

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТОК ЛАБОРАТОРИИ ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

П. Ю. Бранцевич, В. Э. Базаревский

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Беларусь

E-mail: branc@bsuir.edu.by

Рассмотрены вопросы применения результатов работы научно-исследовательской лаборатории вибродиагностических систем при обучении студентов специальности «Программное обеспечение информационных технологий» предмету «цифровая обработка сигналов». Отмечена практическая направленность данного предмета и его важность при решении прикладных технических задач. Предлагается реализация интернет-ресурса для обработки сигнальных данных.

Ключевые слова: вибродиагностические системы, методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов.

При решении многих технических задач, связанных с обработкой реальных данных, активно применяются современные компьютерные средства и технологии, реализующие различные методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов. Поэтому при подготовке специалистов в области компьютерной техники и программирования, одной из сфер профессиональной деятельности которых является разработка и эксплуатация подобных устройств и систем, требуется существенное внимание уделять данной предметной области. Учебные программы предметов, связанных с вопросами цифровой обработки сигналов (ЦОС), включают такие разделы, как спектральный анализ, цифровая фильтрация, численное интегрирование, сглаживание данных, вейвлет-анализ, которые базируются на соответствующих разделах математики. Однако формальное изложение данного материала в ходе учебного процесса вызывает у студентов непонимание его практической применимости. Поэтому для лучшего усвоения вопросов цифровой обработки сигналов и данных весьма полезно теоретические сведения сопровождать примерами их использования при решении конкретных прикладных задач.

Практически все основные методы и алгоритмы ЦОС используются при решении задач вибрационного контроля, мониторинга и диагностики. При этом приходится обеспечивать достижение высокой точности определения параметров вибросигналов при наличии различных возмущающих факторов и помех, а также реализовывать специальные методы выделения информативно-значимых признаков.

В результате выполнения работ научно-исследовательской лабораторией вибродиагностических систем БГУИР получен большой объем экспериментальных данных, разработаны алгоритмы и программные средства, позволяющие осуществить наглядную демонстрацию применения алгоритмов ЦОС.

Вибрационные сигналы, полученные при исследовании работы механизмов и агрегатов с вращательным движением (рис. 1), представляют собой композицию периодической и шумоподобной составляющих (рис. 2) [1].

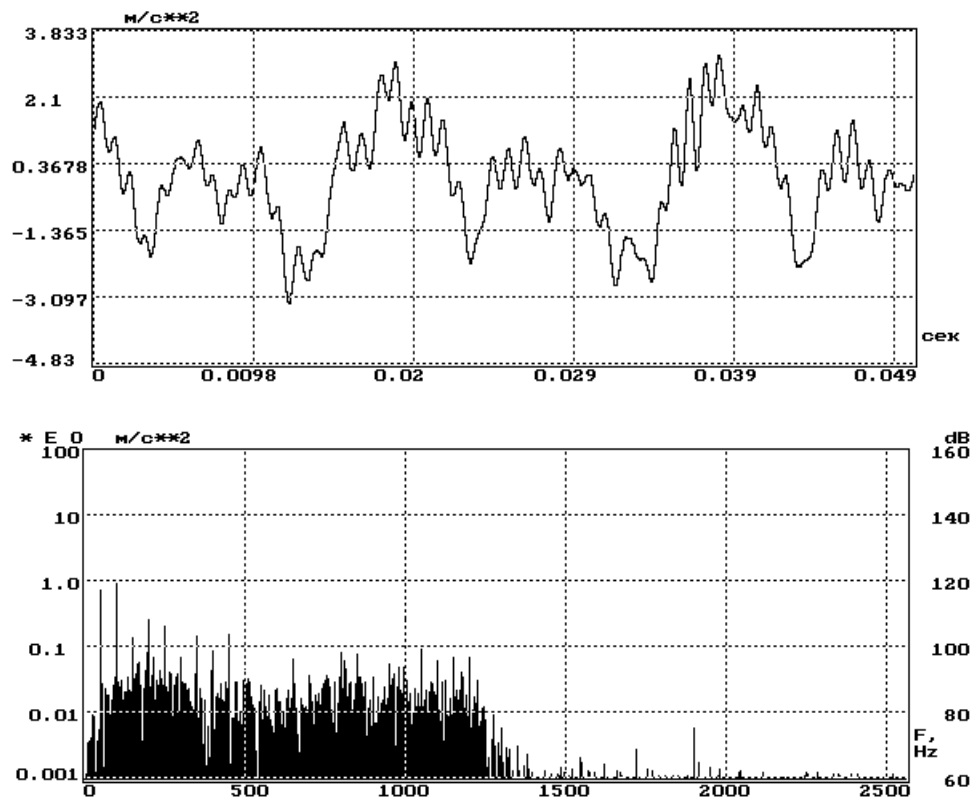


Рис. 1. Временная реализация и амплитудный спектр вибрационного сигнала

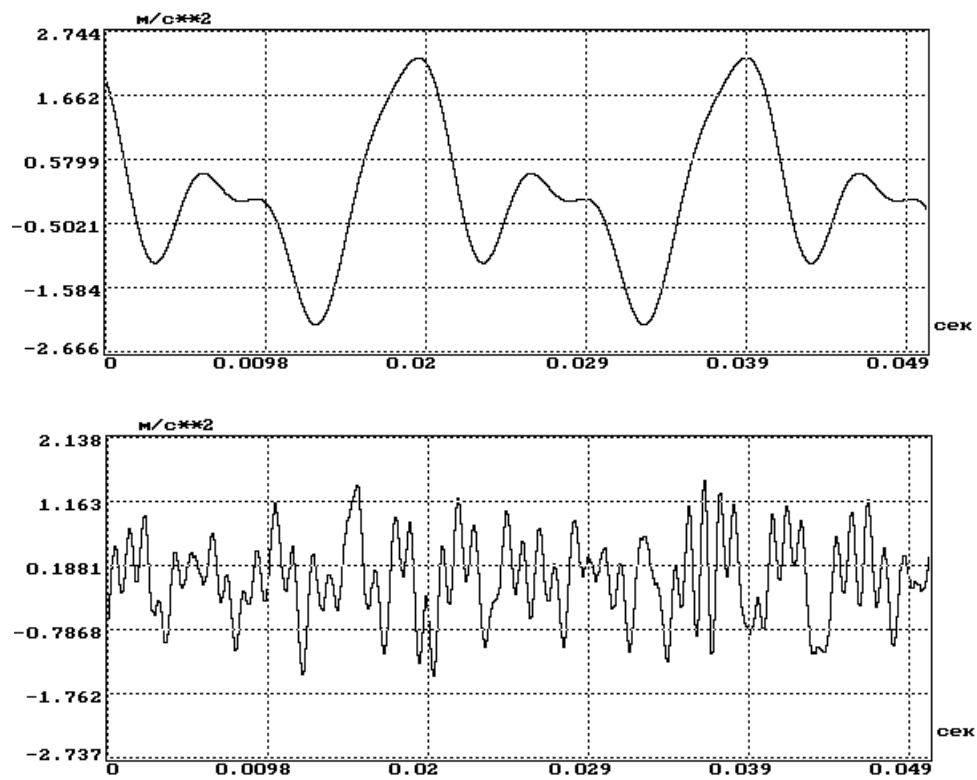


Рис. 2. Периодическая и шумоподобная составляющие вибрационного сигнала

Вычисление амплитудного спектра сигнала осуществляется с помощью алгоритмов дискретного и быстрого преобразования Фурье. Для отображения исходных временных реализаций сигналов и их спектров в ходе лабораторных работ студентами разрабатываются программы, реализующие данные функции. При этом существенное влияние уделяется вопросам представления шкал. Для отображения амплитудного спектра используется как линейная, так и логарифмическая шкала. Логарифмическая шкала позволяет детально рассмотреть малые (тысячные и сотые) и большие (десятки и сотни) значения отображаемых данных.

Исходные вибрационные сигналы обычно представлены в единицах ускорения. Переход к единицам виброскорости и виброперемещения, в которых обычно осуществляется нормирование допустимых уровней вибрации, производится с помощью интегрирования. Интегрирование выполняется во временной или в частотной областях. Вычисление параметров вибрации механизмов осуществляется в определенных частотных полосах (например 10 – 1000 Гц). Для выделения сигналов в этих полосах применяется цифровая фильтрация, реализуемая различными способами [2].

На вычисление амплитудного спектра сигнала сильное искажающее воздействие, проявляющееся в замазывании низкочастотной области, оказывают его медленные дрейфы (рис. 3), которые могут возникать при быстром изменении температуры контролируемого объекта, температуры первичного датчика или изменении питающих напряжений согласующих усилителей. Предложен способ удаления медленного дрейфа из сигнала в режиме реального времени, что позволяет демаскировать низкочастотную область (рис. 4)[3].

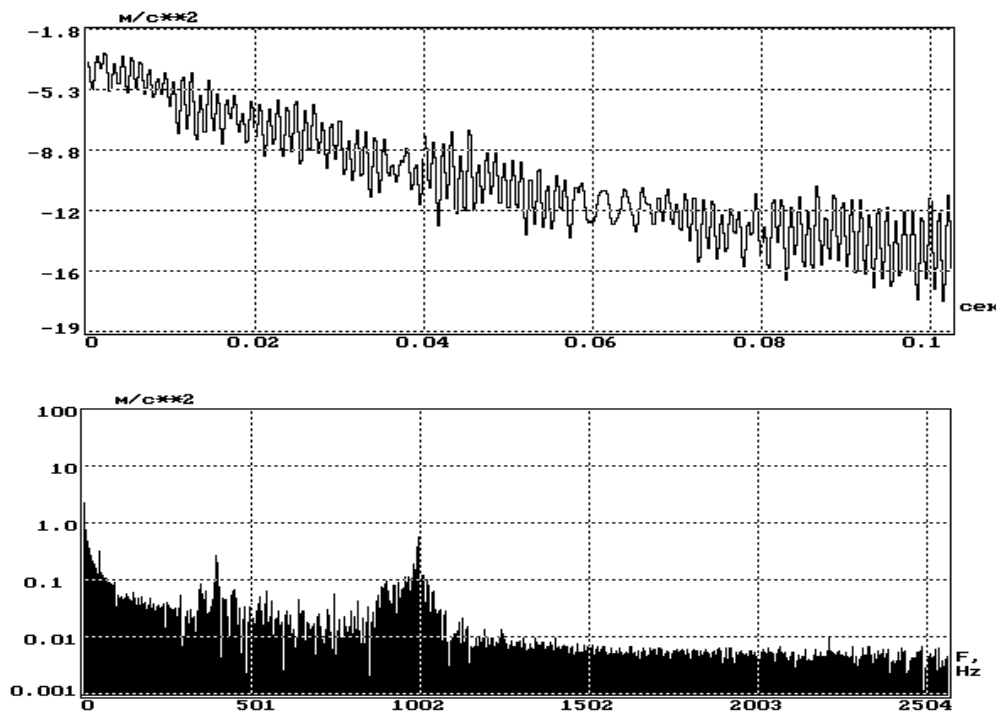


Рис. 3. Форма и амплитудный спектр вибросигнала при наличии дрейфа

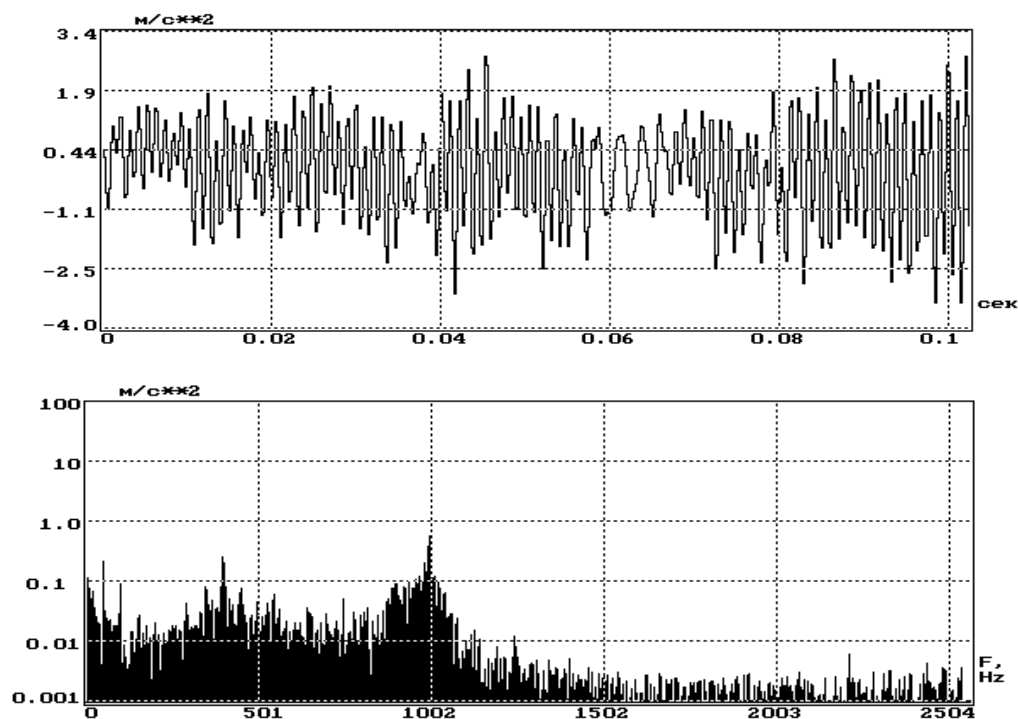


Рис. 4. Форма и амплитудный спектр вибросигнала после удаления низкочастотного дрейфа

При обработке реальных данных на точность определения параметров сигнала существенное значение оказывает выбор длительности временного интервала анализа. Бывает весьма проблематично устанавливать его кратным периоду исследуемых периодических составляющих. Однако для выраженных спектральных составляющих, кратных частоте вращения подвижных элементов механизмов, можно применить способ определения их частот и амплитуд, основанный на анализе соседних частотных составляющих, полученных при равномерном спектральном анализе [4].

В ходе развития вибрационных процессов могут возникать различные аномальные явления, связанные с зарождением и развитием дефектов технических объектов, или по каким-то другим причинам. Для оценки динамики изменения вибросигнала в той или иной частотной зоне используется вейвлет-анализ, с настройкой центральной частоты вейвлета на определенное значение. Также решаются задачи сглаживания данных [5].

Таким образом, в системах вибрационного контроля, мониторинга, диагностики реализуются самые разнообразные алгоритмы цифровой обработки сигналов и примеры из практики позволяют проиллюстрировать теоретический материал цифровой обработки сигналов и показать его прикладную значимость.

Расширение пропускной способности каналов передачи данных и развитие технологий браузерной визуализации позволяет создавать интерактивные приложения по обработке и отображению сложной графической информации. В качестве задачи, подлежащей решению в рамках подобных приложений, может рассматриваться задача визуализации вибросигналов, а также их спектров, каскадов спектров, вейвлетов, а также других результатов преобразований в рамках браузерного HTML5 приложения. Вопросы создания по-

добных программных средств являются предметом исследования в ходе выполнения научно-исследовательских работ студентами, магистрантами и аспирантами, а также изучаются при выполнении практических и лабораторных работ.

Создание интернет-приложений, ориентированных на проведение исследований различных по структуре цифровых сигналов и выполняющихся как на настольных, так и на мобильных платформах, позволит предоставить новые возможности обучения студентов и проведения научно-технических работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бранцевич, П. Ю.* Применение разложения вибрационных сигналов на периодическую и шумоподобную составляющие при исследовании технического состояния механизмов с вращательным движением / П. Ю. Бранцевич, В. Э. Базаревский, С. Ф. Костюк // *Механика-2011*: сб. науч. тр. V Белорусского конгресса по теорет. и прикладной механике. Минск : Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси, 2011. Т. II. С. 27–31.
2. *Бранцевич, П. Ю.* Применение цифровой обработки сигналов в системах вибрационного контроля / П. Ю. Бранцевич // *Электроника инфо.* 2010. № 1. С. 36–38.
3. *Бранцевич, П. Ю.* Способ удаления низкочастотного дрейфа при обработке экспериментальных данных / П. Ю. Бранцевич // *Актуальные проблемы информатики*: сб. тр. 6 Международной научн. конф. Минск : БГУ, 1998. С. 336–343.
4. *Бранцевич, П. Ю.* ИВК «Лукомль-2001» для вибрационного контроля / П. Ю. Бранцевич // *Энергетика и ТЭК.* 2008. № 12 (69). С. 19–21.
5. *Бранцевич, П. Ю.* Применение усреднения во временной области и вейвлет-анализа для исследования вибрационных сигналов / П. Ю. Бранцевич, В. А. Гузов // *Проблемы вибрации, виброналадки, вибромониторинга и диагностики оборудования электрических станций*: сб. докл. М. : ОАО «ВТИ». 2007. С. 58–66.