

Задачи повышения информативности сигнальных автоматических систем мониторинга несущих конструкций



В статье представлен программно-технический комплекс (ПТК) СММК КУБ для мониторинга и диагностики технического состояния конструкций в процессе строительства, эксплуатации и технического обслуживания объектов. Этот ПТК, разработанный ИТЦ «КУБ», максимально упрощает труд оператора, сводя его задачи к выполнению должностных инструкций. Все измерения, вычисления и анализ производятся автоматически.

ИТЦ «КУБ», г. Москва

Применительно к строительным объектам система непрерывного мониторинга характеризуется специфическими особенностями и потому требует специальных научно-технических проработок. В первую очередь от такой системы требуется высокий уровень долговечности при высоком уровне надежности и достоверности собираемой информации о состоянии строительных конструкций. Такие требования следуют из того обстоятельства, что строительные объекты, особенно уникальные, рассчитаны на длительный срок эксплуатации, измеряемый десятками и даже сотнями лет, а события, приводящие к критическим ситуациям, имеют весьма малую вероятность, измеряемую десятками и даже тысячами долями процента. Именно на гарантированную идентификацию этих долей процента должна быть нацелена система непрерывного мониторинга. В противном случае она теряет смысл.

Ю. И. Кудишин, д. т. н., профессор

Программно-технические комплексы или системы, разрабатываемые в инженерно-технологическом центре «КУБ» (ИТЦ «КУБ»), осуществляют автоматический непрерывный контроль статических и динамических характеристик несущих конструкций. Система создается индивидуально для каждого объекта. При разработке учитываются геологические условия, архитектурные и конструктивные решения, особенности режимов эксплуатации.

Топология системы выбирается, исходя из требований по повышению отказоустойчивости и автоматическому восстановлению при сбоях. Технические средства, измерительное

оборудование — исходя из их надежности и удобства монтажа. В качестве источника точного времени используется NTP-сервер с GNSS-приемником (GPS, ГЛОНАСС и др.).

Программно-технический комплекс (ПТК), разработанный согласно ГОСТ Р 22.1.12-2005, включает программное обеспечение (ПО) СММК КУБ, серверное, коммутационное и интеграционное оборудование, а также оборудование АРМ дежурного диспетчера.

Задачи, решаемые с помощью предлагаемого ПТК:

- ▶ локальный неразрушающий контроль текущего состояния несущих конструкций;

- ▶ анализ параметров динамического состояния;

- ▶ оценка работоспособности конструкций объекта с целью предупреждения об изменении параметров до критического уровня и необходимости аварийной остановки объекта/эвакуации людей;

- ▶ передача обработанных данных мониторинга объекта в систему РСЧС посредством ЕДДС муниципальных образований.

Данный программно-технический комплекс применяется для мониторинга и диагностики технического состояния конструкций в процессе строительства, эксплуатации и технического обслуживания объектов — прежде всего перечисленных в статье 48.1 ГК РФ «Особо опасные, технически сложные и уникальные объекты». На рис. 1 можно видеть несколько таких объектов мониторинга, в частности грунтовые анкеры подпорных стен котлованов, пролетные строения мостов при надвижке, резервуары нефтехранилищ.

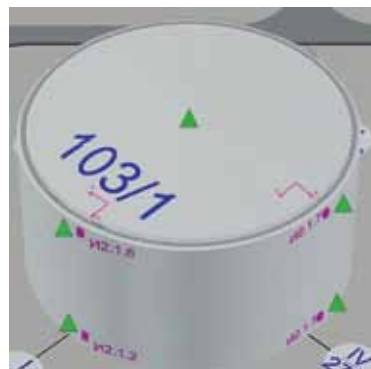
В процессе мониторинга технического состояния конструкций объекта осуществляются измерения статических и динамических величин: углов наклона, перемещений, деформаций, ускорений, температуры, давления. Для этого используют десятки



а



б



в

Рис. 1. Примеры применения ПТК СМИК КУБ: а – мониторинг параметров пролетного строения моста при надвиге; б – мониторинг подпорных стен котлована; в – мониторинг стенок резервуара нефтехранилища

распределенных групп датчиков: инклинометры, низкочастотные акселерометры, пьезометры, термометрические косы, датчики деформаций.

Но что делать с сотнями изменяющихся измеряемых величин?

Для нас задача создания системы является относительно простой, когда заказчик самостоятельно рассчитал критические значения измеряемых величин и от нас требуется только сбор и визуализация данных, например в виде графиков или таблиц. А что, если систему необходимо разработать на период эксплуатации жилого дома или торгового центра? На большинстве объектов в штате не будет людей с высшим строительным образованием, готовых тратить все свое время на анализ поступающей информации от датчиков.

В этом случае ПТК должен собрать данные, обработать, сравнить полученные значения с граничными, сигнализировать, визуализировать результат, позволяющий оператору быстро определить место инцидента, оценить качественно его масштаб, принять решение о дальнейших действиях.

Оператор не должен делать сложных расчетов (рис. 2) или вручную сравнивать показания каждого датчика с расчетными. Для этого интерфейс АРМ максимально упрощен для по-

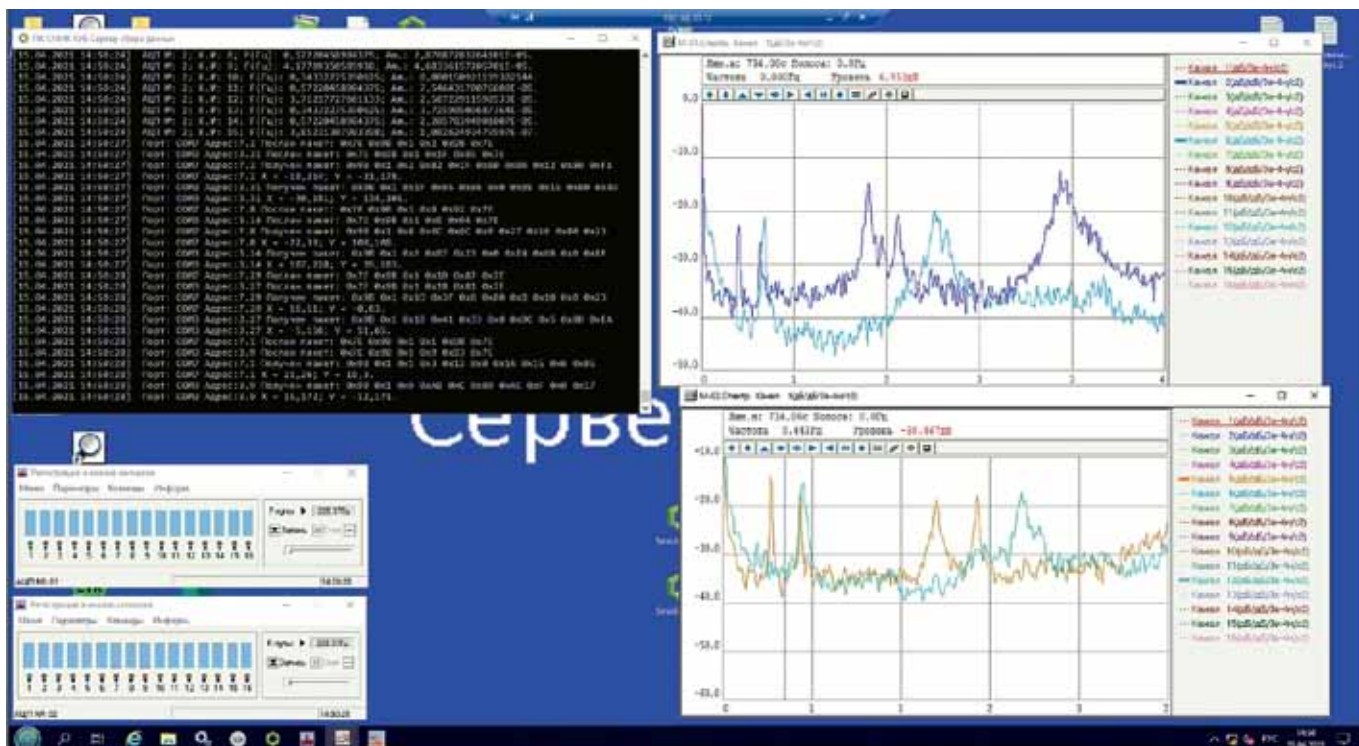


Рис. 2. Интерфейс сервера системы мониторинга, включая окна диагностики низкочастотной вибрации

нимания: в основном окне — общий вид объекта с отметками установки датчиков и общее состояние системы (рис. 3).

Действия же оператора сведены главным образом к следующему:

- ▶ отследить визуальный и звуковой сигнал;
- ▶ выполнить действия в соответствии с должностной инструкцией: направить помощника для осмотра места инцидента (осмотр конструкции);
- ▶ принять оперативное решение по дальнейшим действиям, например по эвакуации посетителей или вызову работников специализированной организации для детального обследования конструкции.

ПО СМИК КУБ анализирует измерительную информацию в автоматическом режиме путем сравнения текущих значений вычисленных параметров с предельными (граничными) значениями. ПК указывает место «инцидента» (негативного изменения значений измеряемых параметров), которое визуализируется с помощью соответствующей подсветки датчика на видах и планах объекта.

Для предотвращения ложных срабатываний в системе предусмотрены специальные математические фильтры, группировка по типам датчиков и зонам с правилами для каждой группы. Для детального анализа предусмотрен просмотр текущих и архивных данных.

Одной из отличительных особенностей ПО СМИК КУБ является возможность отображения (визуализации) показаний измерителей углов наклона в виде суммарных векторов переменной длины и направления в единой (глобальной) системе координат. Векторное представление позволяет пользователю системы увидеть характер измеряемых параметров сразу всех датчиков, например на планировке.

Рис. 4 демонстрирует наглядность векторного представления данных о текущем состоянии конструкций строящегося или эксплуатируемых объектов. Здесь индикация показаний группы датчиков деформаций и угловых перемещений, расположенных в определенных точках фундаментов зданий, представлена разнонаправленными векторами (стрелками) разной длины. Однако все векторы имеют зеленый цвет, это означает, что текущее НДС

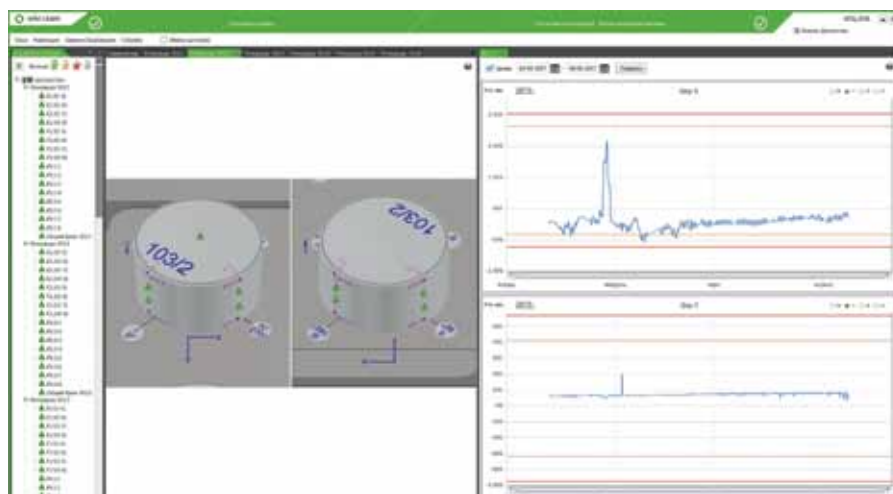
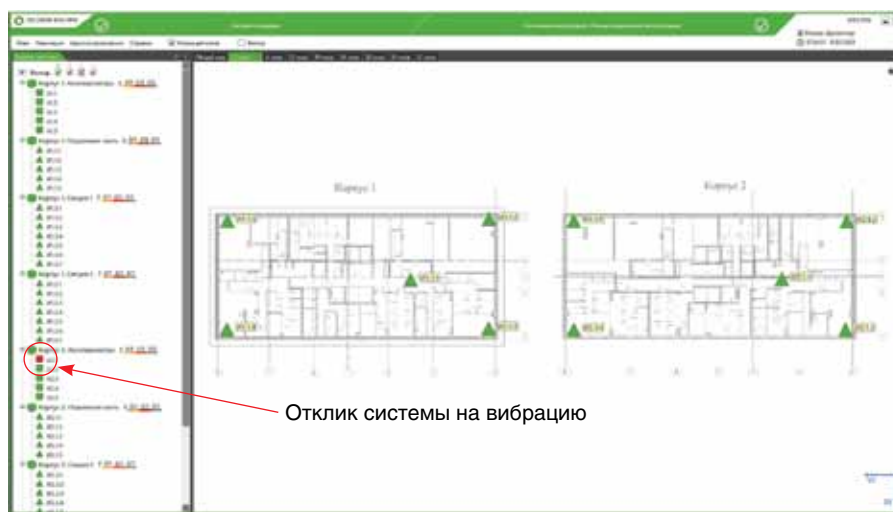


Рис. 3. Пример АРМ СМИК, мониторинг стенок резервуаров



а



б

Рис. 4. Векторное представление данных текущего состояния фундаментов корпусов строящегося комплекса зданий:
 а – нормальная эксплуатация, отклонения параметров состояния (углов наклона) участков фундамента не превышают допустимых значений;
 б – отсечка отклика системы на кратковременное вибрационное воздействие на фундамент, не влияющее на нормальную эксплуатацию конструкции в целом

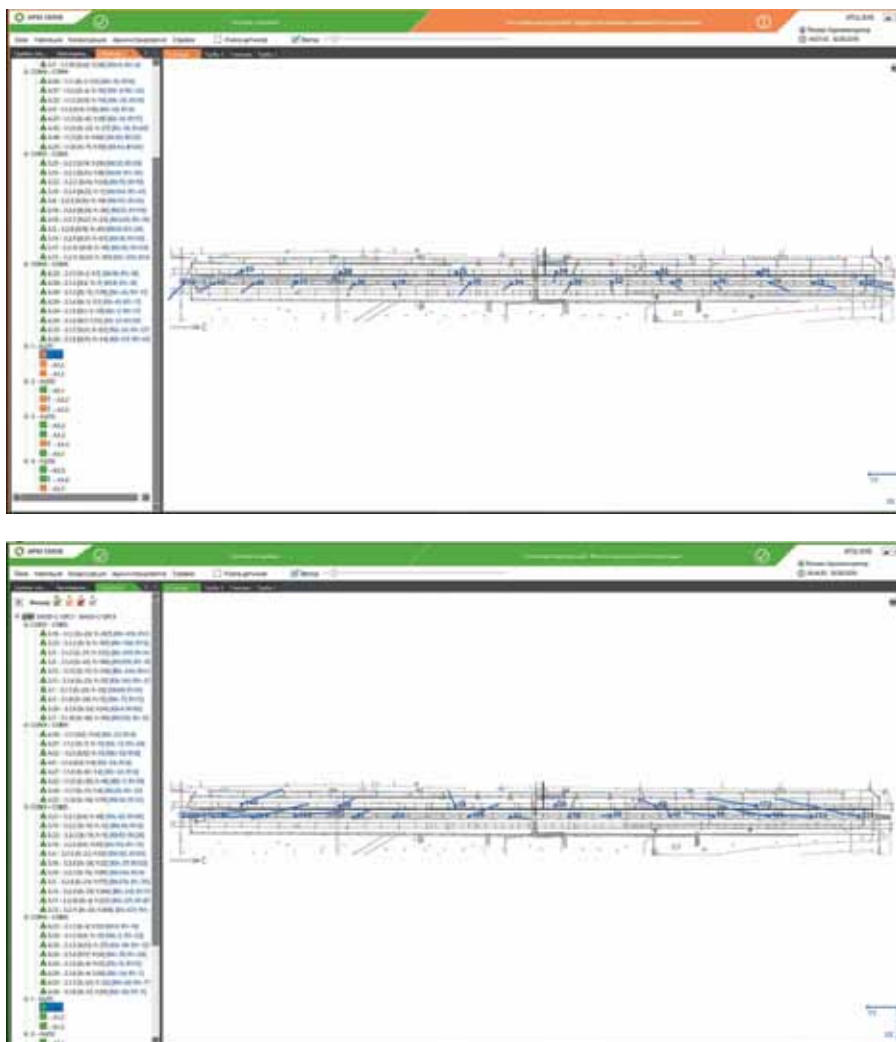


Рис. 5. Векторное представление данных поэтапного изменения наклонов элементов нефтеналивной эстакады

элементов конструкций находится в пределах нормы.

Рис. 5 иллюстрирует процесс мониторинга и поэтапного изменения наклонов элементов нефтеналивной эстакады. Направление вектора — направление наклона к земле, величина вектора — величина угла наклона.

Таким образом, на программном уровне фильтрация приходящих данных и установка индивидуальных

правил сработки для каждой группы датчиков позволяет минимизировать ложные срабатывания системы, а векторное представление данных измерителей угла наклона в единой системе координат позволяет оперативно выяснить характер деформаций объектов большой площади.

Основные особенности и преимущества предлагаемого программно-технического комплекса СМИК КУБ:

- ▶ достоверность и информативность данных измерений и результатов анализа с их точной координатно-временной привязкой к объекту мониторинга;

- ▶ отказоустойчивость, в том числе при работе на объектах с неблагоприятными климатическими условиями и на недостаточно разработанной инфраструктуре, например, при отсутствии сетевого электропитания объекта;

- ▶ удобство эксплуатации, в частности, за счет векторной формы визуализации данных измерений и анализа, применение интуитивно понятного пользовательского интерфейса;

- ▶ принимает решение о степени тревожности события, осуществляет защиту ПО от ошибочных действий персонала, использует алгоритмы фильтрации ложных срабатываний системы с СМС-информированием диспетчера;

- ▶ использует облачный сервис, осуществляет синхронизацию работы системы с независимым источником времени, например GLONASS- или GPS-сервером, а также может работать от возобновляемых источников энергии.

Компания ИТЦ «КУБ» разработала, представила на рынок и рекомендует линейку программных продуктов и оборудования для их применения в системах автоматического мониторинга и диагностики технического состояния объектов различной сложности. Более подробно со структурой и работой программно-технического комплекса СМИК КУБ можно ознакомиться на сайте компании.

Д. Р. Идиатуллин, технический директор,
ИТЦ «КУБ», г. Москва,
тел.: +7 (495) 1-333-926,
e-mail: info@itc-cube.ru,
сайт: www.itc-cube.ru



vk.com/journal_isup
ВКонтакте



facebook.com/isup.ru
Фейсбук



zen.yandex.ru/isup
Яндекс.Дзен

Все статьи в свободном доступе

Flexlab

МАСТЕР-ДИСТРИБЬЮТОР АМЕРИКАНСКОЙ КОРПОРАЦИИ CALAMP
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, СТРАН СНГ
И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРОПЫ

- ▶ Поставка радиомодемов
- ▶ Разработка сетей радиосвязи
- ▶ Контрактная разработка и производство электроники
- ▶ Технологическая поддержка стартапов



ООО «НЦПР» 115583, г. Москва,
ул. Генерала Белова, дом 26, офис 519
www.flexlab.ru
info@flexlab.ru
+7 499 1132698






XXI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ЭКОЛОГИЯ БОЛЬШОГО ГОРОДА 22-24 МАРТА 2022



ufi
Approved
Event



ТРЕКИ ЭКСПОЗИЦИИ

-  ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И УСЛУГИ
-  ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
-  УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, УСЛУГИ
-  ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА ВОДЫ
-  ЗЕЛЁНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / СОЗДАНИЕ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

СПЕЦЭКСПОЗИЦИЯ
«ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ,
СПЕЦТЕХНИКА, УСЛУГИ ДЛЯ ОСОБО
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
(ООПТ)»

СПЕЦЭКСПОЗИЦИЯ «ЭКОТRENДЫ» -
ВЫСТАВКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ
ПРОДУКТОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И КОНЦЕПЦИЙ

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА
БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ
ВЫЕЗДНЫЕ ЭКСКУРСИИ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
EXPOFORUM
РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ECOLOGY.EXPOFORUM.RU

6+