритмы анализа входной измерительной информации о состоянии и параметрах технологического процесса на компрессорных станциях газовых и нефтяных трубопроводов.

Программные модули лабораторной модели обеспечивают управление окнами основного меню и модулями обучения, настройки и экспериментального исследования системы раннего оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф. Разработана программная документация в составе документов «Описание программы» и «Описание применения».

В ходе выполнения НИР разработана программа и методика испытаний, позволяющая осуществлять проверку соответствия разработанной лабораторной модели предъявляемым к ней требованиям. Проведена экспериментальная настройка активационных функций, числа слоев и алгоритма обучения нейронной сети, обеспечивающая эффективное осуществление интеллектуальной классификации нештатных, аварийных и катастрофических ситуаций. Выполнено экспериментальное сравнение свойств разработанного интеллектуального метода с аналогами, подтвердившее высокую точность обучения разработанного нейросетевого классификатора и его способность своевременно сигнализировать о предаварийных ситуациях и предотвращать масштабные потери, связанные с необходимостью послеаварийных ремонтных работ. В соответствии с разработанной программой и методикой проведены испытания лабораторной модели, что позволило подтвердить работоспособность модели и осуществить ее доработку.

Выполнено определение точностных и временных показателей работы нейросетевого классификатора, которое показало соответствие качества функционирования модели дополнительным требованиям, сформулированным на заключительном этапе исследований.

Показателем назначения разработанной системы являются повышение эффективности раннего оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф на компрессорных станциях газовых и нефтяных трубопроводов.

Основные характеристики системы:

1) в части показателей повышения эффективности раннего оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф:

а) вероятность возникновения ошибки первого рода – не обнаружения признаков появления предаварийной ситуации на КС, % - не более 0,5;

б) вероятность возникновения ошибки второго рода – ошибочного срабатывания системы оповещения при отсутствии предаварийной ситуации, % - не более 1,0.

2) в части временных показателей:

- а) максимальная длительность цикла расчета и выдачи команд алгоритмом нейронного классификатора должна быть не более 100 мс;
- б) средняя длительность цикла расчета и выдачи диагностических предписаний экспертной системой должна быть не более 500 мс.

В ходе НИР разработан новый подход, связанный с применением нейронных сетей для оценки и классификации трендов параметров состояния сложных объектов.

В отличие от других решений, родственных по тематике и целевому назначению, применяемых, например, в таких системах как PIPEGR, PFCG, RISK, SEISTRAN, FATIGUE и в ряде других, разработанный подход может применяться для автоматического и непрерывного мониторинга и оповещения персонала компрессорных станций магистральных трубопроводов о возможности техногенной катастрофы.

Область применения результатов проекта

Областью применения полученных результатов НИР является снижение риска возникновения техногенных катастроф на компрессорных станциях, расположенных вдоль магистральных трубопроводов и служащих для поддержания требуемого давления при транспортировке газа и нефти.

Интеллектуальная система раннего обнаружения и оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф на компрессорных станциях газовых и нефтяных трубопроводов, лабораторный образец предназначены для доукомплектации уже существующих измерительно-вычислительных систем мониторинга технического состояния оборудования, которые на сегодняшний день лишены автоматизации и используют эвристический метод оценки состояния.

Непрерывное наблюдение за объектом является безальтернативным способом обеспечения требуемой эксплуатационной надежности конструкции, так как высокие скорости роста эксплуатационных дефектов приводит к весьма малой долговечности конструкций и к полному её разрушению. Результаты выполненных работ свидетельствуют о высокой перспективности применения нейросетевых технологий для осуществления непрерывного, интеллектуального и автоматизированного мониторинга технического состояния оборудования на компрессорных станциях газовых и нефтяных трубопроводов.

Применение результатов НИР позволит обнаруживать и оповещать персонал о возникновении катастрофических ситуаций, последствия от которых могут приводить к большим материальным потерям и значительному риску для обслуживающего персонала, а также позволит эксплуатировать оборудование по техническому состоянию.

Создание интеллектуальной системы обнаружения и оповещения на основе перспективных нейросетевых технологий, по предварительным подсчетам, позволит обеспечить при тех же объемах транспорта энергоносителей снижение уровней рисков возникновения техногенных катастроф на компрессорных станциях трубопроводов до 20% за счет своевременного обнаружения их признаков и устранения причин.

Основным направлением коммерциализации полученных результатов НИР является производство и установка интеллектуальных систем раннего обнаружения и оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф при доукомплектации уже существующих измерительно-вычислительных систем мониторинга технического состояния оборудования на компрессорных станциях трубопроводов, а также их сопровождение и техническая поддержка.

Программно реализованные алгоритмы раннего оповещения о возможности возникновения техногенных катастроф на основе нейронного классификатора получили свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Разработанные методы и алгоритмы раннего обнаружения и оповещения о возникновении катастрофических ситуаций внедрены в образовательный процесс в рамках теоретических курсов дисциплины «Цифровые процессоры сигналов», раздел «Интеллектуальные методы обработки сигналов»; дисциплины «Программное обеспечение измерительных систем», раздел «Инструментальные средства моделирования»; дисциплины «Программное обеспечение измерительных систем», раздел учебно-методического комплекса (УМК) в ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ».