

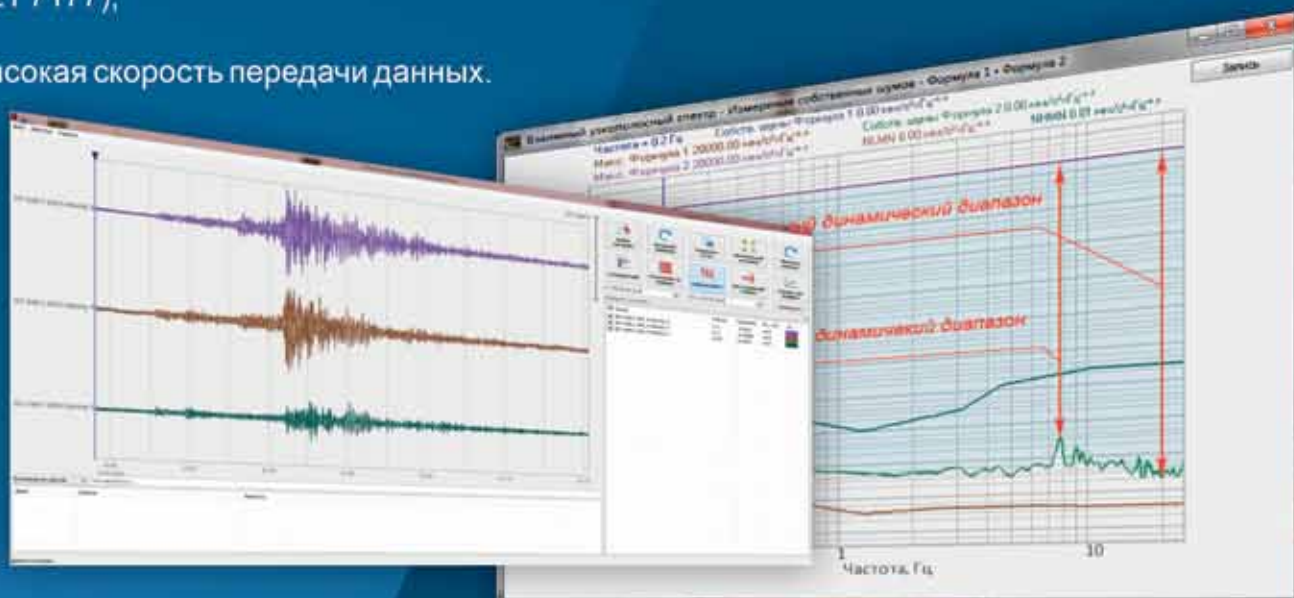
# ZETLAB

ПРОСТЫЕ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ



Сейсмограф ZET 7152-N VER.3 является уникальной разработкой компании ZETLAB. Он сочетает в себе функции акселерометра и велосиметра за счёт использования сразу двух встроенных датчиков (ZET 7152-N и ZET 7156). Основные преимущества:

- широкий динамический диапазон — 176 дБ, за счёт использования двух датчиков, работающих в разных частотных и амплитудных диапазонах для возможности точного одновременного измерения как слабых (например, определение дальних землетрясений), так и сильных сигналов (расчет бальности по шкале MSK-64);
- бездемонтажная калибровка с использованием резонансного тестирования (ISO 16063-32: 2016) и калибровка с использованием ускорения свободного падения (ISO 16063-42:2014);
- возможность подключения дополнительных внешних датчиков;
- удобная в использовании панель управления;
- различные варианты интерфейса: автономная запись до 18 часов (стандартно), интерфейс LAN (стандартно), интерфейс GSM (опционально, с установкой дополнительного внешнего модуля ZET 7177);
- высокая скорость передачи данных.



ZETLAB

ПРОСТЫЕ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

Российский производитель контрольно-измерительного оборудования

Россия, 124498, г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4922, дом 4, стр. 5  
тел./факс: +7 495 739-39-19  
e-mail: zetlab@zetlab.com

[www.zetlab.com](http://www.zetlab.com)

# Система мониторинга инженерных конструкций от ZETLAB

## Z E T L A B

По требованиям государственных стандартов должна проводиться оценка построенных и строящихся зданий и сооружений. Частью этой работы является создание систем мониторинга инженерных конструкций (СМИК). В статье представлена система СМИК компании ZETLAB и применяемое для ее построения оборудование. Перечислены возможности системы, выполняемые задачи, приведены примеры реализованных проектов.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград

ООО «ЭТМС» («Электронные технологии и метрологические системы»), также известное под брендом ZETLAB, основано в 1992 году на базе специального конструкторского бюро Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (СКБ ФГУП ВНИИФТРИ) и использует знания и опыт этой известной научной школы в своих разработках. Сегодня компания ZETLAB предлагает широкий спектр высокоточного измерительного оборудования российского производства для важнейших отраслей промышленности: оборонной, нефтеперерабатывающей, авиационной, автомобильной, легкой, пищевой, а также для металлургии и машиностроения. Кроме того, компания ZETLAB успешно внедряет комплексные системы «под ключ», такие как: ИСС (инженерно-сейсмоме-

трическая станция), СКСВ (система контроля сейсмических воздействий), СОУ (система обнаружения утечек) и др. В настоящей статье мы представим системы мониторинга инженерных конструкций (СМИК) разработки этого отечественного производителя.

Современное промышленное и гражданское строительство поражает грандиозностью сооружений, новыми материалами, скоростью возведения объектов, но все это имеет обратную сторону – трудность оценки безопасности конструкций, которая, разумеется, нормируется, анализируется, тестируется и контролируется при проектировании и строительстве. Однако бурное развитие строительных технологий пока не позволяет считать современные сооружения абсолютно надежными и безопасными в долгосрочной перспективе. Поэтому во всем мире широко применяются системы мониторинга как новых, так и уже построенных ранее объектов. Более того, мониторинг несущих конструкций необходим также на всех стадиях строительства зданий и сооружений.

МЧС России на протяжении последних 20 лет разработало и выпустило несколько государственных стандартов (ГОСТ Р 22.1.12-2005, ГОСТ Р 22.1.12-2005, ГОСТ Р 22.1.13-2013, ГОСТ Р 22.1.14-2013) и региональных нормативных документов по оценке состояния построенных и строящихся зданий, где четко указано на необходимость создания систем мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС). Основные требования к СМИС определены в ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования», где указано, что системой СМИС в обязательном порядке должны быть оснащены:

► особо опасные и технически сложные объекты;



Рис. 1. Цифровой сейсмометр ZET 7156



Рис. 2. Тензодатчик ZET 7110 DS



Рис. 3. Струнный тензометр ZET 7082



Рис. 4. Инклинометр ZET 7154

- ▶ промышленные объекты, на которых трудится более 10 тыс. человек;
- ▶ объекты коммунального и культурно-бытового назначения с максимальным расчетным пребыванием 500 человек и более;
- ▶ гостиничные предприятия (в г. Москве);
- ▶ объекты жизнеобеспечения, выход из строя которых приводит к возникновению чрезвычайной ситуации;
- ▶ объекты капитального строительства, имеющие хотя бы одну из следующих характеристик:
  - высоту более 100 м;
  - пролет более 100 м;
  - консоль более 20 м;
  - заглубление подземной части (полностью или частично) ниже планировочной отметки земли более 15 м.

Там же определено, что СМИС состоит из нескольких подсистем:

- ▶ системы сбора данных и передачи сообщений (ССП);
- ▶ системы связи и управления в кризисных ситуациях (СУКС);
- ▶ системы мониторинга инженерных (несущих) конструкций, опасных природных процессов и явлений (СМИК).

Бюджетная автоматизированная стационарная система СМИК компании ZETLAB является составной частью структурированной системы мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС) и без труда интегрируется с уже существующей системой сторонних производителей. СМИК ZETLAB разработана по ГОСТ Р 22.1.12-2005 и предназначена для предупреждения перехода объекта мониторинга в ограниченно работоспособное или аварийное состояние, которое может повлечь за собой гибель людей. Эта

система позволяет на ранней стадии обнаружить изменения несущей способности грунтового основания, а также элементов конструкции здания и, следовательно, своевременно информировать эксплуатационный персонал об опасном изменении параметров состояния несущих конструкций объекта.

СМИК позволяет контролировать следующие параметры: напряженно-деформированное состояние, крен и смещение элементов несущих конструкций, собственные частоты колебаний и логарифмический декремент затуханий, уровень сейсмического воздействия, осадку основания фундамента. Для фиксации значений этих параметров на объекте устанавливаются различные цифровые датчики (рис. 1–4), которые регистрируют значение измеряемого параметра и передают данные в режиме реального времени в программное обеспечение ZETLAB для анализа, архивирования и информирования дежурно-диспетчерских служб в случае превышения установленных порогов. В базовую

комплектацию СМИК ZETLAB входят:

- ▶ цифровой акселерометр ZET 7152-N (виброускорение/декремент затуханий);
- ▶ цифровой сейсмометр ZET 7156 (виброскорость/декремент затуханий);
- ▶ цифровой тензодатчик ZET 7110 DS (растяжение/сжатие);
- ▶ цифровой струнный тензометр ZET 7082 (растяжение/сжатие);
- ▶ цифровой инклинометр ZET 7154 (наклон/прогиб);
- ▶ узел сбора информации (УСИ).

Базовый комплект СМИК от компании ZETLAB обеспечивает мониторинг ускорения и вибраций, регистрацию основных мод и возможность найти логарифмический декремент затухания конструкций, а также отслеживание относительных деформаций конструктивных элементов. Такой комплект может использоваться, например, в высотном доме или другом достаточно стандартном сооружении (рис. 5).

Для решения специфических задач компания ZETLAB поставляет специализированные комплекты СМИК. К специфическим задачам относится, например, обнаружение сейсмической активности для лифтов в сейсмоопас-



Рис. 5. Мониторинг крена с помощью инклинометров ZETLAB

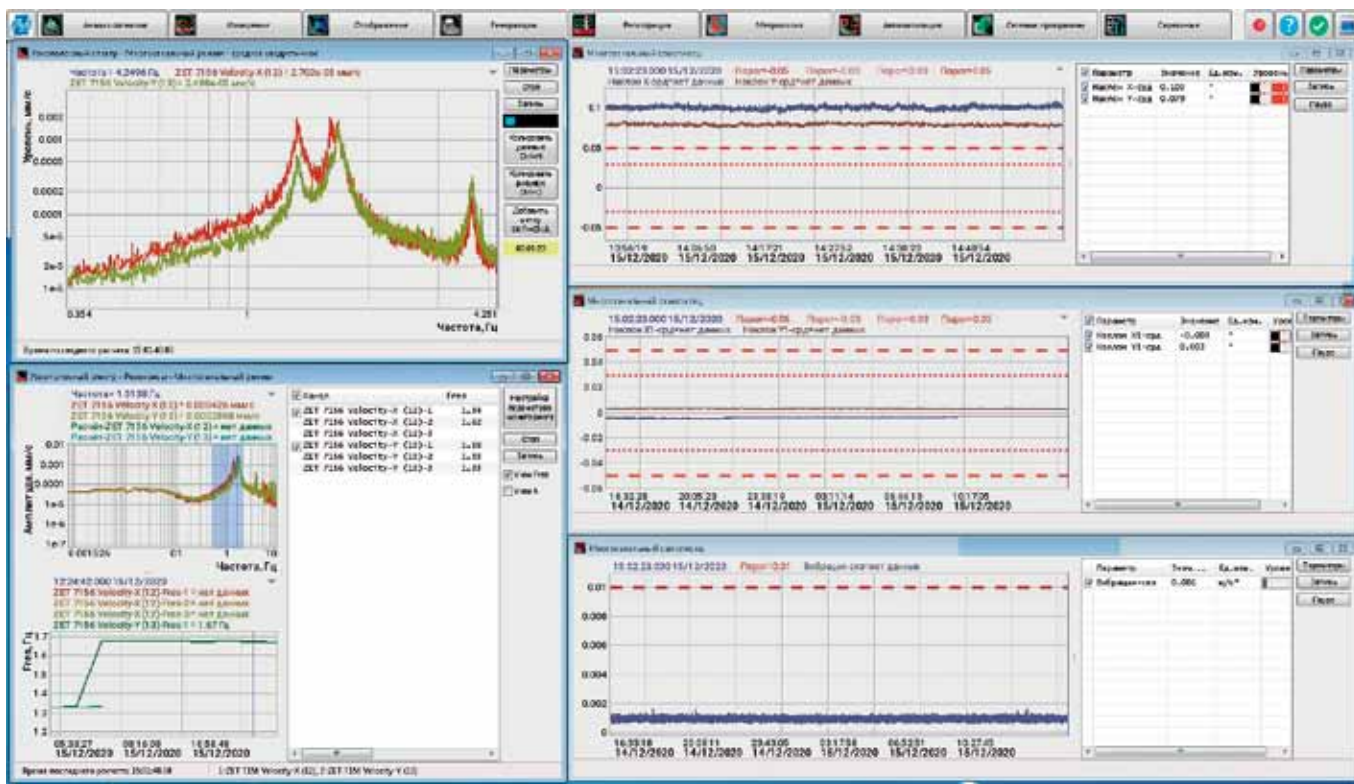


Рис. 6. Динамические характеристики бизнес-центра в программе «Просмотр трендов» компании ZETLAB

ном районе, что позволяет заранее проводить из них эвакуацию людей. Другой пример – мобильная система мониторинга мостов для комплексной диагностики опор и пролетов. Также компанией ZETLAB был разработан и создан диагностический комплекс «Стрела ZET» для проведения диагностики зданий и сооружений по нормам МЧС. Еще одна нестандартная разработка – мобильная система мониторинга для периодических тестов несущей способности конструкций; эта система позволяет определить наиболее подходящие места для размещения цифровых датчиков.

Как упоминалось, показания датчиков передаются в программное обеспечение системы СМИК, которое обеспечивает первичную обработку и передачу измерительной информации, а также ее анализ и отображение. Программное обеспечение – собственная разработка компании ZETLAB, оно состоит из нескольких компонентов (модулей). Например, программа «Просмотр трендов» позволяет ранжировать абсолютные и относительные измеренные числовые значения, сохранять отчет в формате электронных таблиц (расширение имени файла .csv), выводить результаты на печать, отправлять запросы

в базу данных событий, просматривать информацию из журналов регистрации показаний.

Примером применения может служить система онлайн-мониторинга бизнес-центра в Зеленограде (Московская область), построенная на основе программно-аппаратного комплекса ZETLAB. Эта система при незначительных затратах на покупку и эксплуатацию позволяет избежать необратимых последствий. Ее аппаратную часть составляют цифровые короткопериодные сейсмометры ZET 7156 Ver. 1, показания которых обрабатываются в ПО ZETLAB (рис. 6) согласно ГОСТ 34081-2017 «Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний».

Частоты собственных колебаний и соответствующие им логарифмические декременты затуханий зданий и сооружений являются медленно меняющимися параметрами, для обработки которых необходима длительная регистрация большого количества измерений (тренды), позволяющая анализировать частоты собственных колебаний конструкций и динамику поведения здания в зависимости от времени года, времени суток, а также различных климатических условий.

Отображение в программе соответствует «Методике оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений», выпущенной МЧС.

Среди других примеров применения СМИК от компании ZETLAB можно отметить системы мониторинга, внедренные на следующих объектах:

- ▶ Майнская ГЭС (Республика Хакасия);
- ▶ аэропорт Домодедово (Московская область);
- ▶ Ворошиловский мост (г. Ростов-на-Дону);
- ▶ Останкинская телебашня (г. Москва);
- ▶ Адлерская ГЭС (Краснодарский край);
- ▶ мост через Каму (г. Камбарка, Удмуртия);
- ▶ Саяно-Шушенская ГЭС (верхняя ступень Енисейского каскада ГЭС);
- ▶ Бугринский мост (г. Новосибирск).

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