



Общество с ограниченной ответственностью  
«Институт архитектурно-строительного проектирования, геотехники и реконструкции»  
(ООО «ПИ Геореко́нструкция»)

---

## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Федотова Александра Васильевича  
на тему «Гашение колебаний в распределенных упругих системах с  
использованием пьезоэлектрических сенсоров и актуаторов»,  
представленной к защите на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и  
управляющие системы (в машиностроении)»**

Диссертация посвящена разработке методов проектирования активных систем управления с обратной связью, использующихся для гашения вынужденных колебаний упругих систем с распределенными параметрами. Данная задача является актуальной в связи с широкой распространенностью распределенных систем, а также важностью проблемы нежелательных вибраций в технике. В рамках проведенных исследований синтезируются локальные и модальные системы управления, результаты их работы проверяются теоретически и экспериментально и сравниваются между собой с целью определения наиболее эффективных методов проектирования подобных систем.

В качестве объектов управления рассматриваются тонкие металлические балки с различными условиями закрепления, для описания их поведения используется модель балки Бернулли-Эйлера. Создаваемые системы управления включают в себя пьезоэлектрические сенсоры и актуаторы, наклеиваемые на балку, а также контроллер, преобразующий измеренные сигналы в управляющие. Тестирование создаваемых систем производится либо экспериментально в условиях лаборатории, либо численно; в последнем случае задача об изгибных колебаниях балки решается либо разложением по собственным формам колебаний, либо с помощью метода конечных элементов.

Эффективность тестируемых систем управления определяется в результате сравнения амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) объекта при включенном и отключенном управлении. Целью управления является снижение высоты резонансных пиков, соответствующих определенным изгибным формам колебаний балки. В рамках эксперимента АЧХ объекта снимаются в результате воздействия на него входного сигнала с линейной

частотной модуляцией, а при конечно-элементном моделировании данные характеристики определяются в результате проведения гармонического анализа системы.

В результате проведенных исследований показано преимущество модального подхода перед локальным, а также разработана методика проектирования модальных систем управления колебаниями распределенного упругого объекта. К достоинствам работы можно отнести четкость изложения материала, а также хорошее соответствие результатов, полученных экспериментально и численно.

К работе могут быть предъявлены следующие замечания:

- 1) В работе исследуются изгибные колебания тонких балок с различными условиями закрепления, однако в автореферате не приведены дифференциальные уравнения, описывающие данное явление.
- 2) В конечно-элементных моделях балки, рассмотренных в пятой главе диссертации (страницы автореферата 15-16), для всех форм колебаний балки выбрано одинаковое значение коэффициента демпфирования, равное 0,002. Неясно, чем объясняется данный выбор, и насколько корректно предположение об отсутствии зависимости данного коэффициента от частоты колебаний.

Несмотря на приведенные замечания, диссертация, несомненно, является законченной научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней». Считаю, что Федотов А.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (в машиностроении)».

Генеральный директор  
докт. геол.-минер.наук



А.Г.Шашкин

«28» мая 2020 г.

ООО "ПИ Геореконструкция"  
190005 Россия, Санкт-Петербург, Измайловский пр., д. 4, оф. 414

Тел: +7 (812) 339-35-87  
Факс: +7 (812) 575-36-25  
E-mail: mail@georec.spb.ru