

Мониторингу искусственных сооружений в России долгое время не уделяли должного внимания. В настоящее время, благодаря активному строительству и повышенным требованиям безопасности, эта область переживает «второе рождение». Разработка элементной базы, внедрение передовых технологий, принятие нестандартных решений позволяет осуществлять более тщательный сбор данных во время строительства и эксплуатации объектов. Их анализ позволит принять верное решение, от которого зачастую зависят жизни людей. О том, что в настоящее время представляют собой системы мониторинга в России и каково их будущее, мы попросили рассказать ведущих экспертов этой области. На вопросы заочного «круглого стола» отвечают:



С. А. Ванин, директор проектного офиса ООО «НАВГЕОКОМ»



А. И. Васильев, директор по науке ЗАО «Институт ИМИДИС», д.т.н., профессор

МОНИТОРИНГ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА



Какова целевая направленность систем мониторинга?

К. Ю. Долинский

Существует одна, глобальная цель создания, внедрения и эксплуатация систем мониторинга — обеспечение безопасности людей. Тем не менее, среди частных задач можно выделить следующие:

- автоматическое (в режиме реального времени) информирование о критическом изменении состояния объекта;

- автоматический (в режиме реального времени) мониторинг интегральных характеристик конструкций;

- снижение риска утраты объектами свойств, определяющих их надежность, благодаря своевременному обнаружению на ранней стадии:

- негативного изменения состояния, которое может привести к разрушению;
- перехода в ограниченно работоспособное состояние;
- аварийного состояния, ведущего к полной или частичной потере несущей способности.

Исходя из обозначенных задач, главные факторы, отличающие системы инструментального мониторинга от других методов исследования, — следующие:

- непрерывность контроля. То есть создание ситуации, когда ни одно событие не пройдет незамеченным. Для стационарных систем это реализуется достаточно легко. Для мобильных и портативных систем непрерывность контроля подразумевает сбор данных на протяжении ограниченного промежутка времени;

- моментальная реакция на событие. Если показания превышают критические значения, сигнал об этом появляется практически мгновенно;

- отсутствие влияния человеческого фактора. Приборный комплекс ра-

ботает всегда, он не ошибается и не пропускает данных. Конечно, это идеальный вариант, к которому необходимо стремиться.

С. А. Демидов

В последнее время мы все чаще слышим о серьезных авариях и обрушениях искусственных сооружений, которые приводят к многочисленным человеческим жертвам, значительным экономическим потерям и наносят вред окружающей среде.

Системы мониторинга зданий и сооружений позволяют выявлять в режиме реального времени дефекты элементов конструкций, минимизировать влияние человеческого фактора, сократить затраты на техническое восстановление и предупреждение аварийности, перейти к техническому обслуживанию и ремонту.

Кроме того, полученная в результате мониторинга информация и статистические данные обеспечивают:

- прогнозирование поведения объектов в будущем;

- фиксацию нарушений технологии строительства или эксплуатации;

- увеличение точности аналитических расчетов;

- помощь при разработке технических регламентов, правил и строительных нормативов.

А. И. Васильев

Как на стадии строительства, так и в процессе эксплуатации мониторинг мостовых сооружений преследует одновременно три разновременных цели:

- оперативную — предупреждение опасных ситуаций для людей и конструкций;

- тактическую — анализ текущих результатов для повышения надежности строительства или эксплуатации данного конкретного объекта;

- стратегическую — анализ напряженно-деформированного состояния

(НДС) мостовых конструкций для дальнейшего использования накопленного опыта при нормировании и проектировании аналогичных сооружений.

Цели мониторинга можно сформулировать следующим образом.

На стадии строительства:

- повышение надежности монтируемых конструкций и безопасности строительно-монтажных работ;
- отслеживание изменения напряженно-деформированного состояния конструкций моста, анализ их работы при воздействии природных и строительных нагрузок;

На стадии эксплуатации:

- обеспечение штатной работы мостовых конструкций;
- накопление данных и анализ воздействий на мост эксплуатационных нагрузок;
- отслеживание накопления усталостных повреждений;
- научное обобщение результатов измерений.

С. А. Ванин

Системы деформационного мониторинга актуальны для сложных инженерных объектов, обладающих уникальными характеристиками. Высотные здания, спортивные сооружения, мосты и тоннели являются основными типами объектов, на которых устанавливают подобные системы.

Бернд Хиллер

Строящиеся и эксплуатирующиеся сооружения подвергаются деформациям по целому ряду причин, среди которых: влияние климатических факторов (неравномерный солнечный нагрев, резкое изменение силы ветра, большое количество осадков), статические и динамические нагрузки, геологические и тектонические процессы. Основная задача систем деформационного мониторинга состоит в своевременном выявлении деформаций, недопустимых для данного сооружения, анализа причин деформационных процессов и моделировании прогноза их дальнейшего протекания. Результаты, полученные с помощью систем деформационного мониторинга, служат основой для принятия соответствующих решений, например, о проведении капитального ремонта, остановке производства или эксплуатации сооружения, эвакуации людей. Одна из задач — интегрирование систем деформационного мониторин-

га в общую концепцию комплексного обеспечения безопасности сооружений (антитеррористической, противопожарной, сейсмической, производственной и т.д.).



Как вы оцениваете перспективы развития систем мониторинга на отечественном рынке? Какие факторы тормозят их внедрение?

С. А. Ванин

В целом, можно оценить перспективы развития систем мониторинга на российском рынке как неплохие. Этому способствуют несколько факторов. Во-первых, в нашей стране в ближайшее время пройдут многие важные международные мероприятия, такие как: летняя Олимпиада, Чемпионат мира по футболу, Саммит АТЭС и другие. Требования к условиям их проведения чрезвычайно высоки. Одним из важнейших вопросов является обеспечение промышленной безопасности объектов, который может быть решен с помощью систем деформационного мониторинга. При этом наблюдения необходимы как на стадии строительно-монтажных работ, так и после сдачи объектов в эксплуатацию. Во-вторых, недавно принят нормативный документ, регламентирующий обязательную установку автоматизированных систем мониторинга на уникальные инженерные объекты. В-третьих, мы ожидаем, что обязательное в будущем страхование уникальных сооружений будет значительно дешевле при установке на них систем деформационного мониторинга. Наконец, не последнюю роль играет настоящий «бум» в области внедрения таких систем, который произошел в европейских странах за последние несколько лет. У России есть все шансы успешно перенять передовой опыт в этой сфере.

А. И. Васильев

Необходимость мониторинга состояния ответственных сооружений продекларирована техническим регламентом «О безопасности зданий и сооружений». Внедрение подобных систем идет двумя путями: использование зарубежных и отечественных разработок. Первый из них, который многие оценивают как наиболее про-



С. А. Демидов, генеральный директор ООО «Японские измерительные технологии»



К. Ю. Долинский, ведущий инженер ООО «Мостовое бюро»



О. В. Крутиков, генеральный директор ООО «Т.К.М.», к.т.н.



Бернд Хиллер, исполнительный директор ООО «Инжиниринговый центр ГФК»

стой и привлекательный (все готово, берите и измеряйте), ведет к зависимости от продавца, как в части приборного обеспечения, так и по программным продуктам.

Развитие отечественных систем гораздо выгоднее, более того, этот вариант работает на перспективу.

Существует немало факторов, тормозящих внедрение российских систем мониторинга, среди которых можно выделить два основных.

Во-первых, экономия денежных средств на этапах проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Во-вторых, сертификация новых электронных измерительных средств в нашей стране может длиться годами, ФБУ «Ростест-Москва» иногда технически не может их проверить. Получается так, что на современных объектах при проведении мониторинга вынуждены обращаться к приборам либо морально устаревшим, либо к зарубежным аналогам.

Бернд Хиллер

В последние годы происходит активное внедрение систем современного деформационного мониторинга в России. Этому способствует повышенное внимание, которое уделяют президент и правительство вопросам обеспечения безопасности. Несмотря на то, что вышел ряд новых законов и нормативных актов в области мониторинга, к сожалению, не все заказчики ответственно относятся к этому вопросу. Часто встречается ситуация, когда в проектах не в полном объеме заложена необходимая для данного сооружения система деформационного мониторинга. Соответственно в смету не включаются необходимые финансовые средства для этого, а получение дополнительных вложений после утверждения бюджета на строительство объекта, как правило, является затруднительным или порой невозможным.

О.В. Крутиков

Перспективы развития систем мониторинга зависят от финансирования. В дальнейшем, несомненно, они будут внедряться и развиваться повсеместно.

Среди причин возможного замедления этого процесса — отсутствие опыта и недостаток нормативной базы.

По мере накопления практических знаний по эксплуатации систем мониторинга, будет совершенствоваться выполняемый на месте анализ данных, ре-

гистрируемых системой. Информация о состоянии моста станет более доступной для обслуживающего персонала.

Критерии предельных состояний, расчетные модели, принятые при проектировании мостов, должны учитываться при разработке систем мониторинга, что в свою очередь должно быть зафиксировано в нормативных документах.

С. А. Демидов

Ответственность при эксплуатации уникальных объектов обуславливает необходимость построения надежных автоматических систем контроля.

Будущее за профессионально разработанными непрерывно действующими автоматическими системами мониторинга, информация от которых поступает вместе с данными о тепло- и водоснабжении, пожарной безопасности и климатических условиях. Сбор всех этих величин осуществляется с помощью размещения многоканальных измерительных приборов электроники в локальных узлах. Далее информация обрабатывается в централизованном диспетчерском пункте, где формируются предупреждения о возможности возникновения аварийной ситуации.

К сожалению, реалии российского строительства таковы, что несоблюдение существующих нормативов, отсутствие ряда нормативных документов, регламентирующих строительство ответственных сооружений, и недостаточный контроль над ходом строительства со стороны надзорных органов заставляют серьезно задуматься о безопасности эксплуатации зданий и сооружений.

К.Ю. Долинский

Перспективы развития систем мониторинга огромны. Они определяются следующими факторами:

- развитием строительства, в первую очередь, уникальных сооружений;

- пониманием в руководящих кругах о необходимости защиты жизни и здоровья людей, связанных с объектом мониторинга. В последнее время появились документы, регламентирующие вопросы мониторинга, а также, что для нашей страны немаловажно, обязывающие установить такие системы на объектах с определенными характеристиками;

- необходимостью внедрения современных технологий, приводящих к ослаблению воздействия человеческого фактора что, в итоге, обеспечивает существенную экономию средств на поддержание объектов в работо-

способном состоянии. Многие руководители предприятий разных сфер деятельности прекрасно понимают неотложность решения этих задач и сами поднимают вопросы по установке систем мониторинга. Другим, напротив, приходится доказывать необходимость (в соответствии с руководящими актами) ряда мероприятий по обеспечению безопасности на объекте.

Среди факторов, препятствующих развитию мониторинга, в первую очередь, необходимо выделить следующие:

- незнание нормативной базы. На сегодняшний день ее можно считать полностью сформировавшейся. К сожалению, не все руководители считают возможным ознакомиться с необходимыми документами;

- недостаточное финансирование. С точки зрения отдельных лиц мониторинг — попытка отобрать у предприятий часть денежных средств.



Назовите, на ваш взгляд, наиболее яркие примеры использования систем мониторинга в мире и в России.

Бернд Хиллер

Россия взяла курс на модернизацию и инновационное развитие экономики. По моему убеждению, настало время внедрения автоматизированных комплексных систем деформационного мониторинга на базе современных геодезических средств измерений (спутникового оборудования ГЛОНАСС/GPS, электронных тахеометров), и цифровых датчиков (инклинометров, акселерометров, датчиков температуры, давления, ветра, измерения резонансных частотных и др.) с использованием инновационных компьютерных и коммуникационных технологий. К сожалению, случаев их применения в России пока мало. Среди немногих примеров — системы деформационного мониторинга, функционирующие на объекте Москва-Сити и в Алябяно-Балтийском тоннеле в Москве. Уверен, что в ближайшем будущем примеров станет больше. Например, в настоящее время ведутся работы по установлению современных систем деформационного мониторинга на строящихся спортивных объектах в г. Сочи и на крупных вантовых мостах через бухту Золотой Рог и на о. Русский в г. Владивостоке.

В качестве зарубежного опыта использования современных комплексных систем мониторинга можно отметить здание международного финансового центра (420 м) Гонг Конг (Китай), мосты Янгун (Китай) и Йонджондо (Южная Корея), вантовый мост Цинма (Гонконг) и висячий — Акаси-Кайке (Япония).

С. А. Ванин

В мире успешно функционирует большое количество систем мониторинга на интересных и уникальных объектах. К примеру, можно выделить 57-километровый Готардский железнодорожный тоннель, висячий мост Нормандия, и, конечно же, Бурдж-Халифа (Дубай, Арабские Эмираты) — самое высокое (828 м) здание в мире. Этот амбициозный проект был реализован благодаря системе геодезического мониторинга. Примерами объектов в России, на которых устанавливается система деформационного мониторинга, может служить Большая ледовая арена в г. Сочи и мостовой переход на о. Русский в г. Владивосток.

О.В. Крутиков

К российским объектам, на которых ведется мониторинг, относятся автодорожный мост через р. Мацесту на обходе г. Сочи и вантовый мост «Факел» через р. Шайтанку в г. Салехарде.

На автодорожном мосту через р. Мацесту с 2005 г. функционирует система непрерывного мониторинга. Объект расположен на федеральной дороге Джубга–Сочи (обход г. Сочи). Длина моста 928,71 м. Отверстие моста перекрыто двумя балочными неразрезными пролетными строениями: металлическим коробчатого сечения длиной 811 м и сталежелезобетонным — из двух продольных балок. Средствами системы мониторинга обеспечивается измерение величин, характеризующих работу объекта и условия его эксплуатации, таких как: деформации, линейные и угловые перемещения, температура, колебания моста, метеорологические условия.

В июне 2007 г. была введена в эксплуатацию система непрерывного мониторинга состояния вантового моста «Факел» через р. Шайтанку в г. Салехарде. Система предназначена для непрерывного наблюдения за состоянием несущих конструкций и накопления информации о параме-

трах состояния моста для последующей обработки. Автодорожный мост «Факел» в г. Салехарде расположен в створе ул. Чубынина, главным пролетом перекрывает зеркало подпертого уровня р. Шайтанки и связывает центральные районы города с аэропортом. Полная длина моста по задним граням открылков устоев составляет 169,5 м.

К известным зарубежным мостам, на которых работают системы мониторинга, относятся мост Акаси-Кайке (Япония), Мийо (Франция), Рион-Антирион (Греция) и многие другие.

С. А. Демидов

Что касается мирового опыта: одной из немногих стран, где остро стоит вопрос мониторинга и обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений, является Япония. Актуальность данной задачи объясняется островным расположением, климатическими условиями и повышенной сейсмоактивностью на территории этой страны.

Среди объектов мониторинга: международный аэропорт Ханэда и скоростная автомагистраль в Токио, Токийский железнодорожный вокзал, Токийский Диснейленд, мостовое сооружение Tokyo Gate Bridge, атомная электростанция Генкай в префектуре Сага, телевизионная башня «Небесное дерево Токио» в округе Сумида (второе в мире по высоте сооружение после небоскреба Бурдж Халифа, согласно проекту высота башни составит 634 м, строительство завершится в конце февраля 2012 года).

В России уникальным объектом по части разработки систем мониторинга искусственных сооружений станет мостовой переход на о. Русский через пролив Босфор Восточный во Владивостоке.

А. И. Васильев

Среди отечественных уникальных систем стоит выделить мониторинг:

- НДС моста через р. Неву в Санкт-Петербурге;

- состояния опор при надвигке мостов через р. Волгу (Кинешма, Саратов, Сорочьи Горы, Волгоград и др.), через р. Каму в Перми;

- мостового перехода на о. Русский.

К.Ю. Долинский

Наиболее значимые объекты неоднократно описаны в различных источниках. Я расскажу о не столь извест-

ных сооружениях, но оригинальных с точки зрения организации систем мониторинга, потребовавших от их создателей нестандартных инженерных решений. Кроме того, они направлены на решения задач в различных областях, что говорит о широких возможностях мониторинга и его потенциале.

- Мониторинг крыши мусороперерабатывающего завода под Веной (Rinterzelt). Крыша куполообразной формы с деревянными балками реализована в соответствии с нестандартным проектом. Оснащение ее элементов современной системой мониторинга гарантирует безопасность персонала, оборудования и самой конструкции.

- Мониторинг оползневого склона Rhine Falls в Schaffhausen.

- Верхнее строение пути скоростной железной дороги. Отрезок общеевропейской магистрали, проходящий по территории Австрии, сейчас находится в стадии строительства. На отдельных отрезках будут проверяться буквально все параметры, включая НДС рельсов.

Продолжая железнодорожную тематику, стоит упомянуть о системе контроля и диагностики контактной сети Sicat CMS компании Siemens.

А теперь остановимся на системах мониторинга, применяемых в России. По некоторым параметрам система Siemens не может использоваться в России. Поэтому, когда РЖД поставила перед «Мостовым бюро» задачу контроля состояния несущего троса и контактного провода, нами была создана уникальная система, которая в настоящее время проходит этап опытной эксплуатации.

Следующие объекты — системы мониторинга инженерных конструкций Большого Обуховского моста и путепровода в створе проспекта Александровской фермы в Санкт-Петербурге. Системы, установленные на этих сооружениях, однотипные и проверяют состояние несущих конструкций, в том числе вантовой части.

Последний интересный объект — комплекс «Князь Александр Невский», который сейчас рекламируется как первый жилой небоскреб в Петербурге. В проекте мониторинга были учтены методические рекомендации МЧС.

Окончание в следующем номере

**«Круглый стол»
подготовила и провела
Регина Фомина**