

Система мониторинга моста на о. Русский (далее СМ) создается с целью автоматизации работы служб эксплуатации, обеспечивающих структурную целостность объекта, условия его эксплуатации и безопасности. Особенности СМ являются большие размеры и сложность объекта мониторинга, а также то, что ее составляющие вводятся в действие и функционируют не только в процессе эксплуатации, но и на этапах строительно-монтажных работ. Проектирование СМ, также как и проектирование самого вантового моста на остров Русский в г. Владивостоке, ведутся одновременно с работами по вводу в действие СМ и строительством моста.

СМ включает в себя следующие составляющие:

- программно-аппаратный комплекс (ПАК) СМ,

- система мониторинга состояния конструкций моста (СМСКМ),

- автоматизированная система управления дорожным движением,

- комплексная система безопасности.

Мониторинг состояния моста, обеспечиваемый системой СМСКМ, является видом работ в системе наблюдения за эксплуатируемым мостовым сооружением наряду с диагностикой, обследованиями и испытаниями. Вид мониторинга состояния эксплуатируемого мостового сооружения согласно ОДН 218.4.002-2008 «Руководство по проведению мониторинга состояния эксплуатируемых мостовых сооружений» является контрольно-исследовательским, а по форме представления информации во времени — непрерывным.

Основными задачами мониторинга состояния конструкций моста на этапе эксплуатации являются:

- контроль пространственного положения и формы конструкций моста, напряженно-деформированного состояния, колебаний и других параметров работы моста;

- контроль метеорологических условий (температура, направление и скорость ветра, влажность, осадки и т.п.), автомобильных нагрузок, сейсмике и других внешних воздействий на мост;

- контроль соответствия параметров работы моста внешним воздействиям;

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МОСТА НА ОСТРОВ РУССКИЙ ВО ВЛАДИВОСТОКЕ

ООО «Т.К.М.» было основано в 1992 году. Компания выполняет обследование и испытания мостовых сооружений, оценку их технического состояния, разработку рекомендаций по ремонту и реконструкции мостов всех видов.

Специалисты ООО «Т.К.М.» осуществляют:

- научно-техническое сопровождение проектирования, строительства и реконструкции мостовых сооружений;

- разработку заключений о возможности и условиях провоза крупногабаритных и тяжеловесных грузов автотранспортом по мостовым сооружениям;

- разработку технологического регламента создания или ремонта лакокрасочного покрытия металлоконструкций;

- контроль качества работ по защите металлических и железобетонных конструкций от коррозии;

- подготовку кадров в области автоматизации проектно-конструкторских работ и экспериментальных исследований.

В системе мониторинга моста на остров Русский инженерами ООО «ТКМ» выполняется раздел СМСКМ



- оценка уровня безопасности эксплуатации моста и комфортности для пользователей моста;

- предоставление информации о текущем состоянии моста эксплуатирующей организации;

- накопление информации о параметрах работы моста и внешних воздействиях на него и ее использование для определения оптимальных сроков проведения ремонта конструкций моста, совершенствования проектирования, строительства и эксплуатации мостов.

СМСКМ включает в себя функциональные группы контроля состояния моста и окружающей среды, обеспечивающие контроль напряженно-деформированного состояния моста, колебаний, геодезический контроль, метеорологический контроль, контроль вант.

Первый уровень каждой функциональной группы включает первичные преобразователи (датчики) соответствующих состояний. Например, группа напряженно-деформированного состояния (ГНДС) включает датчики деформации (тензодатчики), датчики наклона (инклинометры), датчики температуры и пр. Первичные преобразователи ГНДС размещаются на конструкциях моста и могут быть удалены друг от друга на большие расстояния.

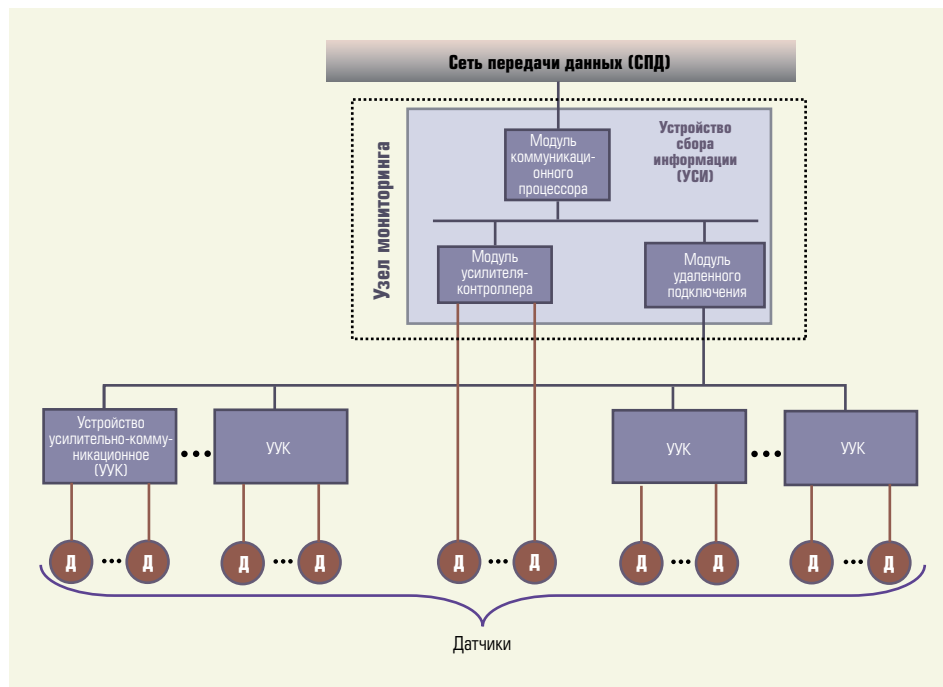


Рис. 1. Схема измерения с использованием УУК и УСИ

Второй уровень функциональной группы образуют вторичные преобразователи, реализующие согласование сигналов подключенных к ним датчиков, их оцифровку и передачу в программно-аппаратный комплекс (рис. 1). На этом уровне используются в основном, два вида устройств:

усилительно-коммуникационные (УУК) и сбора информации (УСИ). УУК расположены на относительно небольших расстояниях (десятки метров) от датчиков, подсоединенных к ним индивидуальными кабелями, и подключены к УСИ посредством протяженных (сотни метров) коллек-

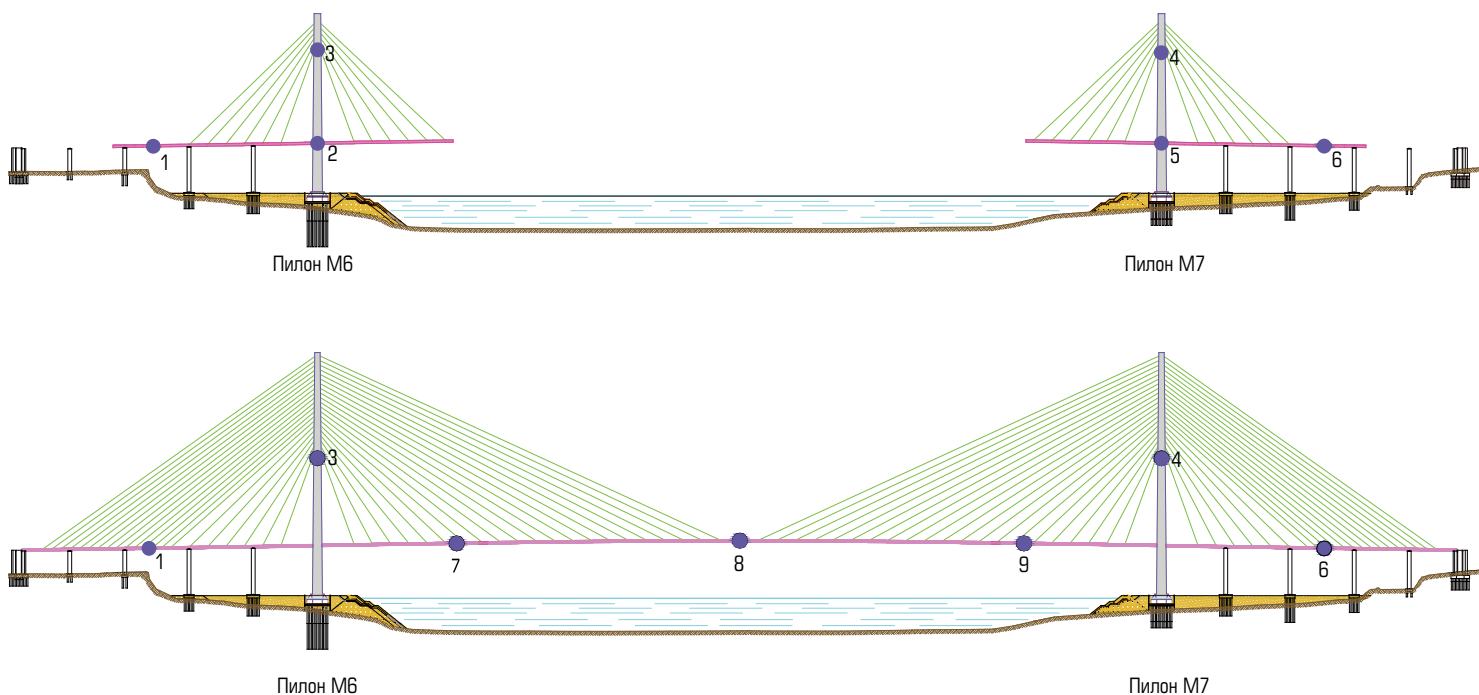


Рис. 2. Расположение узлов мониторинга и их нумерация на различных стадиях монтажа

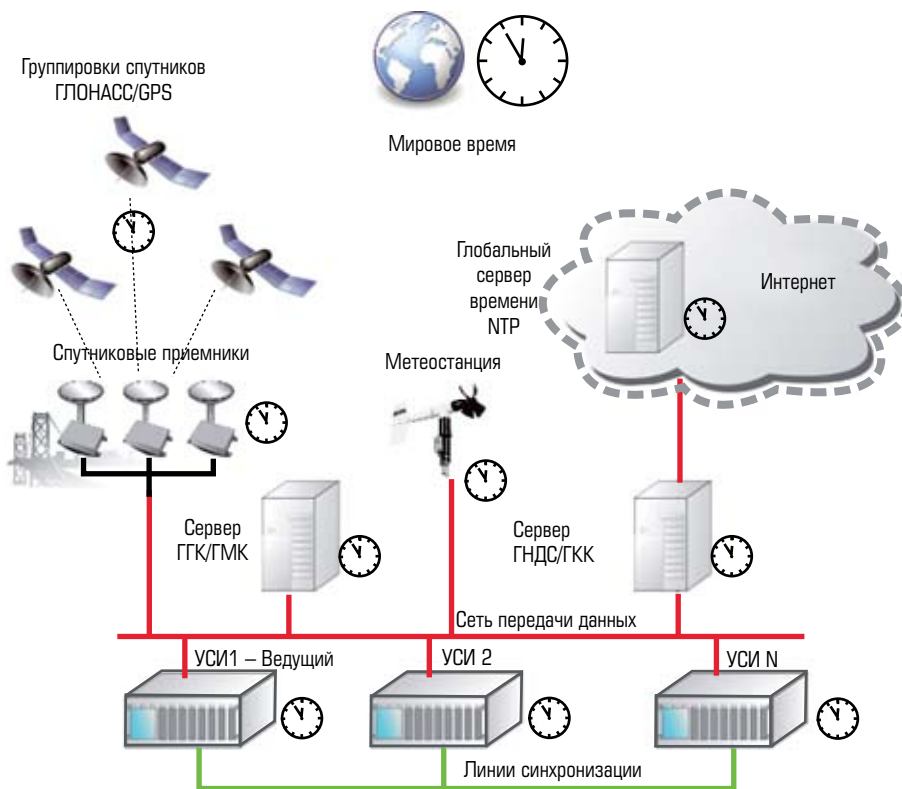


Рис. 3. Обеспечение единого времени. Синхронизация измерений

тивных линий промышленных сетей стандартных протоколов. Основными функциями УУК являются прием сигналов от датчиков по командам УСИ и их передача в УСИ. УСИ принимают сигналы как от датчиков, расположенных в непосредственной близости от них, так и от удаленных УУК, и передают их для дальнейшей обработки в сеть передачи данных (СПД) в составе ПАК СМ.

Каждый УСИ образует узел мониторинга, в котором собираются сигналы группы датчиков, подключенных УСИ непосредственно и через УУК, и передаются в СПД системы мониторинга. Узел обеспечивает связь со всеми датчиками достаточно большого фрагмента конструкции моста с учетом ограничений по длине кабелей от датчиков (рисунок 2). Необходимость уменьшения узлов мониторинга связана, главным образом, с экономией: стоимость измерительного канала, приходящегося на узел мониторинга, выше стоимости канала, приходящегося на шкаф с УУК, за счет более высокой стоимости УСИ, более высокой стоимости шкафа с УСИ, обеспечивающего более узкий рабочий температурный режим, и т.п.

При построении системы мониторинга возникает задача обеспечения синхронизации измерений, выполняемых различными устройствами, и привязки результатов измерений к единому времени. Проведение совокупных измерений с использованием данных от разных устройств на частотах выше 1 Гц, когда они не синхронизированы, затруднено или невозможно.

Для решения этой задачи в СМ часы компьютеров (серверов) ПАК СМ привязываются к мировому времени по стандартному протоколу устройств NTP (Network Time Protocol) или средствами Глонасс/GPS. Серверы, в свою очередь, предоставляют время устройствам УСИ также по протоколу NTP. Такая схема привязки к единому времени систем мониторинга обеспечивает достаточную точность для их функционирования. Для более точной синхронизации УСИ, входящих в одну функциональную группу, может быть использована аппаратная синхронизация, при которой УСИ объединяются кабельными линиями синхронизации и сигналы тактового генератора одного из УСИ (ведущий) используются другими

устройствами для снятия отсчетов. При такой организации измерений отсчеты по датчикам, подключенным к разным УСИ, берутся одновременно, как если бы датчики были подключены к одному УСИ (рис. 3). В то же время аппаратная синхронизация устройств, расположенных на удалении сотен метров, является серьезной задачей для производителя.

Синхронизация УУК и присоединенных к ним датчиков определяется синхронизацией УСИ, к которым они подключены.

Создаваемая система мониторинга моста на о. Русский во Владивостоке для его эксплуатации вводится в действие и используется на этапах строительного-монтажных работ (СМР) и обеспечивает необходимую информацию строителей и проектировщиков.

Проектом предусмотрен поэтапный запуск СМСКМ и элементов ПАК СМ.

На начальном этапе СМСКМ функционирует в периодическом режиме, когда съем показаний установленных датчиков производится с помощью переносного прибора.

По мере сооружения конструкции, установки дополнительных датчиков, узлов мониторинга и шкафов с УУК, объединения их сетью передачи данных включаются элементы непрерывного мониторинга.

Поскольку строительство моста ведется с двух берегов и до замыкания балки жесткости организация единой кабельной сети не возможна, СМСКМ создается в виде двух систем, со своим сервером на каждом берегу. После замыкания балки жесткости СМ реализуется в полном объеме, включая все подсистемы.

О.В. Крутиков,
генеральный директор
ООО «Т.К.М.», к.т.н.;
И.Ш. Гершуни,
главный специалист
ООО «Т.К.М.», к.т.н., доцент;
М.И. Шамров
доцент ФГБОУ ВПО МИИТ, к.т.н.

Т.К.М.

127055, г. Москва
а/я 68
Тел. (495) 689-5189,
(495) 979-1647