



2. Лыкова С.А. Высокоэффективные гибридные энергоустановки на основе топливных элементов // Теплоэнергетика, 2002, № 1. С. 50-55.
3. Тупов. В.Б. Охрана окружающей среды от шума в энергетике. /В.Б.Тупов. –М.: Издательство МЭИ, 1999.-192с.
4. Андрианов.В. Современное состояние, проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса России// Сайт <http://viperson.ru/articles> , дата запроса: 5.03.18

В.Ю. Коньшева, Н.А. Максимов, А.В. Шаронов

ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОГРАНИЧЕННЫМ ЧИСЛОМ ТОЧЕК ДОСТУПА

(Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет))

В работе рассматривается один из возможных подходов к решению задачи контроля и диагностики линейных динамических систем. Процесс функционирования динамических систем неотделим от процессов старения элементов и выхода их из строя. Поэтому необходимо оперативно выявлять эти моменты сбоя. Анализ доступных публикаций по теме работы показал, что постановка задачи диагностики предполагает знание текущих значений вектора состояния динамических систем. Однако, измерение всех координат вектора состояния не всегда является возможным. Во-первых, такая ситуация может возникнуть из-за отсутствия “точек доступа”. Во-вторых, если результаты измерения некоторых координат вектора состояния содержат “недопустимые” ошибки, не позволяющие их использовать для решения задач контроля и диагностики объектов.

Предложенный подход предполагает наличие дефицита точек контроля, но требует выполнения условий наблюдаемости Р. Калмана, позволяющего восстанавливать все координаты вектора состояния. В этой связи поставленная задача объединяет три задачи: задачу оценки координат вектора состояния, задачу определения изменившихся параметров объекта и задачу определения моментов возникновения этих изменений (моментов “разладки”). Решение первой задачи традиционно связано с построением фильтра Р. Калмана. Для решения второй задачи предлагается использовать уравнения параметрической чувствительности, а для локализации моментов времени наступления таких “разладок” использовать разложение функций параметрической чувствительности в ряды Фурье по ортонормированному вейвлет-базису. Основная особенность такого разложения связывается со свойствами вейвлетов, позволяющих фиксировать не только факт изменения свойств систем (изменение значений параметров системы), но и локализовать моменты их возникновения.

В работе основное внимание уделяется решению задачи локализации моментов времени изменения значений параметров математических моделей.



Предложенный подход к решению задачи диагностики наблюдаемых линейных динамических систем был апробирован при математическом моделировании решения поставленной задачи диагностики простейших линейных динамических систем, сформированных из наборов стандартных соединений функциональных элементов (последовательные соединения функциональных элементов и соединения по принципу обратной связи).

Результаты математического моделирования подтвердили возможность использования предлагаемого подхода для решения задач контроля и диагностики наблюдаемых линейных динамических систем в условиях ограниченного числа точек доступа.

Литература

1. Астафьева, Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения / Н.М. Астафьева // Успехи физических наук. – 1996. – Том 166, № 11. – С. 1145-1170.
2. Безмен, Г.В. Функциональное диагностирование линейных динамических систем с использованием нечеткого анализа / Г.В. Безмен, Н. В. Колесов // Информационно-управляющие системы. – 2009. – № 5. – С. 67-73.
3. Блаттер, К. Вейвлет-анализ. Основы теории [Текст] / К. Блаттер. – М.: Техносфера, 2004. – 273 с.
4. Бобышев, В.В. Диагностирование цифровых систем методами теории чувствительности / В.В. Бобышев, Чье Ен Ун, С.В. Шалобанов // Техническая диагностика. – 2001. – № 2. – С. 78-82.
5. Бушуева, М.Е. Диагностика сложных технических систем / М.Е. Бушуева, В.В. Беляков // Труды 1-го совещания по проекту НАТО SfP-973799 Semiconductors. – Нижний Новгород, 2001. – С.63-98.
6. Вадутов, О.С. Математические основы обработки сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.С. Вадутов – Томск: Томский политехнический университет, 2014. – 102 с. – Режим доступа: http://edulib.pgta.ru/els/551568_abe4a_vadutov_o_s_matematicheskie_osnovy_obrabotki_signalov.pdf (19.03.2018)
7. Варнавский, А.Н. Макетирование манипулятора с биоэлектрическим управлением / А.Н. Варнавский // Автоматизация в промышленности. – 2016. – № 10. – С. 61-64.
8. Вейвлет-анализ изображений промышленных деталей [Электронный ресурс] / В.З. Рахманкулов и др. // Труды ИСА РАН. – 2007. – Том 29. – С. 289-301. – Режим доступа: <http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2007-29/289-301.pdf> (19.03.2018)
9. Воронин, В.В. Диагностирование непрерывных динамических систем с использованием параметрических функций чувствительности / В.В. Воронин, С.В. Шалобанов, С.С. Шалобанов // Научный вестник НГТУ. – 2016. – Том 63, № 2. – С. 24-34.
10. Воскобойников, Ю.Е. Фильтрации сигналов и изображений: Фурье и Вейвлет алгоритмы (с примерами в Mathcad) [Текст] / Ю.Е. Воскобойников, А.В. Гочаков, А.Б. Колкер. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. – 188 с.



11. Гурский, Д.А. Вычисления в Mathcad 12 [Текст] / Д.А. Гурский, Е.С. Турбин. – СПб.: Питер, 2006. – 544 с.
12. Дьяконов, В.П. Вейвлеты. От теории к практике [Текст] / В. П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2010. – 400 с.
13. Закиров, Р.Г. Прогнозирование технического состояния бортового радиоэлектронного оборудования [Электронный ресурс] / Р.Г. Закиров // Труды МАИ. – 2016. – № 85. – Режим доступа: http://mai.ru/upload/iblock/682/zakirov_rus.pdf (19.03.2018)
14. Захарова, Т. В. Вейвлет-анализ и его приложения [Текст] / Т. В. Захарова, О. В. Шестаков. – М.: Инфра-М, 2012. – 157 с.
15. Мироновский, Л.А. Функциональное диагностирование динамических систем [Текст] / Л.А. Мироновский. – СПб.: МГУ – ГРИФ, 1998. – 256 с.
16. Нестационарные системы автоматического управления. Анализ, синтез, оптимизация [Текст] / под ред.: К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 631 с.
17. Основы технической диагностики. В 2-х книгах. Кн. I. Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза [Текст] / под ред.: П.П. Пархоменко. – М.: Энергия, 1976. – 464 с.
18. Розенвассер, Е.Н. Чувствительность систем управления [Текст] / Е. Н. Розенвассер, Р.М. Юсупов. – М: Наука, 1981. – 464 с.
19. Шаронов, А.В. Методы и алгоритмы обработки результатов экспериментальных исследований [Текст] / А.В. Шаронов. – М.: Изд-во МАИ, 2004. – 243 с.
20. Яковлев, А.Н. Введение в вейвлет-преобразования [Текст] : учебное пособие / А.Н. Яковлев. – Новосибирск: НГТУ, 2003. – 104 с.; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/328/29328/files/nstu68.pdf> (19.03.2018)

В.Р. Крашенинников, А.Ю. Субботин

ДВАЖДЫ СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ВИДЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЦИЛИНДРЕ

(Ульяновский государственный технический университет)

Процессы, происходящие в технических, экономических, медицинских, социальных и других объектах часто имеют квазипериодический характер. Для эффективного решения задач, связанных с обработкой таких процессов, необходима их математическая постановка, включающая в себя математическое описание, то есть модель процесса. При этом процесс обычно представляется в виде системы случайных величин, то есть случайного процесса, в рассматриваемом случае – квазипериодического.

Имеется ряд подходов к описанию квазипериодичности: наложение на основную гармонику шума или более высоких частот, периодическая нестаци-