

Мониторинг крена здания и смещения элементов с помощью решений ZETLAB

Z E T L A B

Подсистема «Мониторинг крена здания и смещения элементов» компании ZETLAB является одной из составных частей СМИК – системы мониторинга инженерных конструкций. В статье описаны варианты построения данной системы (на базе проводной или беспроводной связи), а также представлен датчик угла наклона (инклинометр) ZET 7054 с поддержкой LoRaWAN-протокола.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград

Система мониторинга инженерных конструкций (СМИК) включает в свой состав различные подсистемы, которые работают совместно и дополняют друг друга. Например, одни подсистемы СМИК выявляют начало развития деформаций, другие – различные процессы в грунтах основания (ведь высотные здания активно воздействуют на грунты), третьи фиксируют уже возникшие деформации, наклон несущих конструкций, смещение элементов сооружения относительно друг друга. Так создается полная, всесторонняя картина, позволяющая своевременно принять меры.

Одну из таких подсистем, «Мониторинг крена здания и смещения элементов», разработало ООО «ЭТМС» (компания, часто фигурирующая под названием своего бренда ZETLAB), и эта подсистема является частью СМИК, которую компания ZETLAB также имеет в своем арсенале.

Базовыми устройствами подсистемы «Мониторинг крена здания и смещения элементов» являются датчики угла наклона (инклинометры), которые устанавливаются на несущих элементах (рис. 1), перекрытиях и в других местах, где наиболее вероятно возникновение наклона, а также датчики перемещения, фиксирующие смещение элементов конструкции относительно друг друга. Все эти датчи-

ки – цифровые устройства, оснащенные различными интерфейсами для передачи данных на верхний уровень. В сервере верхнего уровня происходит обработка и анализ данных, их архивация, а также передача обработанной информации на рабочее место оператора (диспетчера) в виде графиков, таблиц и т. д. Каждый из сигналов любого датчика сравнивается с уставкой. В случае выхода измеренных значений за установленные пределы система формирует сигнал тревоги – «Предупреждение» или «Опасность», отправляя его диспетчеру.

Мы намеренно упростили схему работы системы, обрисовав ее в общих чертах, потому что она допускает различные варианты построения. Например, такая система мониторинга может быть построена на базе проводных интерфейсов:

► в общем случае данные с оконечных устройств передаются по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU) на компьютер, а оттуда – на сервер верхнего уровня. С сервера, пройдя всю необходимую обработку, информация поступает на рабочее место диспетчера. Поскольку Modbus – открытый



Рис. 1. Инклинометр, установленный на объекте

протокол, подсистему легко интегрировать со сторонними системами на шине Modbus;

► может использоваться шина CAN с закрытым уникальным протоколом, разработанным ZETLAB. Такая технология построения дает несколько преимуществ: обеспечивается высокая скорость передачи данных и непрерывная проверка их качества, а поверку датчиков можно осуществлять без демонтажа.

Проводные системы имеют свои преимущества, однако для них требуется хорошо работающая сеть и постоянное техническое обслуживание, что бывает трудно организовать на капитальном объекте строительства. Для таких случаев компания ZETLAB предлагает систему на базе протокола беспроводной связи LoRaWAN. Применение радиосвязи очень удобно, если надо контролировать удаленный объект в регионе с неразвитой инфраструктурой, где для проводных систем не хватает ресурсов. Сеть LoRaWAN требует гораздо более редкого обслуживания, оконечные устройства получают питание от автономных источников (батареек), а данные с облачного сервера могут поступать прямо на мобильное устройство диспетчера, то есть создавать рабочее место со стационарным компьютером и монитором необязательно.

При построении беспроводной системы мониторинга для опроса датчиков задействуется устройство сбора и передачи данных (УСПД) ZET 7000 с радиовыходом. Датчики подключаются к УСПД через порт RS-485 и передают данные по протоколу Modbus RTU. УСПД преобразует сигналы и отправляет их дальше, на базовую станцию (которую тоже необходимо установить), по радиосвязи в нелицензируемом диапазоне частот. Базовая станция транслирует их в облачный сервер.

Важно, что использование УСПД требуется не всегда. Одна из модификаций датчиков угла наклона – инклинометр ZET 7054 (рис. 2) – обладает встроенным электронным блоком, назначение которого – преобразовывать собственный сигнал датчика в формат LoRaWAN. Инклинометр ZET 7054 отправляет данные сразу на базовую станцию, без посредства УСПД. Конечно, базовую станцию все равно придется установить, но это не очень



Рис. 2. Цифровой инклинометр с беспроводным каналом связи по протоколу LoRaWAN

сложно и дорого, учитывая, что она может принимать сигнал на расстоянии до 5 км от объекта мониторинга (если это не густонаселенный город).

Инклинометр ZET 7054 способен измерять угол наклона как по одной оси, так и по двум осям, X и Y (данный режим используется для поддержания

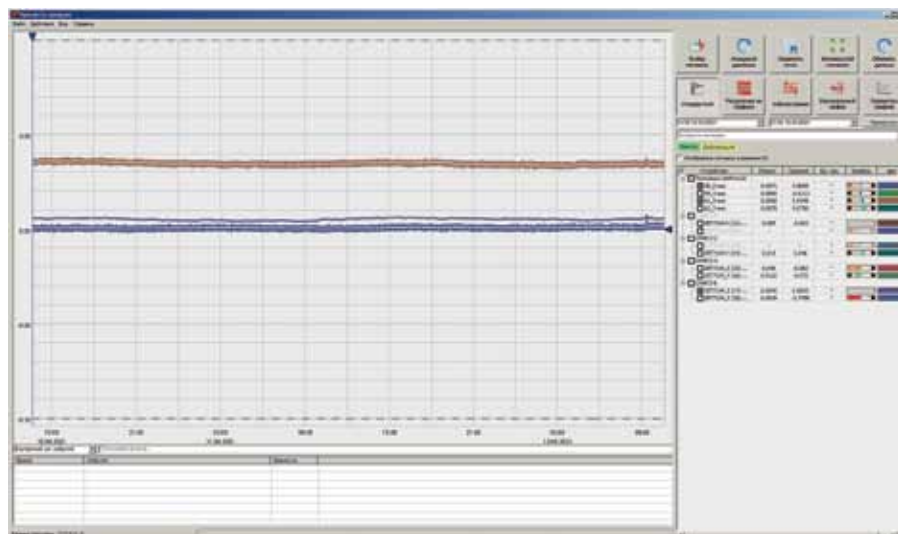
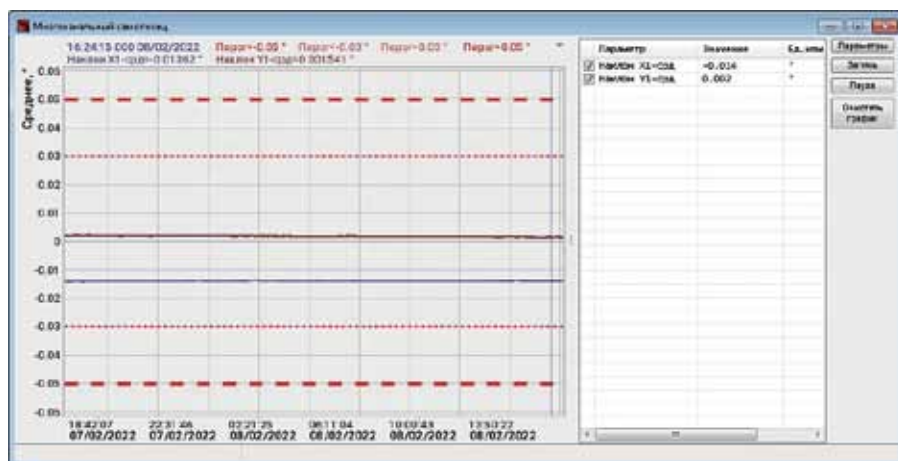


Рис. 3. Показания инклинометра в ПО ZETLAB SENSOR с отображением пороговых значений

положения платформ). Кроме того, у него имеется функция установки в нулевое положение, позволяющая установить датчик в ноль на каждой из осей. При этом в любом режиме измерения прибор демонстрирует высокую точность:

- ▶ его пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла наклона: $\pm(0,045^\circ + 0,045 \times \varphi)$, где φ – измеренное значение угла наклона;

- ▶ пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10°C : $\pm 0,05^\circ$.

Дрейф нуля у инклинометра ZET 7054 весьма мал: за сто часов работы он составляет не более 0,045 градуса, а за год работы – 0,07 градуса.

Питается инклинометр от двух встроенных батарей, ресурс которых благодаря работе по LoRaWAN-протоколу хватает на 10 лет. Данные хорошо защищены: применяется шифрование по алгоритму AES-128.

Отдельно отметим эксплуатационные характеристики инклинометра ZET 7054: он может работать при температурах в диапазоне $-60...+80^\circ\text{C}$, то есть практически в любых климати-

ческих зонах Земли. Защита от пыли и влаги – IP65.

Инклинометр измеряет как угол наклона, так и параметры, важные для самодиагностики. На его выходе формируются следующие сигналы:

- ▶ откалиброванные значения ускорений;
- ▶ точные параметры углов наклона;
- ▶ внутренняя температура;
- ▶ значение напряжения;
- ▶ тревоги и сигналы об ошибках.

Весь массив данных передается в программу верхнего уровня, обрабатывается и отображается на мониторе (или мобильном устройстве) диспетчера.

В комплекте с инклинометром ZET 7054 поставляется программное обеспечение ZETLAB SENSOR, заслуживающее отдельной статьи. К настоящему времени ZETLAB SENSOR представляет собой большой пакет, куда входят программы, созданные для обработки результатов всех датчиков, выпускаемых компанией ZETLAB, и этот пакет продолжает пополняться. Кратко скажем, что программа отвечает за визуализацию результатов изме-

рений, которые отображаются в удобном для пользователя виде (просмотр, обработка результатов, галерея результатов и многое другое). В частности, на рис. 3 показаны записи показаний инклинометра по обеим осям – X и Y. На графике можно видеть пороговые значения: «предупреждение» обозначено бежевыми линиями, «авария» – красными.

Также ПО ZETLAB SENSOR позволяет задавать режим работы датчика и вести архив записей.

В заключение еще раз отметим, что подсистема «Мониторинг крена здания и смещения элементов» позволяет своевременно выявить изменения напряженно-деформированного состояния в несущих элементах зданий и сооружений. Однако это только часть целой системы мониторинга инженерных конструкций и именно в этом качестве ее надлежит использовать.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград,
тел.: +7 (495) 739-3919,
e-mail: zetlab@zetlab.com,
сайт: zetlab.com

12-14.04.2022

ВДНХ ЭКСПО УФА



РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

Специализированные выставки

- Машиностроение
- Металлообработка
- Инновационный потенциал Уфы



Мероприятия проводятся с учетом всех требований Роспотребнадзора



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЭНЕРГЕТИКИ
И ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



АДМИНИСТРАЦИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА г. УФА РБ



ОРГКОМИТЕТ:
+7 (347) 246 41 80, 246 41 77
promexpo@bvkeexpo.ru

Facebook / prombvk
Instagram / promexpoufa
#рпфуфа #промфорумуфа

www.prombvk.ru