

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ВИБРАЦИИ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Аннотация.

Вибрации, воздействующие на здания, сооружения и людей, не должны превышать установленных нормативными документами значений, поэтому необходимо вести их измерения. Вибродинамический контроль является частью геотехнического мониторинга. Автоматизированные системы способны осуществлять непрерывный мониторинг вибрации на протяжении длительного времени, передавая информацию на «облачный» сервер. В работе представлен способ реализации автоматизированной системы мониторинга вибрации и оборудование для нее. С помощью данной системы в реальных условиях был осуществлен мониторинг вибрации в целях оценки воздействия вибрации при строительных работах на здание.

Ключевые слова: геотехнический мониторинг, автоматический вибромониторинг, Экофизика, удаленный сервер

Введение

Вибрационное воздействие способно оказывать разрушительное влияние на конструкции зданий и сооружений, предметы внутри здания, препятствовать нормальной работе виброчувствительного оборудования [1]. Ущерб может быть особенно велик для сооружений и предметов, имеющих историческую и культурную ценность. Источники вибрационного воздействия разнообразны – расположенное вблизи строительное оборудование, автомобильный, железнодорожный транспорт и метрополитен, уже установленное или только планируемое к установке внутри или вблизи здания стационарное оборудование и прочие источники, в том числе временные – например, взрывные работы или обустройство свайных фундаментов. На любом этапе существования сооружения – при его проектировании, во время строительства или после его завершения, чтобы избежать неблагоприятное воздействие или минимизировать его, необходимо проводить геотехнический мониторинг. Во многих странах он является обязательным условием для страхования ответственности при проведении различных работ вблизи музеев и иных объектов культурно-исторического наследия. В Российской Федерации виброметрические измерения являются частью обязательного геотехнического мониторинга, предусмотренного СП 22.13330.2011[3]. В СП 305.1325800.2017 [4] содержатся правила проведения мониторинга, в частности содержатся виброметрические методы. Но в перечисленных документах нет четких указаний по проведению мониторинга, а в качестве измеряемых параметров вибрации используются виброперемещение, виброскорость и виброускорение, без указания допустимых значений. Документы ссылаются на ГОСТ Р 52892-2007 [2], в котором дан хороший обзор подходов к контролю вибрации, воздействующей на строительные конструкции.

Вибрация может носить непрерывный стационарный характер, и тогда достаточно небольших промежутков времени (до нескольких часов), чтобы записать данные, проанализировать их и сделать выводы о воздействии. Но часто источники вибрации и режим их работы заранее неизвестны и вибрация от них нестационарна. Когда нельзя предугадать время воздействия вибрации, необходим долгосрочный мониторинг, чтобы из большого массива данных можно было выбрать интересующие интервалы времени и проанализировать их. Классический мониторинг методом периодических измерений в ручном режиме дает непредставительную оценку вибрации, к тому же трудозатратен. Поэтому для решения таких задач оборудуют пункты автоматического мониторинга вибрации, работающие непрерывно и так же непрерывно передающие результаты измерений на удаленный «облачный» сервер. В подтверждение сказанного можно привести примечание п. 6.4.5 СП 305.1325800.2017 [4], согласно которому в необходимых случаях рекомендуется предусматривать непрерывный режим наблюдений с автоматическим оповещением.

Данная работа посвящена описанию практической реализации вибромониторинга на базе приборов серии Экофизика, которые хорошо показали себя в натуральных условиях.

2. Описание измерительной системы мониторинга

Ядром системы мониторинга является портативный виброметр-анализатор спектра серии Экофизика с пьезоакселерометрами. Прибор реализует измерения требуемых преднастроенных величин (например, виброскорости, виброускорения) и передает по одному из своих интерфейсов (USB или DOUT) телеметрию данных на компьютер. В качестве компьютера может выступать промышленный компьютер или ноутбук. Требования к вычислительным способностям принимающего компьютера минимальны: достаточно, что бы он обеспечивал соединение с сетью Интернет, имел порт USB или возможность подключения по Wi-Fi и стабильно поддерживал работу операционной системы Windows не ниже поколения XP. Принимающее телеметрию данных программное обеспечение Signal+WEB осуществляет шифрование и передачу данных в облачный сервер и дублирующую непрерывную регистрацию всех данных на локальное хранилище. Схематически система представлена на рис. 1. Аналогичным образом можно организовать системы мониторинга шума.

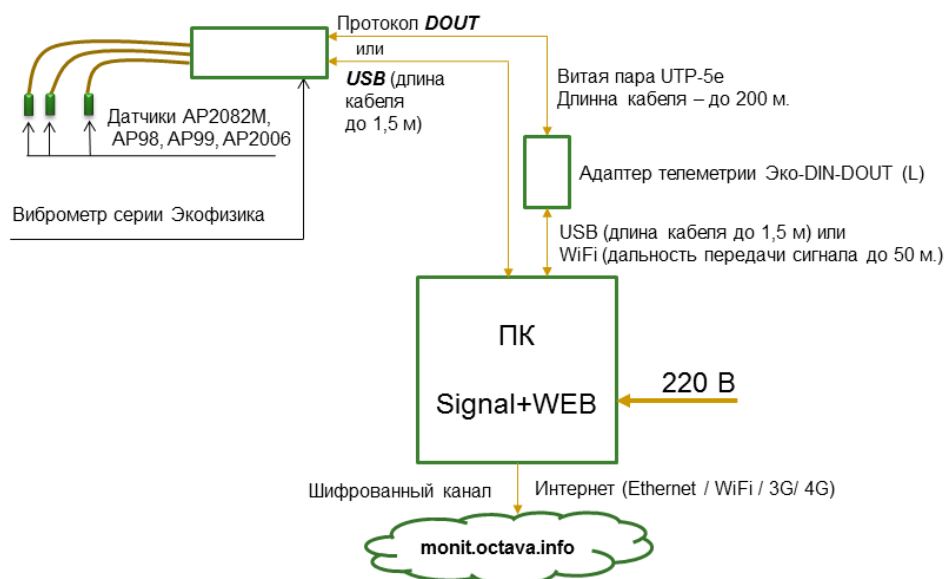


Рис. 1. Схема системы вибромониторинга.

Описанная выше система имеет свои преимущества и недостатки. С одной стороны, использование портативного виброметра позволяет применять отдельные составляющие системы при измерениях, не требующих автоматического мониторинга, но, с другой стороны, такая система требует размещения на обследуемом объекте компьютера, что накладывает повышенные требования к температурно-влажностным условиям. Поэтому прибор с компьютером должны находиться в защищенном сухом теплом месте, которое имеет доступ к внешнему питанию и сети Интернет.

3. Практический опыт установки системы вибромониторинга

Совместно с организацией ООО «Лаборатория экспертиз» была проведена работа по вибромониторингу в здании, расположенном в центре Москвы в районе Патриарших прудов в непосредственной близости от строительной площадки. На одной стороне улицы находились три сооружения, два из которых готовились к сносу, третье – было признано пригодным к эксплуатации. Работы по сносу и по укреплению грунта могли привести к тяжелым последствиям для близлежащих домов.

Учитывая максимальную близость указанного дома к месту проведения строительных работ было предусмотрено предельное значение вибрации на его конструкциях и на грунте в непосредственной от него близости – 0.15 м/с^2 , что соответствует значению 103.5 дБ отн. 1 мкм/с^2 . Проектной документацией не была предусмотрена частотная коррекция для измеряемой вибрации, поэтому данный норматив применялся к текущему ускорению в широкой частотной полосе от 1 до 100 Гц.

На рис. 2 представлены фото смонтированной системы. Виброметр Экофизика-110А и персональный компьютер были установлены в стальном теплоизолированном шкафу, весь шкаф непрерывно подогревался электрическим феном.

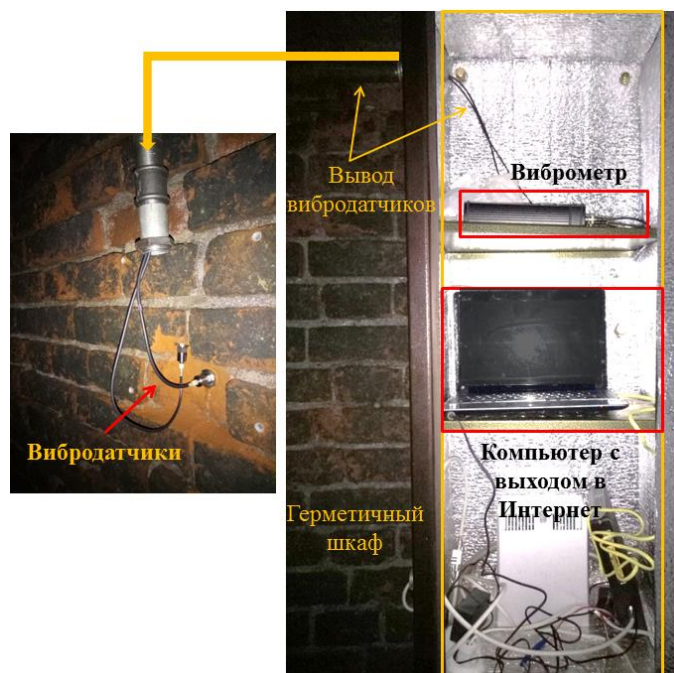


Рис. 2. Смонтированная станция вибродинамического мониторинга.

Три однокомпонентных акселерометра выводились наружу из шкафа и крепились на стене в подвале обследуемого здания и на грунте, примыкающем к этой стене.

Мониторинг проводился непрерывно на этапе сноса зданий, обустройства котлована и свайного фундамента – всего несколько месяцев непрерывных измерений.

На рис. 3-5 представлены фото личного кабинета monit.info с хронограммами виброускорения с 08:00 до 20:00 за три разных дня.

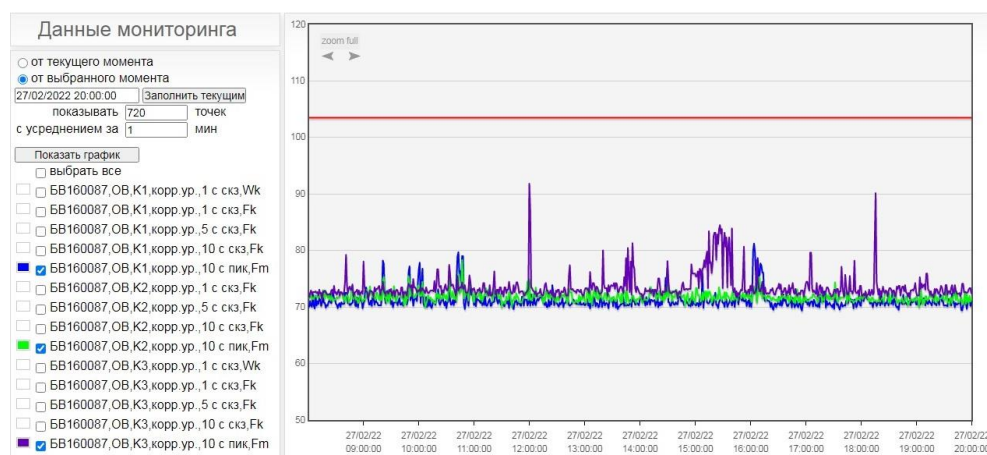


Рис. 3. Уровень виброускорения с 08:00 до 20:00 в нерабочий день.



Рис. 4. Уровень виброускорения с 08:00 до 20:00 в рабочий день.

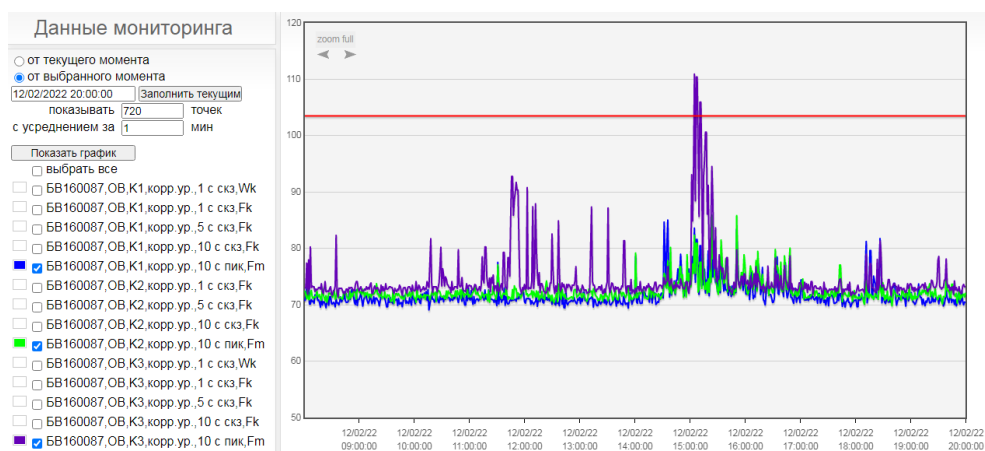


Рис. 5. Пример превышения заданного порога уровня виброускорения.

Можно настроить оповещение по e-mail по превышению заданного порога (как на рис. 5). Таким образом, установив датчик в контрольную точку, можно, не находясь на месте измерения, удаленно отслеживать уровень воздействия вибрации.

В частности, при проведении рассматриваемого мониторинга превышения были зафиксированы несколько раз, по факту превышений строительные работы приостанавливались либо корректировался их порядок: уменьшалась интенсивность работ, изменялись применяемые в строительстве технологии.

4. Заключение.

В целях геотехнического мониторинга в работе были проведены измерения параметров вибрации новой системой автоматического вибромониторинга с оповещениями, собранной на базе приборов серии Экофизика. Система хорошо показала себя в натуральных условиях и выполнила задачу геотехнического мониторинга.

Список литературы

1. Куриленко Ю.В., Воронков А.А. Решения для мониторинга вибрации зданий и сооружений. Примеры применения, рекомендации, оборудование. 2020. Журнал “ИСУП” № 3(87), с. 55-57.
2. ГОСТ Р 52892-2007 Вибрация и удар. Вибрация зданий. Измерение вибрации и оценка ее воздействия на конструкцию. Применяется с 01.10.2008.
3. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3). Свод правил от 16.12.2016. Применяется с 17.06.2017 взамен СП 22.13330.2011.
4. СП 305.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве. Свод правил от 17.10.2017. Применяется с 18.04.2018.

Rudenko Y.K., Voronkov A.A.

PKF Zifrovye Pribory, Moscow, rudenko@octava.info

PRACTICAL EXPERIENCE OF CONTINUOUS VIBRATION MONITORING IN THE CONSTRUCTION WORK AREA

Abstract.

Vibration affecting buildings, structures and people shall not exceed normative values. Therefore, it is necessary to measure it. Vibrodynamic control is a part of geotechnical monitoring. Continuous vibration monitoring for a long time is possible due to the automatic systems. They are broadcasting the information to the “cloud” server. The possible way of realization of such automatic system and its equipment are presented in this paper. With this system the vibration monitoring has taken place in reality to estimate the effect of vibration on the building from the construction activities.

Key words: geotechnical monitoring, automatic vibration monitoring, Ekophysika-110A, remote server