

УДК 531.768

Опыт экспериментального определения уровня шумов датчика относительного гравиметра на базе акселерометра типа Q-flex

Быковский Александр Владимирович

bykovsky_a@mail.ru

Полынков Алексей Викторович^(*)

polynkov@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность экспериментального определения собственных шумов датчика относительного гравиметра в условиях механических шумов в месте его установки. Выделение собственных шумов датчика на фоне измеряемых шумов основания производится путем нахождения взаимной спектральной плотности сигналов двух датчиков с близкими характеристиками, которые установлены на один развязанный фундамент. Показано, что знание дисперсии возмущений основания позволяет оценить уровень собственных шумов датчиков в диапазоне частот измерения относительного ускорения. Приведены результаты экспериментальных исследований датчика гравиметра.

Ключевые слова: относительный гравиметр, акселерометр типа Q-flex, механический шум основания, низкочастотный шум, взаимная спектральная плотность сигналов

Введение. Знание характеристик собственных шумов гравиметрического датчика позволяет дать оценку предельной точности измерения приращений ускорения силы тяжести [1]. Экспериментальное определение собственных шумов датчика относительного гравиметра осложняется наличием механических шумов в месте установки гравиметрического датчика. Основными причинами механических шумов в здании являются сейсмические колебания основания, инженерное оборудование (насосные установки, вентиляторы) и лифтовое оборудование. Для разделения собственных шумов датчика гравиметра и измеряемых механических шумов предлагается использовать совместную обработку сигналов двух датчиков с близкими характеристиками, которые установлены на один развязанный фундамент внутри здания [2, 3].

Методы и материалы. Для разделения собственных шумов датчика гравиметра и измеряемых механических шумов предлагается использовать совместную обработку сигналов двух датчиков с близкими характеристиками, которые установлены на один развязанный фундамент внутри здания. Выделение собственных шумов датчика на фоне измеряемых шумов основания производится путем нахождения взаимной спектральной плотности сигналов двух датчиков. Этот параметр несет информацию об уровне возмущений основания (фундамента). Знание дисперсии возмущений основания позволяет выделить уровень собственных шумов датчиков из измеренных сигналов. Особенностью построения измерительной схемы относительного гравиметра является необходимость компенсации выходного сигнала его датчика в по-

ложении 1 g выходным сигналом прецизионного источника опорного напряжения для получения разрешающей способности гравиметра на уровне 0,15 мГал. Разностный сигнал акселерометрического датчика и источника опорного напряжения преобразуется в цифровой код с помощью высоко разрядного АЦП. Так как основные параметры акселерометрического датчика (масштабный коэффициент и смещение нуля) имеют высокую температурную зависимость, то датчик гравиметра и его измерительная схема размещены в трех контурном термостате. Стабилизируемая температура составляет $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и поддерживается с точностью $\pm 0,002 ^\circ\text{C}$. Схема измерения выходного сигнала не требует такой точной температурной стабилизации и размещена между внутренним и промежуточным контурами термостата. Схема АЦП позволяет запрограммировать замыкание входов АЦП между собой (коммутация производится внутренними ключами схемы АЦП), при этом на оба входа АЦП подключены к выходу источника опорного напряжения. Такое включение имитирует нулевой сигнал измеряемого приращения ускорения и позволяет дополнительно оценить вклад шумов АЦП в выходной сигнал гравиметрического датчика.

Заключение. Получена практическая информация по спектральному составу выходного сигнала гравиметрического датчика и его схемы измерения. В выходном сигнале выявлены не только случайные составляющие, но имеются составляющие с фиксированными частотами, которые вносят минимальный вклад в среднеквадратическое значение сигнала, но имеют значительное превышение амплитуды над уровнем шумовой составляющей выходного сигнала. Анализ данных позволяют сделать вывод о возможности выбора диапазонов частот, в котором собственные шумы и помехи имеют минимальные величины.

Список источников

- [1] Быковский В.Б., Польшков А.В. К вопросу о разработке малогабаритного аэрогравиметра. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 2. <https://doi.org/10.18698/2308-6033-2013-2-555>
- [2] Бендат Дж., Пирсол А. *Прикладной анализ случайных данных*. Москва, Мир, 1989, 540 с.
- [3] Марпл.-мл. С.Л. *Цифровой спектральный анализ и его приложения*. Москва, Мир, 1990, 584 с.