

11. Глумов Н. И. Алгоритм встраивания полухрупких цифровых водяных знаков для задач аутентификации изображений и скрытой передачи информации / Н. И. Глумов, В. А. Митекин // Компьютерная оптика. — 2011. — Т. 35. — № 2. — С. 262–264.

12. Бухарметов М. Р. Использование нейронных сетей для безопасного электронного документооборота на транспорте / М. Р. Бухарметов // Сб. работ междунар. науч.-практ. конф. «Информационные управляющие системы и технологии». — Одесса, 2014. — С. 167–169.

13. Бухарметов М. Р. Методы обеспечения защищенного документооборота в транспортной сфере / М. Р. Бухарметов // Сб. «Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2013)». — СПб., 2013. — С. 87–88.

УДК 004.042, 004.942, 681.3.07

Б. Н. Попов,
канд. техн. наук, доц.;

Е. С. Федорина,
асп.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ К ИНФОРМАЦИОННЫМ ПОТОКАМ ОБЪЕКТОВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

USING OF METHODS FOR ANALYSIS AND PROCESSING DATA TO AN INFORMATION FLOWS FOR OBJECTS OF WATER TRANSPORT

Статья посвящена вопросам анализа и обработки потоков данных в информационных системах объектов водного транспорта. Рассмотрено понятие информационного потока для сложных данных воднотранспортной отрасли. В качестве методов анализа и обработки информационного потока выбраны нелинейное вейвлет-преобразование (НВП) и дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Приведены формулы для НВП и ДПФ, описана главная идея НВП для сигналов, представляющих информационный поток. Смоделированы различные виды сигналов, представляющие необработанные информационные потоки. Для этих сигналов проведено НВП в пакете Wavelet Toolbox системы MATLAB. Результаты НВП приведены в графическом виде. Применено ДПФ к зашумленному сигналу, представлен график спектральной плотности этого сигнала. Приведены выводы по проделанной работе.

The article is developed to questions of analysis and processing of data flows in information systems for objects water transport. The concept of information flow is considered for complex data of a water-transport branch. Continuous Wavelet conversion and discrete Fourier conversion are chosen as methods of analysis and processing of information flows. Continuous Wavelet conversion and discrete Fourier conversion are given and the main idea of Wavelet conversion is described for signals representing information flows. Different view of signals representing untreated information flows. Continuous Wavelet conversion is conducted for these signals in Wavelet Toolbox package of MATLAB system. Results of Wavelet conversion are given in the graphic view. Discrete Fourier conversion is applied to the noisy signal; the graph of the spectral density is represented of the signal. The conclusions are given by made the work.

Ключевые слова: информационный поток, непрерывное вейвлет-преобразование, дискретное преобразование Фурье, скейлограмма, пакет Wavelet Toolbox системы MATLAB.

Key words: information flow, continuous Wavelet conversion, discrete Fourier conversion, skeylogramma, Wavelet Toolbox package of MATLAB system

ляют собой различные объекты — как подвижные, так и с фиксированным положением [4]. Также для ОВТ стали применяться Web-сервисы информационных систем, и теперь пользователь такого сервиса может просматривать, редактировать и анализировать данные об объектах водного транспорта с помощью Web-браузеров [5]. Также для ОВТ применяются геоинформационные системы (ГИС), в частности Web-ГИС [6], [7].

Данные в ИС для ОВТ представляют собой сложные объекты, имеющие смешанную структуру. Например, «семантические» (атрибутивные) данные об ОВТ могут быть описаны реляционной моделью, а для организации пространственных данных об ОВТ эта модель не подходит. Таким образом, в ИС для объектов водного транспорта используют сложные модели организации данных, в частности геореляционную модель [8]. При работе со «сложной» информацией, циркулирующей по ИС, на объектах водного транспорта целесообразно подразделять все данные на информационные потоки [4], [6], [9] – [11]. Классическое определение информационного потока (ИП) дано в [9] – [11]. Д-р техн. наук, проф. Д. В. Ландэ дает определение ИП как процессу, реализуемому неубывающей ступенчатой и всегда целочисленной функцией правого конца рассматриваемого временного отрезка. Это определение было дано применительно к Web-пространству (для ранжирования ссылок, поиска ключевых слов и частоты их упоминания в сети Интернет). В связи со сложностью данных (звуковые и текстовые данные с шумом, размытые видеоданные местности и др.), передаваемых в ИС воднотранспортной отрасли ИП будем считать функциональную зависимость между количеством появившихся данных и определенными моментами времени.

Анализ и прогнозирование «поведения» сложных данных воднотранспортной отрасли являются актуальными проблемами на сегодняшний день. Существует большое количество методов анализа данных. Мы рассмотрим методы НВП и ДПФ. Применение этих методов актуально для выявления особенностей (цикличности, скачков, разрывов) данных в общем потоке.

Проведем анализ ИП с помощью НВП. НВП представляет собой особый тип линейного преобразования, базисные функции которого имеют специфические свойства. Базисные функции вейвлет-преобразования называются вейвлетами, а также «малыми волнами». Вейвлет представляет собой некоторую функцию, сосредоточенную в небольшой окрестности некоторой точки и резко убывающую к нулю по мере удаления от этой точки, как во временной, так и в частотной области [10]. Вейвлеты представлены в виде коротких волновых пакетов с нулевым интегральным значением. К вейвлетам применимы операции сдвига (перемещения области локализации вейвлета во времени) и масштабирования (растяжения или сжатия). Объясним идею НВП для ИП. Сначала нестационарный временной ряд измерений сигнала, представляющего ИП, разделяют на отдельные промежутки (окна наблюдений). Затем на каждом из окон наблюдений вычисляется скалярное произведение исследуемых данных с разными сдвигами некоторого вейвлета на разных масштабах [10]. В общем случае, НВП для сигнала $S(t)$ строится путем непрерывных масштабных преобразований и переносов выбранного вейвлета $\psi(t)$ с произвольными значениями коэффициента a и параметра b . Формулы прямого и обратного НВП [10], [12]:

$$W_s(a, b) = (S(t), \psi_{ab}(t)) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} S(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt; \quad (1)$$

$$S(t) = \frac{1}{C_\psi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} W_s(a, b) \psi_{ab}(t) \frac{dad b}{a^2}; \quad C_\psi = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(\omega)|^2 |\omega|^{-1} d\omega < \infty, \quad (2)$$

где C_ψ — нормирующий коэффициент; $\psi_{ab}(t)$ — базис, построенный с помощью непрерывных масштабных преобразований и переносов материнского вейвлета $\psi(t)$; (\cdot, \cdot) — скалярное произведение соответствующих сомножителей.

Применим НВП к сигналам, представляющим ИП, циркулирующие в ИС воднотранспортной отрасли. Воспользуемся пакетом Wavelet Toolbox системы MATLAB для построения вейвлет-спектров сигналов с улучшенной визуализацией [12]. Смоделируем несколько сигналов, представляющих необработанные ИП, и проведем для них НВП. На рис. 1 представлена скейлограмма (результат НВП) для сигнала $S(t)$, содержащего ярко выраженные гармонические колебания.

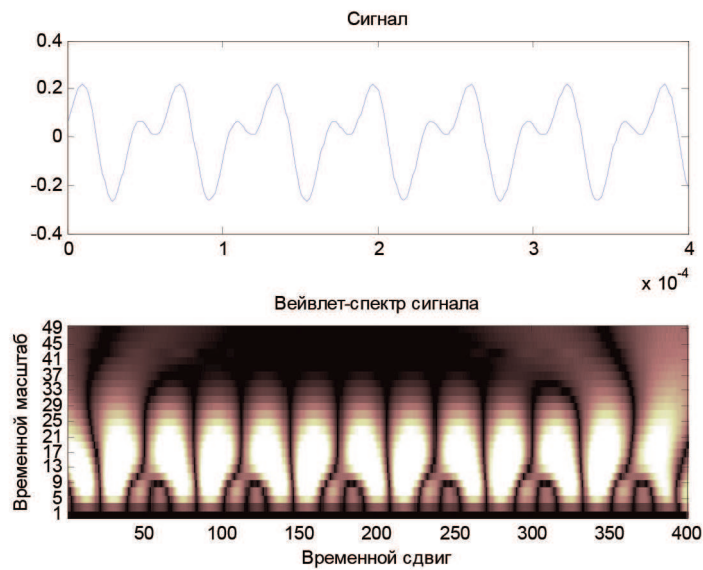


Рис. 1. Информационный поток $S(t)$, представляющий собой сигнал, содержащий ярко выраженные гармонические колебания, и его вейвлет-спектр

При анализе рядов измерений необходимо учитывать локальные особенности (скачкообразные изменения характеристик исходного ряда). На скейлограмме НВП локальные особенности сигнала представлены линиями резкого перепада яркости, исходящие из точки, соответствующей времени возникновения скачка. На рис. 2 представлена скейлограмма НВП необработанного потока $x(t)$, представляющий собой бигармонический сигнал с шумом. Сигнал $x(t)$ — сумма бигармонического сигнала $S(t)$ и белого гауссова шума $n(t)$.

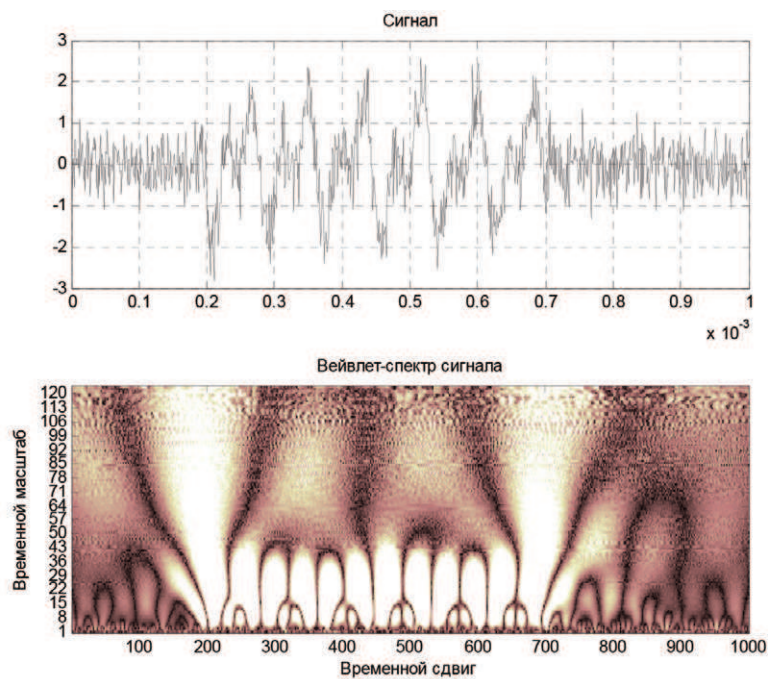


Рис. 2. Сигнал $x(t)$ (сумма бигармонического сигнала $S(t)$ и белого гауссова шума $n(t)$) и его вейвлет-спектр

На рис. 2 в нижней части скейлограммы видна сложная структура вейвлет-спектра шума. В зависимости от изменения параметров, просматривается переход из одной гармонике в другую,

отчетливо фиксируется начало и конец импульса. Темным фоном обозначены переходы сигнала через нуль, светлым — экстремумы [12]. На рис. 3 представлен поток, представляющий собой прямоугольный импульс с шумом.

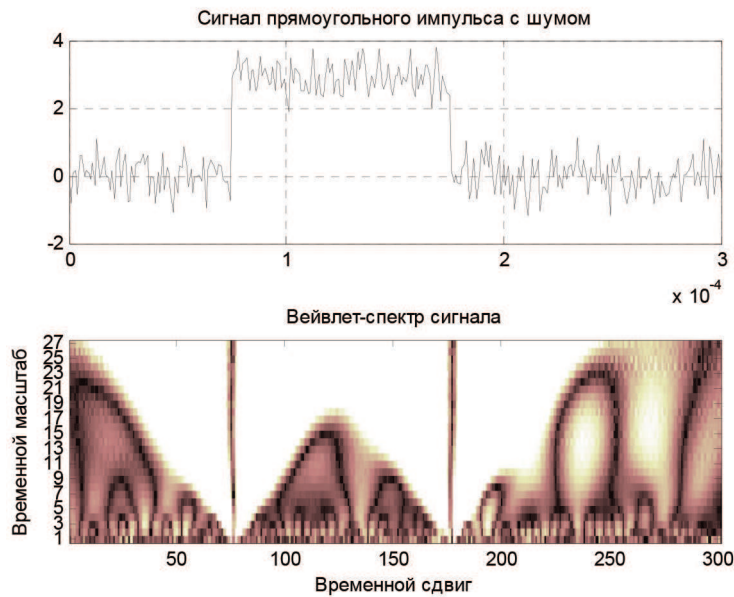


Рис. 3. Сигнал $x(t)$ (прямоугольный импульс с шумом)

В нижней части скейлограммы видна сложная структура спектра шума, в верхней части отчетливо видны наличия разрывов.

Рассмотрим и применим быстрое одномерное ДПФ для необработанных потоков. Прямое ДПФ, переводящее описание сигнала из временной области в частотную [13]:

$$X(k) = \sum_{j=1}^N x(j) e^{\frac{2\pi}{N(j-1)(k-1)}}, \quad (3)$$

где x — одномерный массив с длиной N .

Обратное ДПФ, переводящее сигнал из частотной области во временную [13]:

$$x(k) = \sum_{k=1}^N X(k) e^{\frac{-2\pi}{N(j-1)(k-1)}}. \quad (4)$$

Смоделируем необработанный ИП, представляющий собой двухчастотный сигнал на фоне сильного шума, создаваемого генератором случайных чисел. На рис. 4 представлены графики зашумленного сигнала и его спектральной плотности (показано применение прямого ДПФ).

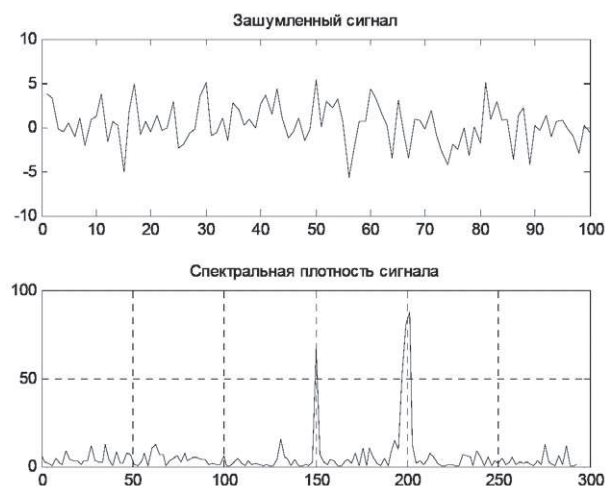


Рис. 4. Зашумленный сигнал и график его спектральной плотности

На рис. 4 (график спектральной плотности сигнала $S(t)$) видны два наиболее выраженных пика: на средней частоте амплитудно-модулированного сигнала и боковой пик. Таким образом, видны частотные составляющие сигнала, выделяющиеся на общем шумовом фоне.

Выводы

1. Предложено подразделять данные, циркулирующие в ИС для ОВТ на отдельные информационные потоки, содержащие в себе различные виды данных и сигналов. Подразделение данных на ИП способствует повышению качества и быстродействия обработки, упрощению анализа и других манипуляций с данными.

2. Адаптированы методы НВП и ДПФ для смоделированных нами ИП, представляющих собой различные сигналы.

3. С помощью вейвлет-анализа можно обнаружить как очевидные аномалии в исследуемом потоке данных, так и критические значения, скрытые за относительно небольшими абсолютными значениями элементом временного ряда измерений ИП.

4. Результаты НВП, представленные на рис. 2 и 3 показывают, что вейвлеты имеют высокую разрешающую способность при выявлении локальной (тонкой) структуры сигналов.

5. Пример, приведенный на рис. 4, показывает, что метод ДПФ применим для обнаружения слабых сигналов на фоне шумов. При этом ДПФ имеет низкое разрешение во времени по сравнению НВП (ГОСТ 54149-2010) [14], [15].

6. Приведенные методы преобразований могут быть применены для работы с потоками данных в ИС на объектах водного транспорта для обработки и прогнозирования резких перепадов ИП, циркулирующих сложных данных, включающих в себя сигналы с шумом, видеоматериалы, звуковые данные и др.

Список литературы

1. Информационные системы. Структура и классификация информационных систем [Электронный ресурс]. — URL: http://www.e-biblio.ru/book/bib/01_informatika/infteh/book/docs/piece016.htm (дата обращения: 23.10.2014).

2. Информационные технологии на водном транспорте [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.myshared.ru/slide/196877/> (дата обращения: 23.10.2014).

3. Распределенные информационные системы [Электронный ресурс]. — URL: http://www.ict.nsc.ru/win/gis/publ/inf_sys.html (дата обращения: 23.10.2014).

4. Попов Б. Н. Математические модели информационных потоков на объектах водного транспорта / Б. Н. Попов, Е. С. Федорина // Материалы V Межвуз. науч.-практ. конференции аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России» 14 мая 2014 г. — СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2014. — С. 306–310.

5. Web-браузеры [Электронный ресурс]. — URL: http://www.csu.ac.ru/~rusear/W_T/Intreduction/web_browser.htm (дата обращения: 23.10.2014).

6. Попов Б. Н. Информационные потоки в Web-сервисах геоинформационных систем / Б. Н. Попов, Е. С. Федорина // Информационные технологии и системы: межвуз. сб. науч. тр. — 2014. — № 3 (14). — С. 187–193.

7. Разработка геоинформационных систем [Электронный ресурс]. — URL: <http://sovzond.ru/services/gis/> (дата обращения: 23.08.2014).

8. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]. — URL: <http://loi.sccc.ru/gis/integro/gis/byte1.htm> (дата обращения: 26.08.2014).

9. Брайчевский С. М. Основы моделирования и оценки электронных информационных потоков / С. М. Брайчевский, А. Н. Григорьев, Д. В. Ландэ, В. Н. Фурашев. — Киев: Инжиниринг, 2006. — 176 с.

10. Додонов А. Г. Живучесть информационных систем / А. Г. Додонов, Д. В. Ландэ. — Киев: Наукова Думка, 2011. — 256 с.

11. Ландэ Д. В. Основы интеграции информационных потоков / Д. В. Ландэ. — Киев: Инжиниринг, 2006. — 240 с.
12. Яковлев А. Н. Введение в вейвлет-преобразования: учеб. пособие / А. Н. Яковлев. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. — 104 с.
13. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель / В. П. Дьяконов. — М.: ДМК Пресс, 2012. — 768 с.
14. ГОСТ 54149-2010. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
15. Мищенко В. Ф. Использование дискретного вейвлет-анализа в среде MatLab для расчета показателя искажения синусоиды напряжения судовой силовой сети питания / В. Ф. Мищенко, И. В. Сафронов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 5 (27). — С. 34–39.

УДК 656.628:621.396: 629.12.018(075.8)

С. Ф. Шахнов,
канд. техн. наук, проф.

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ
РЕЧНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ**

**FUNCTIONAL STABILITY PARAMETERS
OF THE RIVER LOCAL DIFFERENTIAL SUBSYSTEMS
OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM VESSEL TRAFFIC**

Рассматривается методика оценки вариационно-параметрической и вариационно-функциональной устойчивости размеров зон действия контрольно-корректирующих станций речных локальных дифференциальных подсистем автоматизированных систем управления движением судов к вариациям параметров взаимных и промышленных помех. Для количественной оценки функциональной устойчивости используются коэффициенты относительной чувствительности. Получены выражения для коэффициентов относительной чувствительности при вариациях мощности, дальности и структуры взаимной помехи, а также мощности промышленной помехи. Приводится расчет устойчивости размеров зон действия контрольно-корректирующих станций при вариации параметров взаимных и промышленных помех на примере цепочки станций в зоне ответственности Администрации Волжского бассейна. Оценивается влияние вариаций различных параметров помех на функциональную устойчивость параметров контрольно-корректирующих станций.

The methodology of evaluation of variational and parametric and variational functional stability of the sizes of areas of the control and correction stations of the river local differential subsystem of the automated control system vessel traffic to variations of the parameters of mutual and industrial disturbances. For the quantitative evaluation of functional stability coefficients of relative sensitivity. The expressions for the coefficients of relative sensitivity due to variations of the power, range and patterns of mutual disturbances and power industrial disturbances. Given the stability calculation of the sizes of areas of the control and correction stations with variations of the parameters of mutual and industrial disturbances on the sample chain of the control and correction stations in the area of responsibility of the Administration of the Volga basin. Assesses the impact of variations in different parameters of interference on the functional stability of the parameters of the control and correction stations.

Ключевые слова: коэффициенты чувствительности, вероятность ошибки поэлементного приема, коэффициент взаимного различия, энергетика помехи.

Key words: sensitivity coefficient, probability of the error of piece-by-piece method, coefficient of mutual difference, power engineering of interference.