

Изрядное число мостов и путепроводов советской постройки уже перешло в почтенную возрастную категорию, чреватую самыми непредсказуемыми последствиями. Впрочем, подобные катаклизмы способны спрогнозировать (и, соответственно, предотвратить) опытные профессионалы, собравшиеся за круглым столом журнала «ДОРОГИ. Инновации в строительстве».



В.С. Агеев,
к.т.н., генеральный директор
ООО «Научно-производственный
центр мостов»



А.А. Барановский,
заместитель главного инженера
ООО «Мостовое бюро»



А.А. Белый,
к.т.н., первый заместитель генерального
директора — главный инженер
ЗАО Научно-технический центр
«Мониторинг мостов»

ОБСЛЕДОВАНИЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ: ТРАДИЦИИ, ТЕНДЕНЦИИ, НОВАЦИИ



Какие современные методы обследования мостовых сооружений использует ваша организация при выполнении работ? Какие задачи они позволяют решать?

Андрей Белый:

— ЗАО «Научно-технический центр «Мониторинг мостов» в своей работе по обследованию и испытаниям искусственных сооружений руководствуется принципом золотой середины, а именно: комбинации современных аппаратных средств диагностики и программного обеспечения с традиционными полевыми и камеральными работами, многие годы остающимися практически неизменными. Если говорить конкретно, то это прежде всего высокоточное лазерное геодезическое оборудование, расчетные и графические комплексы, системы мобильного мониторинга (особенно эффективны при испытании мостовых сооружений). Использование данного набора программно-аппаратных средств позволяет решать задачи по определению фактического технического состояния искусственного сооружения с высокой долей надежности и точности как в статическом, так и в динамическом режимах.

Алексей Сергеев:

— Основные работы по обследованию мостовых сооружений, включая инструментальные и лабораторные исследования, выполняются по методикам, закрепленным в нормативных документах (СНиПах, ГОСТах, СП и др.). Использование новых методик связано с появлением новых приборов неразрушающего контроля,

позволяющих выявлять внутренние дефекты конструкций, которые невозможно определить при визуальном осмотре. К ним, например, относится ультразвуковой прибор MIRA, с помощью которого можно обнаружить дефекты в бетоне на глубине до 1,5 м, и, в частности, выявить наличие пустот в бетоне заполнения контурных блоков массивных опор.

Юрий Новак:

— Одним из актуальных направлений при обследовании и испытании мостов являются методы динамической диагностики технического состояния несущих элементов и расчет их грузоподъемности. Данная методика была разработана в ЦНИИСе и успешно применяется уже в течение 30 лет. Разработаны два нормативных документа, в которых определены цели и задачи динамической диагностики мостов. С учетом того, что мосты всегда работают под динамической нагрузкой, то и испытания несущих конструкций должны выполняться без закрытия движения автотранспорта.

Светлана Боканова:

— Без новых методов, технологий и материалов невозможно существовать современной организации, занимающейся контролем качества строительных конструкций. Применение новых материалов требует и применения нового диагностического оборудования. И чтобы идти в ногу со временем, НИИ диагностики постоянно занимается дооснащением испытательного оборудования, делая акцент на российские разработки — антенны ГЛОНАСС, геофизическое и сейсморазведочное высокоточное оборудование, акустическую эмиссию, лазерные датчики линейных перемещений с точностью до 10^{-6} мм и струйные с частотой 100–1000 Гц и т. д.

Владимир Агеев:

— Обследование и испытание мостовых сооружений, по моему мнению, должны выполнять высококвалифицированные опытные инженеры, обладающие знаниями в области проектирования, строительства и эксплуатации. Осмотр сооружений — это не только тяжелый физический труд, но и в первую очередь сжатое во времени исследование истории жизни объекта, во время которого необходимо выявить дефекты в конструкциях и восстановить по ним просчеты проектировщиков, допущенные при строительстве отклонения, а также неблагоприятные факторы эксплуатации. Все это необходимо для составления прогноза работоспособности сооружения на ближайшие годы. Поэтому личное наблюдение и получение информации в результате инструментальных измерений остаются основным методом обследований. Квалификация специалиста, проводящего обследование и испытание, по-прежнему играет первостепенную роль в обеспечении качества этих работ.

Использование нового и уникального оборудования повышает себестоимость обследовательских работ. А существующая тенденция к неуклонному снижению затрат на их проведение не позволяет многим компаниям приобрести новые приборы. В небольшой организации современное геодезическое и испытательное оборудование, а также фотоаппаратура ускоряют сбор информации. Это позволяет во время обследования больше времени посвятить визуальному изучению и анализу состояния сооружения.

**Дмитрий Воробьев,
Здуард Карапетов:**

— НИЛ «Мостовая лаборатория» ФГБОУ ВПО ПГУПС регулярно выполняет работы по обследованию и испытанию автодорожных и железнодорожных мостовых сооружений различной сложности. Для получения комплексной картины о состоянии сооружений применяются как традиционные методы, так и современные методы и технологии с использованием последних разработок в области компьютерного моделирования. Это позволяет решать задачи в соответствии с требованиями нормативных документов.

Дмитрий Дернов:

— При диагностике необходимо соблюдать основное требование: не навреди!

Сотрудники ГБУ «Гормост» для обследования мостовых сооружений используют самые современные методы диагностики:

■ геофизические (георадарный комплекс и электродинамическое зондирование);

■ акустические (ультразвуковой сканер сварных соединений, ударно-акустический комплекс);

■ тепловизионный комплекс и т. д.

Все эти приборы являются диагностическими комплексами неразрушающего действия. Их основная задача — выявление аномальных зон и качественная оценка деформированных мест. Для отладки методик работы строятся модели, позволяющие имитировать среду диагностики.

В строительной лаборатории ОТН ГБУ «Гормост» создана методика обследования строительных конструкций методом георадиолокации (георадар). Основные параметры при обследовании мостовых сооружений и слагающих их материалов прописаны в действующих нормативно-технических документах. Современные диагностические методы позволяют с большей точностью локализации дефекта (не повреждая сооружение) оценивать его месторасположение и глубину проникновения.

Александр Васильев:

— Тенденции сегодняшнего дня в обследовании транспортных сооружений — увеличение объема измерений и инструментальных методов исследования материалов и напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций.

В комплексе геодезических измерений — это применение электронных тахеометров. Измерение глубины трещин производится с помощью ультразвука по скорости его прохождения в цельном бетоне и зоне трещин.

Очень важным моментом обследования является определение НДС конструкций от постоянных нагрузок. Для решения этой задачи мы используем разработанный нашим институтом способ «частичной разгрузки» (автор — к.т.н. М.Л. Хазанов). Это усовершенствованный метод, позволяющий свести к минимуму вмешательство в тело конструктивного элемента.

Владимир Кондратов:

— Методы в целом традиционные: визуальное обследование, фотофиксация дефектов, съемка плана и профиля, обмерные работы. При необходи-



С.В. Боханова, генеральный директор ООО «НИИ диагностики»



А.И. Васильев, д.т.н., директор по науке ЗАО «Институт «ИМИДИС», профессор МАДИ, академик Российской академии транспорта и Академии проблем качества



Д.Е. Воробьев, заведующий мостовой лабораторией кафедры «Мосты» ПГУПС



Д.Е. Дернов, начальник отдела технического надзора ГБУ «Гормост»



З.С. Карапетов, к.т.н.,
профессор кафедры «Мосты» ПГУПС



В.В. Кондратов,
генеральный директор
ООО «НИЦ «Мостовые сооружения и путь»



Ю.В. Новак, к.т.н.,
заместитель директора Филиала АО ЦНИИС
«НИЦ «Мосты», г.н.с., доцент, Почетный
транспортный строитель РФ



А.А.Сергеев, к.т.н.,
генеральный ЗАО «Нормативно-
Испытательный Центр «Мосты»

мости — отбор проб металла или бетона с последующими испытаниями образцов в лаборатории для определения механических характеристик материала и его химического состава. Химический анализ металла позволяет уточнить марку стали, а химический анализ бетона показывает, продолжается ли набор прочности материала или в нем уже начались процессы деградации.

В зависимости от поставленных задач на основе материалов обследования может оцениваться грузоподъемность сооружения, его остаточный ресурс.

Алексей Барановский:

— ООО «Мостовое бюро» совместно со своими деловыми партнерами имеет более чем десятилетний опыт диагностики, обследований, испытаний и мониторинга транспортных сооружений любой категории сложности. Каждое сооружение — это «живой организм», для изучения и анализа работы которого необходим комплексный подход.

Сегодня при повышении сложности искусственных сооружений и их конструкций, постепенном отходе от типовых решений, использование при обследовании только визуальной оценки становится явно недостаточным. Поэтому все чаще применяются новые технологии и инженерные методы, а также сложное оборудование и программное обеспечение. Среди современных методов следует назвать различные ультразвуковые исследования и геолокацию, без нарушения конструктивов определяющие наличие в структуре конструкций скрытых дефектов, учет которых при построении численных моделей в современных программных комплексах позволяет дать более точную оценку состояния сооружения в целом. Следует также упомянуть различные современные высокоточные геодезические измерения, на основании которых интегрально оценивается общее состояние сооружения и появляется возможность спрогнозировать его дальнейшую работу.



Могут ли современные методы инструментального мониторинга с использованием автоматических систем заменить процедуру обследования мостовых сооружений?

Светлана Божанова:

— Конечно, нет. Невозможно поставить датчики на каждый элемент конструкции, в каждом узле, на каждом стыке. Это уже будет не эксплуатация моста, а научная работа о его жизнедеятельности. Да это и не нужно. Достаточно периодически проводить обследования в процессе эксплуатации. А участникам дорожного движения с уважением относиться к мостовым сооружениям, не перегружать грузовой транспорт.

Алексей Сергеев:

— На наш взгляд, современные системы мониторинга не могут полностью заменить процедуру обследования. Мониторинг лишь позволяет следить во времени за изменениями каких-либо параметров конструкций сооружения или развитием тех или иных дефектов. Обнаружить же дефекты, установить причину их появления и оценить влияние дефектов на грузоподъемность, долговечность и безопасность сооружения возможно только при проведении обследования, которое должно выполняться грамотными специалистами-мостовиками.

Следует также отметить, что системы мониторинга имеют высокую стоимость, поэтому их применение является необходимым и экономически целесообразным в основном для уникальных внеклассных мостовых сооружений.

Андрей Белый:

— Как бы этого некоторым не хотелось, но, конечно же, нет. Это скорее из области фантастики, когда «машины» все сделают за нас. Не сделают — это просто невозможно. Особенно для столь ответственных и стратегически важных конструкций, как мосты или путепроводы. В процессе обследования может обнаружиться такое количество непредсказуемых фактов, что заложить этот процесс в некую программу просто не представляется возможным. Решение должен принимать человек.

Другое дело, что системы инструментального мониторинга могут серьезно помочь в отдельных моментах диагностики. Не стоит забывать, что изначально функциональная направленность мониторинга — это контроль за техническим состоянием конструкций в тех местах и по тем параметрам, где он просто эффективнее человеческого труда (измерение

напряжений, обследование скрытых и труднодоступных зон и т. д.). Не случайно любая современная система мониторинга на программном уровне состоит из двух подсистем: сигнальной подсистемы мониторинга (СПМ) и подсистемы периодического мониторинга (ППМ). Если в задачи первой входит экспресс-анализ состояния конструкций с выдачей мгновенного предупреждающего сигнала по заданным алгоритмам (пороговым значениям), то вторая предназначена для глубокого анализа поведения конструкций во времени с учетом многих факторов, оказывающих воздействие на конструкции, выполнить который может только человек.

Юрий Новак:

— В настоящее время аппаратные методы мониторинга не в состоянии полностью заменить визуально-аппаратурные обследования. Мониторинг, как правило, выполняется только для самых нагруженных элементов и не распространяется на все элементы, состояние которых является определяющим для безопасности движения и долговечности сооружения в целом. Только аппаратные обследования могут дать объективную картину общего состояния моста. Поэтому два современных направления — обследование и мониторинг — должны дополнять и уточнять друг друга с целью получения всей информации по объекту.

Владимир Агеев:

— Мониторинг с применением современных автоматических систем вписывается в смету строительства и эксплуатации лишь больших и уникальных сооружений. Для подавляющей части мостов и путепроводов на сети дорог визуальное и инструментальное обследование будет оставаться единственным способом оценки их состояния в процессе эксплуатации. Автоматизированные системы мониторинга решают вопросы наблюдений за прочностью и деформациями сооружения. А вопросы долговечности материалов и покрытий, использованных в сооружениях, а также эффективности функционирования опорных частей и систем водоотвода, в мониторинге пока не решены.

Мониторинг — лишь метод сбора информации. Собранный при его проведении материал в любом случае должен быть проанализирован ква-



лифицированным экспертом в сравнении с материалами, полученными иными методами, в том числе и визуальным осмотром. В первую очередь необходимо оценивать достоверность информации, чтобы исключить выводы на основе неисправных датчиков.

Дмитрий Воробьев, Эдуард Карапетов:

— Большой опыт проведения обследований свидетельствует о том, что наиболее эффективный результат достигается при совместном использовании традиционного подхода и современных инструментальных средств. Ни один прибор в полной мере не заменит опытный взгляд специалиста, но применение автоматических систем позволяет точнее идентифицировать различные дефекты и прогнозировать их влияние на надежность и долговечность сооружения.

Алексей Барановский:

— Отсутствие сегодня у дорожно-мостовых организаций необходимого опыта интерпретации и правильного анализа результатов работы мониторинговых систем, а также успешного опыта проведения многолетнего мониторинга на крупных мостовых объектах заставляют эксплуатирующие службы обращаться за помощью к специалистам, способным не только выполнить необходимую диагностику сооружения, но и правильно расшифровать ее результат и, что немаловажно, дать четкие рекомендации по проведению необходимых ремонтно-

восстановительных работ. Полагаю, что в ближайшие годы данная ситуация сохранится.

Александр Васильев:

— Инструментальный мониторинг с использованием компьютерных измерительных систем (КИС) — мощное средство исследования строительных конструкций, позволяющее отслеживать во времени развития поврежденных и деформаций.

Однако полностью заменить освидетельствование мостовых сооружений он не может. Слишком многообразны в мостах конструктивные элементы и их функции, что требует периодического обследования и анализа.

В каких документах закреплена процедура проведения обследования мостовых сооружений? Как проводится обследование при недостаточном финансировании, не покрывающем весь комплекс работ?

Андрей Белый:

— Существует достаточное количество документов по обследованию мостовых сооружений. Среди них, в частности, следующие:

■ Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог ВСН 24-88;



■ Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах ВСН 4-81(90);

■ СНиП 3.06.07-86 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний»;

■ Требования к техническому отчету по обследованию и испытаниям мостового сооружения на автодороге;

■ Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах;

■ Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог ОДН 218.0.006-2002;

■ Руководство по оценке транспортно-эксплуатационного состояния мостовых конструкций ОДН 218.017-2003;

■ ОДМ 218.4.001-2008 «Методические рекомендации по организации обследований и испытания мостовых сооружений на автомобильных дорогах».

Часть из них уже довольно давно изданы, однако общие принципы, заложенные в них, неизменны. Конечно, существующие реалии диктуют нам необходимость использования современных средств диагностики. Но если не обращать внимания на разделы «перечень рекомендуемого оборудования», то в целом они до сих пор актуальны.

Что касается второй части вопроса, то здесь стоит отметить важность обследования как такового. Это как диагностика здоровья человека. Ее необходимо делать регулярно (в случае с мостовыми сооружениями сроки нормируются). Что мы делаем при отсутствии средств на хорошую клинику? Идем в ту, что попроще и подешевле. Только врачи будут не столь опытные, а используемые

медикаменты и средства лечения не столь эффективные. Замените в предыдущем предложении врачей на экспертов, а медикаменты на современные приборы контроля, и вы получите ответ на заданный вопрос! Это, конечно, грустно, но факт.

Владимир Агеев:

— В 2015 году многие электронные аукционы на обследование мостовых сооружений нередко заканчивались снижением начальной стоимости более чем на 60% (а в одном случае даже на 80%), что не всегда является показателем высокой конкуренции на данном рынке услуг. Не могу сказать, как проводится обследование в этой ситуации, потому что наша организация в подобных авантюрах не участвовала. Полагаю, что при столь низкой стоимости работ о полном обследовании в соответствии с СП 79.13330.2012 (актуализированным СНиП 3.06.07-86 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний») и приемлемом качестве собранных данных не может быть и речи.

Однако бывают ситуации, когда нет необходимости проводить полное обследование сооружения. В случаях предаварийного состояния конструкций зачастую бывает достаточно сосредоточить внимание на проблемном участке и собрать информацию для оперативного решения безопасной эксплуатации сооружения. Например, на основе таких локальных обследований, в которых участвовала наша организация, длительное время осуществляется текущий ремонт петербургских разводных мостов.

Алексей Сергеев:

— Недостаточное финансирование ведет к тому, что работы по обследованию и даже проектированию и строительству таких ответственных сооружений, как мосты, нередко выполняют сомнительные и малоизвестные организации, не имеющие ни квалифицированных кадров, ни опыта проведения подобных работ. Последствия этого могут быть катастрофическими. Поэтому экономить на обследовании, которое является итоговой проверкой качества проектирования и строительства, не следует.

Что касается нашей организации, то мы в любом случае с высоким качеством выполняем весь спектр необходимых работ, в том числе при их низкой стоимости.

Светлана Боханова:

— Обследование должно проводиться только в полном объеме, чтобы можно было составить цельную картину состояния мостовой конструкции. А уже по его результатам можно выделить элементы конструкции, которые требуют более детального исследования.

Алексей Барановский:

— На мой взгляд, те, кто занимается обследованиями и испытаниями мостов, — своего рода фанаты этого дела, поэтому не могу сказать, что при недостаточном финансировании какие-либо работы «приносятся в жертву». Как правило, необходимый комплекс работ выполняется полностью, в том числе и за собственный счет обследователя...



Какое новейшее оборудование используется вашей организацией при проведении обследования и испытания мостовых сооружений?

Алексей Сергеев:

— При проведении обследований и испытаний мостовых сооружений ЗАО НИЦ «Мосты» применяется различное контрольно-измерительное оборудование: как хорошо зарекомендовавшие себя механические приборы, так и современные электронные системы. Для проведения статических и динамических испытаний используем сертифицированную отечественную

систему контроля разработки фирмы ZET LAB. Она позволяет объединять в единую систему различные датчики (относительных деформаций, акселерометры, инклинометры, датчики температуры и др.), фиксирующие параметры напряженно-деформированного состояния несущих конструкций сооружения в режиме реального времени. Применение данной системы позволяет оперативно реагировать на изменения в состоянии конструкций.

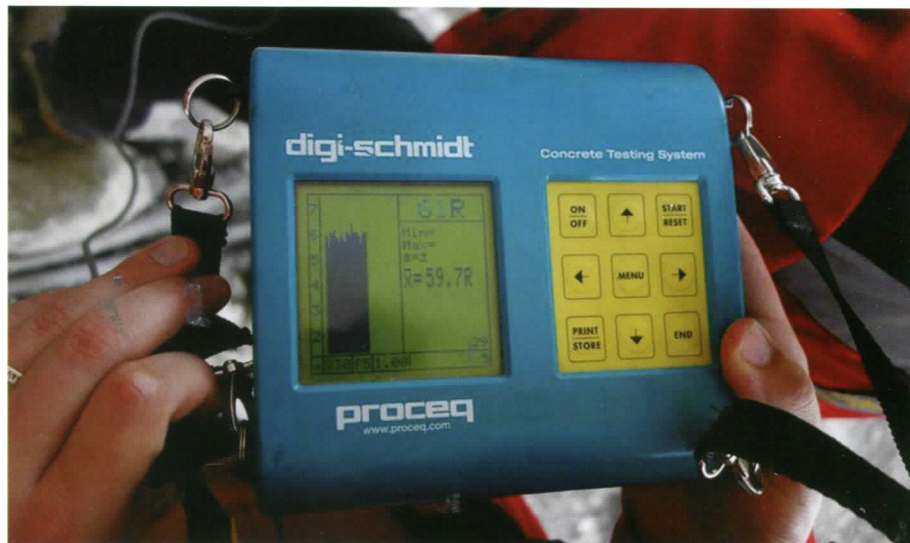
В то же время при проведении испытаний в северных регионах нашей страны (где температура зимой может опускаться ниже -40°C , в связи с чем электроника дает сбои) мы используем проверенные временем механические тензометры и прогибомеры, альтернативы которым по надежности и безотказности пока не существует.

В ходе обследования мостовых сооружений, в том числе при инструментальных исследованиях примененных материалов, нашими специалистами применяется оборудование ведущих мировых фирм-производителей, протестированное и зарекомендовавшее себя на нашем рынке как надежное и высокоточное. В частности, толщиномер покрытий Elcometer A456 фирмы Elcometer Limited (Великобритания), являющийся на сегодняшний день самым точным прибором; анализатор коррозии арматуры Scanip+ фирмы Proceq (Швейцария); эхо-тестер свай USB PET фирмы PILETEST (Великобритания), низкочастотный ультразвуковой томограф по бетону A1040 MIRA фирмы «АКС» (Россия) и др.

Андрей Белый:

— Помимо стандартного для данной сферы оборудования (дефектоскоп, различные измерители толщин защитного слоя и прочности бетона, фото- и видеоаппаратура, вспомогательные средства — лестницы и подки), в распоряжении ЗАО НТЦ «Мониторинг мостов» имеется высокоточное геодезическое оборудование, среди которого отдельно стоит отметить автоматизированный тахеометр Leica TS30 0,5", позволяющий выполнять работу в удаленном режиме с высокой точностью.

Мы также располагаем мобильной станцией мониторинга (переносной компьютер, инвертор, блок управления датчиков, кабели) на 32 канала различных датчиков (тензометры,



акселерометры, инклинометры, датчики перемещения и т. д.). Время ее автономной работы — до 2 недель. Одна такая система может последовательно применяться для различных объектов, что радикально уменьшает затраты на оборудование. Ограничение объемов получаемых данных компенсируется возможностью использования системы на различных участках сооружения, что дает возможность получения полной картины текущего состояния объекта.

Алексей Барановский:

— Прежде всего, это современные приборы неразрушающего контроля прочности бетона, георадары с антеннами разных частотных диапазонов, высокоточное геодезическое и измерительное оборудование, а также современные программные расчетные комплексы.

Дмитрий Воробьев,

Здурад Каралетов:

— Специалистами НИЛ «Мостовая лаборатория» активно применяется метод динамического анализа конструкций мостовых сооружений (виброанализатор «Вибран-3»), что позволяет с достаточной точностью получать результаты фактических величин инерционно-жесткостных характеристик сооружения. Метод заключается в регистрации динамического отклика от испытательной или обрабатываемой нагрузки с последующей обработкой и сопоставлением с результатами компьютерного моделирования.

Оценка защитных свойств бетона железобетонных элементов мостовых сооружений (определение содержания хлоридов в бетоне) проводится

с использованием ионометрического преобразователя И-510. Проведенный анализ позволяет качественно оценить наличие и влияние дефектов на фактическую работу конструкции и спрогнозировать дальнейшее их развитие и влияние на эксплуатационные свойства сооружения в целом.

Юрий Новак:

— Лаборатории ЦНИИС, которые участвуют в обследовании и испытаниях мостов, располагают самым современным оборудованием для аппаратного контроля состояния мостов и оценки их грузоподъемности, включая новейшие программные комплексы по расчету.

Александр Васильев:

— Основной инструментальной базой при инструментальных исследованиях и испытаниях мостов является созданная в институте оригинальная компьютерная измерительная система КИС-ИМИДИС, включающая комплекс разнообразных электронно-измерительных приборов и современных средств передачи результатов измерений на компьютер, а также ПО.

Владимир Кондратов:

— При проведении обследований мы используем электронный нивелир, лазерную рулетку и, при необходимости, тахеометр. При испытаниях мостов — системы тензометрического контроля мостов, а также датчики перемещений растровые и индуктивные, позволяющие измерять деформации с точностью до одного микрона при контроле остаточных сварочных деформаций в металле, а также напряженного состояния бетона.



Как применение новых методов и технических средств при обследовании и испытании мостовых сооружений отражается на точности измерений и качестве полученных результатов?

Светлана Боханова:

— Современные компьютерные измерительные системы позволяют со значительной точностью измерять линейные перемещения, изменение фибровых напряжений, следить за влиянием температуры на напряженно-деформированное состояние как от-

дельного элемента, так и всей конструкции. Измерения, проводимые не краткосрочно, а в процессе всех испытаний, позволяют проанализировать работу конструкции под испытательной нагрузкой не только в момент ее установки в заданное программой положение, но и проследить изменение напряженно-деформированного состояния в процессе движения испытательной нагрузки. Высокоточное оборудование помогает по-новому оценить контролируемые параметры, но и здесь тоже нельзя перегибать палку.

Андрей Белый:

— С развитием техники и технологий одновременно происходит два процесса: увеличение точности снимаемых пока-

заний и снижение времени и ресурсов, затрачиваемых на освидетельствование сооружений. При этом качество проводимых обследований только растет.

Алексей Сергеев:

— Применение при обследованиях и испытаниях новых методов и технических средств позволяет выполнять работу за меньшее время, при этом получать больший объем технических данных. Получаемые данные обладают большей точностью и достоверностью. В сочетании с использованием современных программных комплексов для обработки полученных данных это приводит к снижению трудозатрат, что позволяет уменьшить стоимость работ. Таким образом, наша научно-техническая продукция становится более конкурентоспособной, а значит, более востребованной на рынке.

**Дмитрий Воробьев,
Эдуард Карпетов:**

— Развитие современного приборостроения нацелено на повышение точности измерений, удобство использования и анализа результатов. Это приводит к снижению трудозатрат и сроков выполнения измерительных работ в ходе обследований.

Юрий Новак:

— Их применение оказывает исключительно положительное влияние на повышение точности и достоверности результатов. За последние годы, например, точность вибродатчиков, применяемых при динамических испытаниях, достигла значений мкм! Большое развитие получили и приборы неразрушающего контроля в области диагностики сварных швов и определения прочности бетонов.

Дмитрий Дернов:

— Проведение полного обследования протяженного объекта (моста) по действующим нормам приводит к значительным (по своей площади) нарушениям сплошности материала конструкции. В свою очередь, с помощью диагностических методов можно многократно и с большей достоверностью локализовать места вскрытия и значительно уменьшить их количество без какого-либо влияния на достоверность полученного результата.

Владимир Кондратов:

— Современные приборы и измерительные средства, безусловно,