

– 472 с.

2. Моделирование отказоустойчивости в САПР сложных технических систем [текст] / *А.Л. Становский, В.М. Тонконогий, О.С. Савельева* и др. // Современные технологии в машиностроении. Сборник научных статей. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – С. 445 – 450.

3. ГОСТ 27103-83. Надежность в технике. Критерии отказов и предельных состояний. Основные положения [текст].

4. *Бобров В.И.* Надежность технических систем [текст]. – Москва: МГУП, 2004. – 236 с.

5. *Становский А.Л.* Квалификация оборудования АЭС на работоспособность [текст] / *А.Л. Становский, О.С. Савельева, Т.В. Бибик* // Материалы XV семинара «Моделирование в прикладных научных исследованиях». – Одесса: ОНПУ, 9 – 10 января 2008. – С. 54.

Поступила 1.09.2010р.

УДК 51-74

А. Л. Ковбаса, аспирант

Институт геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины

ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Abstract. In this paper a special approach monitoring data of hydraulic structures. These benefits approach, as well as shortcomings of the classical method of data processing for monitoring hydraulic structures. Displaying results of model experiments.

1. Введение. Гидротехническое сооружение (ГТС) — искусственная структура (постройка) промышленного, гражданского, военного или др. назначения, установленная (построенная) на искусственном или естественном водном объекте, либо в непосредственной близости от него, либо сама по себе являющаяся искусственным водным объектом. К гидротехническим сооружениям относятся плотины, дамбы, гидроэлектростанции, водохранилища и др.

В Украине эксплуатируются 7 крупных ГЭС и ГАЭС, 49 малых ГЭС суммарной мощностью около 93 МВт, предполагается дальнейшее строительство ГЭС и ГАЭС, больше 100 малых и мини-ГЭС требуют восстановления и реконструкции.

Социально-экономическое развитие общества, требующие в частности увеличение производства электроэнергии, объемов использования водных ресурсов, захоронение жидких отходов, обуславливает строительство соответствующих гидротехнических объектов.

Вследствие таких факторов, как несовершенство конструкции, различного рода деформации, старения, нередко случаи повреждений и разрушений плотин и дамб.

Поэтому необходим постоянный мониторинг объектов ГТС, при котором будет оперативно и с высокой степенью точности обнаружены дефекты или образующиеся разуплотнения (в дальнейшем аномалии) в конструкции ГТС, которые с течением времени могут привести к чрезвычайным ситуациям.

Для мониторинга используют методы неразрушающего контроля - это измерение физических параметров различных сред без вмешательства в среду их передачи. Неразрушающий контроль позволяет проводить измерения без предварительной подготовки среды и средств её передачи. Для этого используются приборы неразрушающего контроля, которые производят все необходимые измерения. К таким методам относят:

1. Акустический метод
2. Магнитный метод
3. Капиллярный метод
4. Вихретоковый метод
5. Метод резонансно-акустического профилирования

Наиболее распространенным является акустический метод. К акустическим методам неразрушающего контроля относят обширную область испытания материалов и изделий, основанную на применении упругих колебаний и волн, точнее, на регистрации параметров упругих волн, возбуждаемых или возникающих в объекте неразрушающего контроля.

Применение акустического метода к мониторингу ГТС основано на снятии акустического сигнала вдоль ГТС и последующей его обработкой.

Классически для обработки данных мониторинга ГТС акустическими методами применяют Фурье анализ, который может указать на присутствие аномалии в толще ГТС и качественно оценить её влияние. Но очень важным является указать место, где аномалия локализована, что Фурье анализ показать не может.

Поэтому необходимо иметь метод для обнаружения и локализации аномалий. В качестве такого метода отлично подойдёт непрерывное вейвлет преобразование, которое содержит в себе все преимущества Фурье анализа, а также позволит указать места локализации аномалий.

«Вейвлет преобразование сигналов является обобщением спектрального анализа, типичный представитель которого — классическое преобразование Фурье. Термин "вейвлет" (wavelet) в переводе с английского означает "маленькая (короткая) волна". Вейвлеты — это обобщенное название семейств математических функций определенной формы, которые локальны во времени и по частоте, и в которых все функции получаются из одной базовой (порождающей) посредством ее сдвигов и растяжений по оси времени. Вейвлет преобразования рассматривают анализируемые временные функции в терминах колебаний, локализованных по времени и частоте.

Вейвлет–преобразования в настоящее время принимаются на вооружение для огромного числа разнообразных применений, нередко заменяя обычное преобразование Фурье. Это наблюдается во многих областях, включая молекулярную динамику, квантовую механику, астрофизику, геофизику, оптику, компьютерную графику и обработку изображений, анализ ДНК, исследования белков, исследования климата, общую обработку сигналов и распознавание речи».

2. Постановка задачи. Для исследования возможностей вейвлет анализа данных мониторинга ГТС возникла потребность провести ряд модельных экспериментов.

Смоделируем акустический сигнал и будем считать, что это сигнал, снятый вдоль ГТС. Так как количество гармоник в сигнале ГТС огромное количество, то моделируемый сигнал – шум с равномерной плотностью спектра $F(x)$. Аномалии $\varphi_i(x)$ вносит в сигнал гармоники разной частоты. Результирующий сигнал будет равен:

$$S(x) = F(x) + \sum \varphi_i(x)$$

Обработка производится в Wavelet Toolbox в системе MathLab. Пакет WaveletToolbox предоставляет пользователю полный набор программ для исследования многомерных нестационарных явлений с помощью вейвлетов (коротких волновых пакетов). Пакет может быть полезен для таких приложений, как обработка речи и аудиосигналов, телекоммуникации, геофизика, финансы и медицина. Основные свойства пакета:

1. Усовершенствованный графический пользовательский интерфейс и набор команд для анализа, синтеза, фильтрации сигналов и изображений;
2. Преобразование многомерных непрерывных сигналов;
3. Дискретное преобразование сигналов;
4. Декомпозиция и анализ сигналов и изображений;
5. Широкий выбор базисных функций, включая коррекцию граничных эффектов;
6. Пакетная обработка сигналов и изображений;
7. Анализ пакетов сигналов, основанный на энтропии;
8. Фильтрация с возможностью установления жестких и нежестких порогов;
9. Оптимальное сжатие сигналов.

Пользуясь пакетом, можно анализировать такие особенности, которые упускают другие методы анализа сигналов, т. е. тренды, выбросы, разрывы в производных высоких порядков. Пакет позволяет сжимать и фильтровать сигналы без явных потерь даже в тех случаях, когда нужно сохранить и высоко- и низкочастотные компоненты сигнала. Имеются алгоритмы сжатия и фильтрации и для пакетной обработки сигналов. Программы сжатия выделяют минимальное число коэффициентов, представляющих исходную информацию наиболее точно, что очень важно для последующих стадий

работы системы сжатия. В пакет включены следующие базисные наборы вейвлетов: биортогональный, Хаара, «Мексиканская шляпа», Майера и др. Также можно добавить в пакет свои собственные базисы.

3. Результаты модельных экспериментов.

Эксперимент №1

На рисунке 1 представлен моделируемый сигнал.

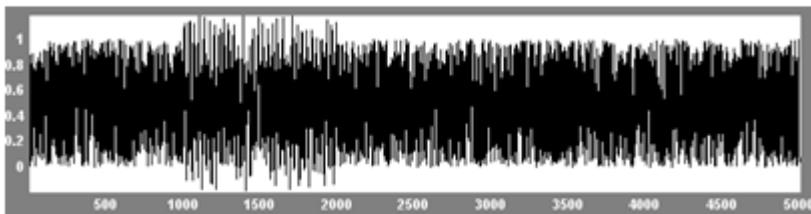


Рис. 1. Моделируемый сигнал.

По оси ординат, отложена приведённая амплитуда сигнала. По оси абсцисс величина, пропорциональная длине по ГТС.

На рисунке 2 представлено Фурье анализ моделируемого сигнала. Анализ проводился в Signal Processing Toolbox системы MathLab.

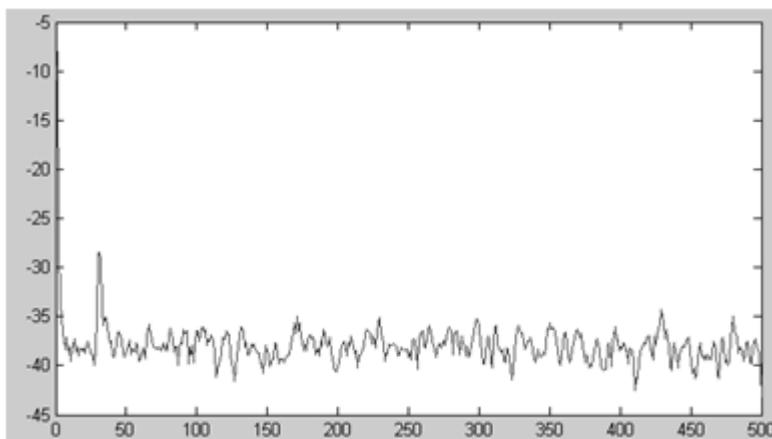


Рис. 2. Фурье анализ моделируемого сигнала.

По оси абсцисс отложена частота моделируемого сигнала, а по оси ординат мощность частоты в Децибелах. Видно, что присутствует аномалия, но где она локализована, невозможно определить.



Рис. 3. Вейвлет анализ моделируемого сигнала.

На рисунке 3 представлено результаты вейвлет анализа моделируемого сигнала. Анализ проводился в Wavelet Toolbox системы MathLab.

По оси абсцисс отложена величина пропорциональная длине ГТС. По оси ординат – частота сигнала. Цветом обозначено мощность частоты: чем цвет ближе к черным тонам, тем мощность меньше, и чем ближе к белым - тем больше.

Видно, что на расстоянии 1000-2000, присутствует аномалия.

Эксперимент №2

На рисунке 1 представлен моделируемый сигнал.

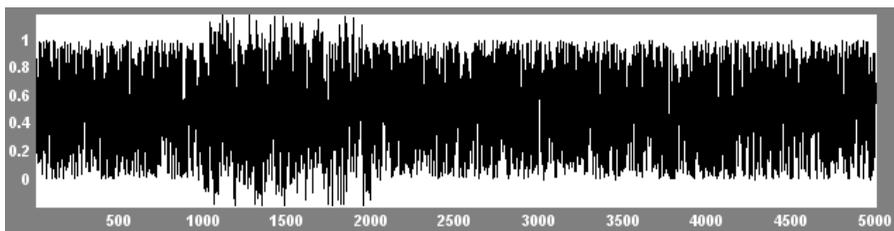


Рис. 1. Моделируемый сигнал.

На рисунке 2 представлено Фурье анализ моделируемого сигнала.

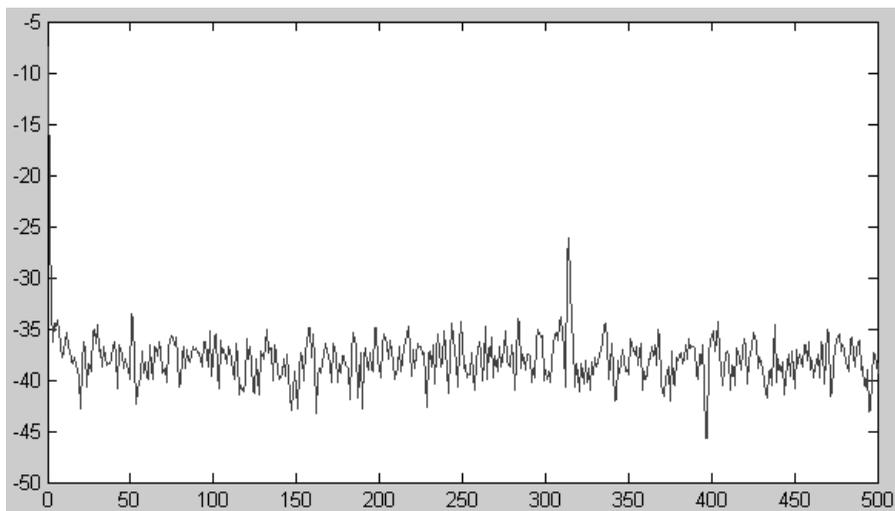


Рис. 2. Фурье анализ моделируемого сигнала.

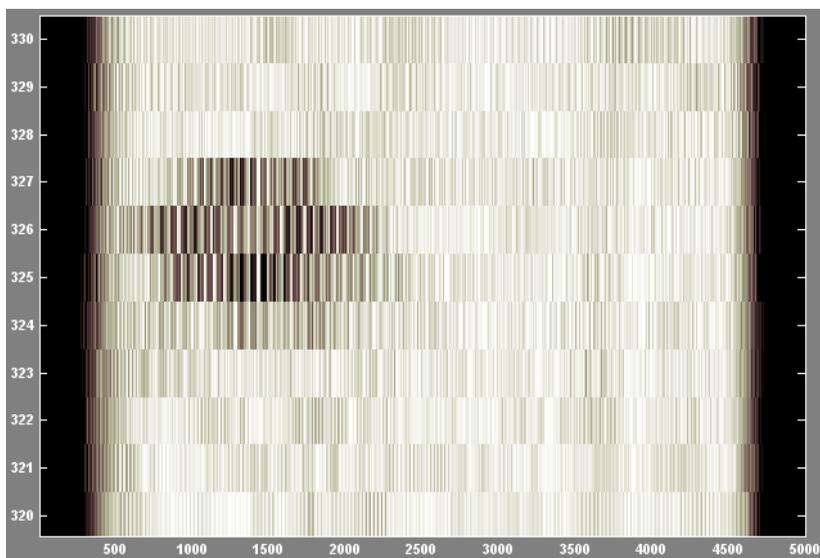


Рис. 3. Вейвлет анализ моделируемого сигнала.

На рисунке 3 представлено результаты вейвлет анализа моделируемого сигнала. Видно, что на расстоянии 800-2200, присутствует аномалия.

Эксперимент №3

На рисунке 1 представлен моделируемый сигнал.

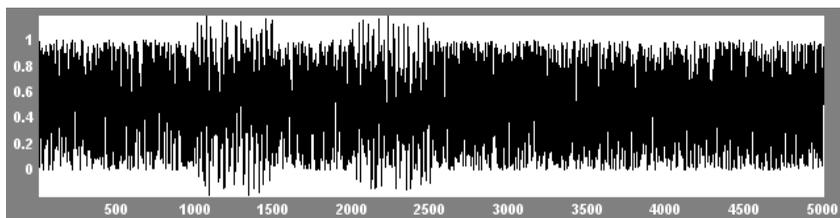


Рис. 1. Моделируемый сигнал.

На рисунке 2 представлено Фурье анализ моделируемого сигнала.

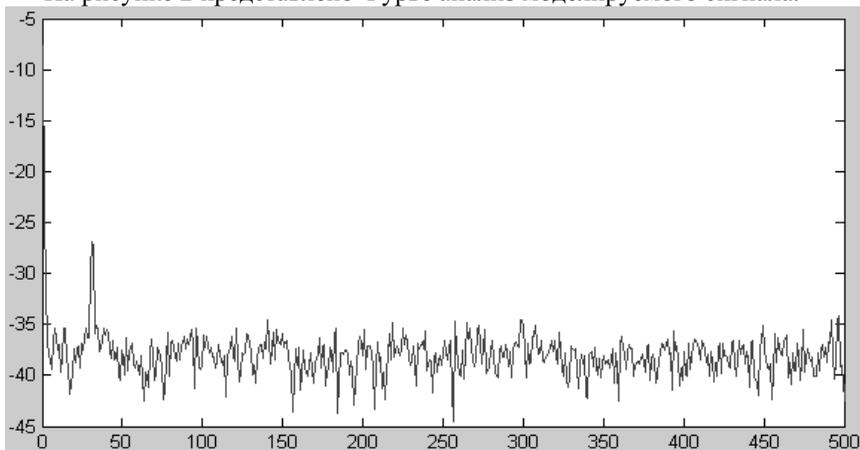


Рис. 2. Фурье анализ моделируемого сигнала



Рис. 3. Вейвлет анализ моделируемого сигнала

На рисунке 3 представлено результаты вейвлет анализа моделируемого сигнала. Видно, что на расстоянии 1000-1500 и 2000-2500, присутствуют аномалии.

4. Выводы. Предложенный метод – вейвлет анализ данных мониторинга ГТС, позволяет определить наличие локализованных аномалий и указывает на их пространственное расположение. Классический подход в анализе сигналов, а именно Фурье анализ, не позволяет определить местоположение аномалии.

В результате проведенных модельных экспериментов получены данные, которые показывают следующие преимущества вейвлет анализа:

1. Обнаружение аномалий ГТС
2. Нахождение мест локализации аномалий.
3. Позволяет выявить аномалии различного типа (трещины, разломы, каверны, полости, разуплотнения).

Поступила 20.09.2010р.

УДК 681.324

Ю.Л. Забулонов, Ю. М. Коростиль, В.М. Буртняк
Институт геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА НЕРАСПРОСТРАНЕНИЕМ РАДИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

The article analyzes the ways to assess the quality of automated control and monitoring of non-proliferation of radioactive materials in the light of the fact that for the designers assessment of this quality is already important at the stage of designing a system in order to forecast the demand for the product as well as the expected costs of its development and maintenance.

В результате производственной деятельности предприятий образуются радиоактивные отходы, которые загрязняют окружающую среду и создают радиационную нагрузку на персонал. С каждым годом объем радиоактивных отходов увеличивается и их необходимо где-то складировать и хранить. Поэтому системы автоматизированного контроля и слежения (САКС) за радиоактивными материалами (РМ) все чаще создаются не в результате модных веяний или необходимости освоить бюджеты, а в надежде на их успешную и длительную эксплуатацию [1].

Стабильное и качественное наблюдение за опасным объектом с РМ является определяющим условием безопасности населения и окружающей