

**Якунин Алексей Григорьевич**

д-р техн. наук, заведующий кафедрой  
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный  
технический университет им. И.И. Ползунова»  
г. Баранул, Алтайский край

DOI 10.21661/R-470265

## **СИСТЕМЫ МНОГОТОЧЕЧНОГО МОНИТОРИНГА**

**Аннотация:** в статье дается краткий обзор работ автора, обобщающих опыт разработки и проектирования систем мониторинга, предназначенных для контроля большого числа однотипных параметров, разнесенных в пространстве на больших территориях. Приводятся ссылки на примеры практической реализации таких систем. Отмечается, что одной из главных особенностей их программно-технического обеспечения является необходимость специальных методов для передачи, обработки и хранения больших объемов измерительной информации. Предлагается для подобных систем мониторинга с большим набором пространственно разнесенных однотипных наборов датчиков использовать термин «многоточечные системы мониторинга».

**Ключевые слова:** мониторинг, техногенные объекты, природные объекты, программно-техническое обеспечение, многоточечный мониторинг, информационно-измерительные системы.

В настоящее время системы мониторинга широко используются в самых различных областях науки и техники для контроля за состоянием здоровья, окружающей среды, инфраструктуры (в том числе ИТ-инфраструктуры), оборудования, технологических процессов, социокультурных институтов и коммуникаций [4; 9]. Общее толкование понятия термина «мониторинг», классификации видов мониторинга в различных аспектах его сфер применения, целей и методик реализации, подробно рассмотрено, например, в работах [8; 11]. Здесь же можно лишь отметить, что мониторинг в большинстве случаев – это метод исследования объектов в самых различных предметных областях с целью выявления

закономерностей их поведения и появлении в этом поведении аномалий и иных отклонений от установленных норм и принятии по результатам мониторинга соответствующих управленческих решений.

В данной работе предлагается ввести в общую систему классификации систем мониторинга такое понятие, как многоточечный мониторинг. Под данным термином будем понимать программно-аппаратные системы технического мониторинга, отличительными особенностями которых является наличие в них множества однотипных первичных измерительных преобразователей, позволяющих контролировать одни и те же параметры объекта контроля в целом ряде пространственно разнесенных местах наблюдения. Типичным примером таких систем являются различного рода системы температурного мониторинга, называемые также термометрическими системами. Наиболее часто они используются в зерноперерабатывающей промышленности, для контроля температуры в силосных башнях элеваторов [6; 12]. Однако с не меньшим успехом их можно применять в качестве подсистем для контроля температуры в помещениях систем жизнеобеспечения зданий и контроля потребления энергоресурсов.

Опыт проектирования и практической эксплуатации таких систем и их компонентов, подробно описанный в работах [1; 7; 10], показал, что при их разработке большое внимание должно быть уделено оптимальной организации структуры хранимых данных и их компрессии [3; 5] и методам, позволяющим выявлять различные виды наблюдаемых в процессе мониторинга аномальных процессов [2; 16].

В частности, для выявления на наблюдаемом сигнале выбросов, перепадов и нарушений формы циклических процессов хорошо себя проявили модифицированные статистические методы, в которых регистрируемые тренды и формы циклов сопоставляются с их значениями, накопленными за предыдущие периоды наблюдений. При этом особое значение имеет правильный выбор окна усреднения при выявлении выбросов и перепадов, а для выявления циклических процессов необходимо компенсировать тренд, обусловленный медленной флуктуацией среднего значения контролируемого параметра во времени.

Для компактификации же хранимых данных было предложено перейти от записи данных в формате вещественных чисел к целочисленным нормализованным отсчетам, а от записи моментов отсчетов в формате даты и времени к записи индексированных временных меток. При этом общий массив данных для ускорения к нему доступа целесообразно разбить на ряд отдельных таблиц, в каждой из которых выборка данных осуществляется либо через равные, либо близкие по своему значению интервалы времени. Дальнейшего уплотнения информации можно добиться за счет применения модифицированных RLE – методов непрерывного ациклического сжатия, которые, как показали результаты экспериментальных исследований, проведенные на действующей системе мониторинга метеоданных, оказались гораздо более эффективными, нежели классические методы блочного сжатия, а также применения обычных архиваторов типа 7Z, ZIP и RAR.

В отдельную группу можно выделить методы, основанные на применении модели  $\epsilon$ -слоя [14–15], позволяющие как выявлять нештатные ситуации, так и осуществлять сжатие данных с заданными ограниченными потерями точности. Ранее такие методы применялись преимущественно для расчета потенциальной точности оценки контролируемых параметров в условиях ограниченной информации о статистических свойствах шумов и помех, а также для оценки интервальных погрешностей измерительных устройств [13].

Важным достоинством многоточечных систем является не столько консолидация данных, приходящих из разных мест объекта контроля, сколько возможность получения дополнительной информации, например, о турбулентных процессах и параметров фронтов перемещения воздушных масс. Кроме того, совместное применение многоточечных систем с системами спутникового мониторинга открывает новые возможности по исследованию пространственно-временных характеристик окружающей среды.

### ***Список литературы***

1. Hussein H.M. Design and implementation systems for weather and technology process monitoring / H.M. Hussein, R.V. Kuntz, L.I. Suchkova,

A.G. Yakunin // Известия Алтайского государственного университета. – 2013. – №1–1 (77). – С. 210–214.

2. Hussein H.Sh. Detection of regularity violations of cyclic processes in a temperature monitoring system using patterns form / H.Sh. Hussein, A.G. Yakunin // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Математика и физика. – 2015. – Т. 8. – №2. – С. 157–164.

3. Hussein H.M. Storage space saving for database in weather monitoring system using data difference techniques / H.M. Hussein, A.G. Yakunin, L.I. Suchkova // Измерение, контроль, информатизация: Материалы XVII международной научно-технической конференции. – 2016. – С. 34–38.

4. Kumar A. Environmental Monitoring Systems: A Review / A. Kumar, H. Kim, G.P. Hancke // IEEE Sensors Journal. – 2013. – Vol.13. – №4.

5. Mogahed H. A comparison of data compression methods for solving problems of temperature monitoring / H. Mogahed, A. Yakunin, L. Suchkova // MATEC Web of Conferences 7. Сер. «7th Scientific Conference with International Participation «Information-Measuring Equipment and Technologies». – 2016. – Т. 79.

6. Бабенко Ю.М. Цифровая система термометрии элеватора «ГРЭЙН» (НИЛ АП) / Ю.М. Бабенко, В.В. Денисенко // Хлебопродукты. – 2007. – №11. – С. 46–49.

7. Бочкарева Е.В. Применение имитационного моделирования для исследования процессов сбора и обработки данных микроконтроллерными устройствами / Е.В. Бочкарева, Л.И. Сучкова, А.Г. Якунин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2009. – Т. 3. – №80. – С. 158–165.

8. Ганеева Ж. Г. Определение понятия «мониторинг» в различных сферах его применения // Вестник Челябинского университета / Сер. 8, Экономика. Социология. Социальная работа. – 2005. – №1. – С. 30–33.

9. Кропотов Ю.А. Алгоритмы автоматизированных систем экологического мониторинга промышленных производств: Монография / Ю.А. Кропотов, А.Ю. Проскуряков, А.А. Белов. – М.: Директ-Медиа, 2015. – 121 с.
10. Плотников А.Д. Разработка микроконтроллерного устройства для регистрации параметров воздушных потоков / А.Д. Плотников, Л.И. Сучкова, А.Г. Якунин // Измерение, контроль, информатизация: Материалы XIII Международной научно-технической конференции. – 2012. – С. 134–138.
11. Полозюк А.Г. Мониторинг и его виды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/NPM\\_2006/Economics/6\\_polozjuk2.doc.htm](http://www.rusnauka.com/NPM_2006/Economics/6_polozjuk2.doc.htm)
12. Системы автоматизированного контроля температуры в силосах элеваторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://servisavtomatika.ru/articles/sistemy-avtomatizirovannogo-kontrolya-temperatury-v-silosah-elevatorov-41>
13. Сучкова Л.И. Применение модели  $\varepsilon$ -слоя для повышения надежности синтеза и анализа контрольно-измерительных устройств / Л.И. Сучкова, А.Н. Тушев, А.Г. Якунин // Надежность. – 2003. – №2. – 41 с.
14. Сучкова Л.И. Интервальный метод идентификации нештатных ситуаций в системах оперативного контроля / Л.И. Сучкова, А.Г. Якунин // Глобальный научный потенциал. – 2012. – №11. – С. 72–74.
15. Сучкова Л.И. Метод E-областей оценки состояния объекта контроля в линейном приближении модельной функции / Л.И. Сучкова, А.Г. Якунин // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – №2 (28). – С. 147–151.
16. Якунин А.Г. Методы выявления аномалий при контроле динамических процессов природных и техногенных объектов / А.Г. Якунин, Ш.А.Х.М. Хуссейн // Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. – 2015. – №1 (65). – С. 79–83.
17. Чудновский С.М. Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений: Учеб. Пособие / С.М. Чудновский, О.И. Лихачева. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. – 148 с.