

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

В статье рассматриваются новые интеллектуальные системы мониторинга состояния искусственных сооружений, описаны их преимущества по сравнению с методикой регламентного обеспечения безопасности, сделан акцент на присущее этим системам свойство упреждающего управления.

Ключевые слова: интеллектуальная система, напряженно-деформированное состояние, беспроводные сенсорные сети, долговечность, надежность, мониторинг, мост, статика, динамика

В условиях быстро развивающейся сети объектов транспортной инфраструктуры возникла потребность создания принципиально новой системы управления состоянием искусственных сооружений. Нужна система мониторинга, которая не только использует современную микропроцессорную аппаратуру, но и обеспечивает заимствование интеллекта у человека. Надо исключить зависимость успешности работы системы от человека, его психоэмоциональных качеств (человек устаёт, отвлекается), его ограниченных возможностей по горизонту управления (одновременно человек может анализировать в среднем только семь факторов), объёму памяти и скорости анализа.

Анализируя современные исследования в области обеспечения эффективности текущего содержания мостов и безопасности их эксплуатации можно отметить недостатки существующих систем мониторинга: его периодичность, большие трудозатраты, отсутствие прогнозирования состояния искусственного сооружения и отсутствие управляемой безопасности. Методика регламентного обеспечения безопасности, которая распространена в настоящее время, основана на анализе состояния сооружения в заданные сроки и устранении сбоев по мере их возникновения, постепенно вытесняется управлением по сложившемуся состоянию объекта с учетом его прогноза на будущее, что влечет за собой снижение трудоёмкости ремонта и повышение безопасности движения.

Целью настоящей работы является анализ разрабатываемых интеллектуальных систем мониторинга, широкое внедрение которых будет способствовать коренному улучшению текущего содержания мостов, повышению их долговечности и надежности.

На железных дорогах Украины эксплуатируется большое количество сооружений, которые практически исчерпали свой нормативный

ресурс. С каждым годом требуется всё больше материальных вложений в ремонт и реконструкцию искусственных сооружений. В этих условиях для обеспечения гарантированного уровня безопасности особое внимание следует уделить созданию новых систем мониторинга и управления состоянием искусственных сооружений.

Препятствиями на пути создания новых систем мониторинга являются недофинансирование, отсутствия базы знаний о предаварийных состояниях объектов, отсутствие специализированного программного и аппаратного обеспечения.

Новые разрабатываемые системы мониторинга должны обладать следующими характеристиками:

- универсальностью, что даст возможность применять их на различных объектах;
- оперативностью реакции – необходимо быстро реагировать на изменение состояния объектов в реальном времени;
- адаптивностью, которая позволит работать системе в условиях процессов, вызывающих старение и изменение состояния;
- интеллектуальностью, которая позволит принимать решения без постоянного участия человека;
- обучаемостью – способностью накапливать знание об объекте и оперативно воздействовать на него в режиме эксплуатации.

Новые системы мониторинга должны обеспечивать упреждающее управление, не допуская сбоев и больших потерь от нарушения безопасности движения.

Основными принципами современной концепции обеспечения надежности и безопасности искусственных сооружений являются:

- постоянство мониторинга состояния сооружения;

- малозатратность, доступность, оперативность выполнения работ по мониторингу;
- прогнозируемость состояния искусственных сооружений;
- управляемая безопасность (не пассивно наблюдать и фиксировать, а оперативно реагировать на состояние сооружения);
- автоматический режим осуществления;
- интеллектуальность.

Синтезируемая система мониторинга должна сохранять: статистику наблюдений за сооружением, мнения экспертов (нужны встроенные базы) и интеллектуальный анализ данных (нужны встроенные базы знаний). Требования концепции эффективности и безопасности: автоматический режим и интеллектуальность.

Автоматический режим исключает зависимость успешной работы системы от человека, его психоэмоциональных качеств.

Интеллектуальность предполагается развивать в двух направлениях: заимствование интеллекта у человека и генерация собственного интеллекта (машина содержит механизмы самообучения).

Основой такой системы является технология беспроводных сенсорных сетей (БСС).

Главным элементом системы служит сенсорный узел, который состоит:

- приемно-передающего устройства;
- микроконтроллера и модуля памяти;
- программного обеспечения;
- автономного источника питания;
- системы сенсоров.

В Ростовском филиале НИИ информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (ОАО «НИИ АС») разработан проект создания интеллектуальной системы контроля вибрационной нагрузки, который основан на технологии беспроводных сенсорных сетей.

В состав системы входит программное обеспечение, которое позволяет наладить сбор информации от системы датчиков и позволяет управлять состоянием этих датчиков, а также имитационная модель объекта мониторинга и графический интерфейс визуализации данных и управления сетью.

Интеллектуальная часть системы – базы знаний агентов БСС, в том числе:

- распределенная база знаний агентов нижнего уровня;
- центральная база знаний агентов верхнего уровня.

Распределенная база знаний включает модели локальных динамических процессов, протекающих в контролируемом объекте.

Центральная база знаний – модель глобального деформационного процесса и алгоритмы выработки диагностических решений.

Существует два вида мониторинга.

Индикативный – общая динамика параметров сооружения, параметры экспресс контроля (индикаторы) доступные для измерений и коррелированные с установленными показателями безопасности.

Репрезентативный – сооружение обследуется полностью во взаимодействии всех факторов внутренней и внешней среды с учетом особенностей технологического процесса.

Разрабатываемые интеллектуальные системы мониторинга искусственных сооружений позволят в будущем реализовывать потенциальные возможности технологии БСС, измерение вибраций и ударных нагрузок, оценку напряжений деформированного состояния конструкций, измерение влажности и температуры среды, влияющих на скорость износа элементов сооружений, а также определение скорости движения транспортных средств. Заслуживает внимания зарубежный опыт по созданию систем контроля напряженно-деформированного состояния мостов. Так, например, в Университете Центральной Флориды была создана имитационная модель беспроводной сенсорной сети пролетного строения моста. Статистические данные представляют собой системные матрицы жесткости, массы и демпфирования при различных воздействиях. Модель позволяет имитировать статические и несколько типов динамических нагрузок.

Разработка и внедрение интеллектуальных систем мониторинга позволяет существенно снизить расходы на текущее содержание мостов и осуществлять упреждающее управление их состоянием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ададулов, С. Е. Интеллектуальная система мониторинга искусственных сооружений [Текст] / С. Е. Ададулов, В. А. Шабельников // «Мир транспорта». – 2009. – № 3 (27). – С. 32-37.
2. Шабельников, А. Н. Поиск аномалий в технических базах данных временных рядов [Текст] / А. Н. Шабельников, В. А. Шабельников // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР». Изд-во ТТИ ЮФУ. – 2008. – № 4. – С. 167-173.
3. Шабельников, В. А. Использование мобильных агентов распределенных систем контроля

- напряженно-деформированных состояний [Текст] / В. А. Шабельников // Сборник тезисов докладов 68-й студенческой научно-практической конференции. Рост. гос. ун-т путей сообщения. – 2009. – С. 22-23.
4. Шабельников, В. А. Оптимизация алгоритмов работы беспроводных сенсорных сетей мониторинга состояния железнодорожных объектов [Текст] / В. А. Шабельников // Сборник тезисов докладов 67-й студенческой научно-практической конференции. Рост. гос. ун-т путей сообщения. – 2008. – С. 17-18.
5. Шабельников, В. А. Разработка беспроводной сенсорной сети для мониторинга состояния объектов [Текст] / В. А. Шабельников, Д. Ю. Елисеев, В. М. Скобло // Сборник тезисов докладов 68-й студенческой научно-практической конференции. Рост. гос. ун-т путей сообщения. – 2009. – С. 25-24.

Поступила в редколлегию 30.03.2012.
Принята к печати 10.04.2012.

Б. В. САВЧИНСЬКИЙ, В. Л. РИКИНА (ДПТ)

ДЕЯКІ ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ШТУЧНИХ СПОРУД

У статті розглядаються нові інтелектуальні системи моніторингу стану штучних споруд, перелічені їхні переваги в порівнянні з методикою регламентного забезпечення безпеки, зроблений акцент на властивий цим системам метод попереджувального управління.

Ключові слова: інтелектуальна система, напружено-деформований стан, безпроводні сенсорні мережі, довговічність, надійність, моніторинг, міст, статика, динаміка

B. V. SAVCHINSKIY, V. L. RIKINA (Dnipropetrovsk National University of Railway Transport)

SOME PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SYSTEMS OF MONITORING THE ENGINEERING STRUCTURES STATE

The new intellectual systems of monitoring the engineering structures state are considering in this article. Their advantages in comparison with the methods of procedural security are described; emphasis on the inherent proactive management property of these systems is made.

Keywords: intellectual systems, stress and strain state, wireless sensor networks, durability, reliability, monitoring, bridge, statics, dynamics