

Южаков С.Д., Быков А.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: dootchik1605@gmail.com*

### **Моделирование процессов изменения среды при воздействии вибраций**

Вибрации – это колебания твердых, газообразных или жидких тел, которые могут создаваться путем внешних (деятельность человека) и внутренних (природные явления вызванные энергией Земли) сил, например таких, как: воздействие проезжающего поезда на близлежащий грунт (внешние силы) и воздействие на поверхность Земли при землетрясении (внутренние силы).

Задача моделирования вибраций, происходящих в процессе изменения среды, предназначается, обычно, для изучения, уточнения, и предсказания возможных последствий. С развитием технологий, железнодорожные подвижные составы становятся все более грузоподъемнее, возрастает скорость и интенсивность их передвижения, что существенно увеличивает вибрационное воздействие на железнодорожный путь и может привести к смещению частиц грунта, особенно в тех местах, где земляной покров возведен на торфяном основании много лет назад. Это способствует деформации железнодорожных путей и нарушению движения поездов.

Существует две группы методов измерения вибраций: контактные и бесконтактные.

Контактные методы, предполагают связь между механическим датчиком и средой, в которой производится измерение. Самые простые измерения производятся с помощью пьезоэлектрических датчиков, что позволяет получить точные данные только при небольших амплитудах и в диапазоне низких частот, так же при малой массе измеряемой среды, датчик может влиять на вибрации, что приводит к ошибочным данным. Эти недостатки устраняет метод открытого резонатора, который заключается в измерении параметров сверхвысоких частот (СВЧ) резонатора.

Бесконтактные методы, не имеют механической связи со средой измерения. Они основаны на зондировании измеряемого объекта звуковыми и электромагнитными волнами. Одним из последних разработанных методов, является метод ультразвуковой фазометрии. Он измеряет значения разных фаз периодического сигнала ультразвуковой частоты, а также сигнала, отраженного от исследуемой среды.

С целью моделирования распространения в грунте упругих колебаний предлагается три метода оценки вибрации в исследуемой точке:

1. Частотный или спектральный анализ - среднее значение виброскорости или ускорения при постоянном времени измерительного прибора.
2. Интегральная оценка по частоте – с помощью корректирующих фильтров и расчетов, получаем частотно взвешенные величины виброскоростей и ускорений.
3. Интегральная оценка с учетом времени воздействия – получение выходных значений дозой оценкой с учётом времени действия вибрации.

В зависимости от задачи используется конкретный метод измерения среды и оценки. Полученные данные заносятся в программу, которая по формуле затухающих колебаний  $x(t) = Ae^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$  моделирует график зависимости амплитуды от времени в определенной точке, на определенном расстоянии. Где  $A$  – это наивысшее значение изменения переменной величины от стандартного значения при колебательном процессе (амплитуда),  $e^{-\delta t}$  экспонент коэффициента затухания колебания и времени,  $\omega = 2\pi f$  - циклическая частота,  $f$ - частота колебаний,  $\varphi$  – начальная фаза колебаний в установленный момент времени. Начальный момент времени рассчитывается по формуле  $t = \frac{s}{v}$ , где  $s$  расстояние до точки измерения, от точки начала вибраций, а  $v$  - скорость распространения упругих волн в той среде в которой производятся измерения.

Возможно производить моделирование вибрационного воздействия на грунт одновременно в нескольких точках посредством сети датчиков, расположенных параллельно и перпендикулярно движению железнодорожного состава, тем самым получая информацию о распространении колебаний на плоскости (Рис. 1).

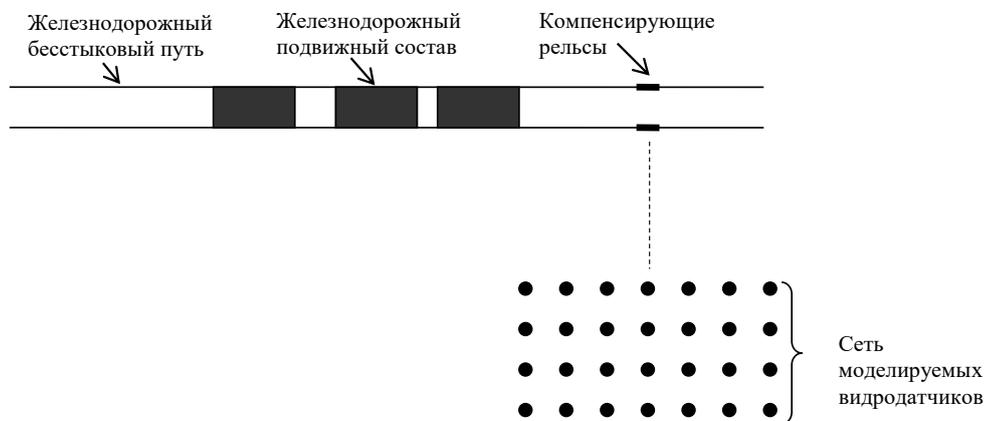


Рис. 1. Схема эксперимента моделированию распространения сейсмических и акустических сигналов железнодорожного транспорта

По результатам выходных данных моделирования, можно сделать вывод о том, какие колебания происходят в конкретном месте от источника вибраций и произвести оценку допустимых пределов. Полученные результаты моделирования могут быть использованы во множестве научных и прикладных исследований, начиная от моделирования упругих полей в железнодорожном полотне до моделирования изменения состояния грунта во времени.

### Литература

1. Юлдашев Ш. С., Саидов С. М., Набиев М. Я. Распространение вибраций в грунтах, возникающих при движении железнодорожных поездов // Молодой ученый. — 2015.—№11.— С.481-483.
2. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда : учебное пособие для вузов / Под ред. В.Ф. Кириллова. - 2008. - 416 с. : ил.
3. Труды Международного симпозиума «НАДЕЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО»: Т78 в 2 т. - Пенза : ПГУ, 2015. - 2 том - 384 с.
4. Дедков, В.К. Компьютерное моделирование характеристик надежности нестареющих восстанавливаемых объектов / В.К. Дедков, Н.А. Северцев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. I. С. 368-370.