

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ «БИОВИТА»

*О. М. Епанчинцева, Б. П. Невзоров*

## STUDY OF DRINKING WATER "BIOVITA" PROPERTIES

*O. M. Epachintseva, B. P. Nevzorov*

Проведено исследование структуры питьевой воды «Биовита-BioVita» с использованием вейвлет-анализа и с использованием модулей максимумов вейвлет-преобразования. Представлены скелетоны описываемых сигналов, показан относительный вклад различных частот в полную энергию сигнала, приведен количественный анализ степени структурирования с использованием модулей максимумов вейвлет-преобразования.

The research the structure of drinking water "Biovita-BioVita» using wavelet analysis and using method of wavelet-transform module maxima. The research the structure of drinking water "Biovita-BioVita» using wavelet analysis. Represented skeletons described signal, shows the relative contribution of different frequencies to the total energy of the signal, is a quantitative analysis of extent of structuring with use of modules using wavelet transform maxima.

**Ключевые слова:** питьевая вода, вода «Биовита», структура воды, вейвлет-анализ, скелетон, метод модулей максимумов вейвлет-преобразования.

**Keywords:** drinking water, "Biovita", structure of water, wavelet analysis, a skeleton, a method of wavelet-transform module maxima.

Установлено, что многие естественные системы обладают мультифрактальной структурой [6]. Фрактальные объекты обладают самоподобными свойствами и демонстрируют наличие разнообразных сингулярностей (сильной изрезанности формы). Отдельной, важной областью применения фракталов является анализ временных рядов: последовательностей измерения физических величин, упорядоченных по времени. Как правило, информация о поведении сложных систем получается в виде экспериментальных данных. Фрактальные временные ряды возникают, в частности, при измерениях различных естественных процессов: солнечной активности, уровня разливов рек, шумов электронных приборов, геофизической и геомагнитной активности, физиологических характеристик организма человека и т. д. Для мультифрактальных объектов распределение точек множества внутри объекта неоднородно. Причина неоднородности – разные вероятности заполнения геометрически одинаковых элементов фрактала или в общем случае несоответствие вероятностей заполнения геометрическим размерам соответствующих областей. Именно такие неоднородные фрактальные объекты в литературе называются мультифракталами, где вместо детерминированного способа построения в алгоритм их создания включается некоторый элемент случайности (как это бывает, например, во многих процессах диффузионного роста кластеров, электрическом пробое и т. д.). Для полного описания их, в отличие от регулярных фракталов, недостаточно введения всего лишь одной величины, его фрактальной размерности  $D$ , а необходим целый спектр таких размерностей, число которых может быть бесконечным.

Поскольку живое функционирует в воде, то ей долгое время оставляли роль лабильной смазки. В последние десятилетия такое представление начинает меняться. Накапливается все больше фактов о значи-

тельном, если не равноправном, вкладе воды в формирование, стабилизацию и целесообразную изменчивость структуры биомолекул. Это вызывает повышенный интерес к изучению структуры воды. Можно отметить, что современная наука обладает незначительным арсеналом аналитических средств для определения структуры жидких тел, в отличие от твердых тел. Хорошо известны возможности изучения структуры минерала методами электронной микроскопии, что не применимо для изучения структуры воды.

Многочисленные исследования указывают на то, что питьевая вода и ее структура так или иначе будут занимать центральное место как в научных основах медицины и естественных методов лечения, так и в развитии подлинной водной медицины, в которую включены различного вида обработки воды. Для понимания особенностей структуры питьевой воды необходимо иметь более простые и информативные методики, чем рентгеноструктурный анализ.

Исходя из этого, целью данной работы и является исследование структурированности биологически активной питьевой воды «Биовита-BioVita», которую производит Компания «СТЭЛМАС-Д» и рекламируют как структурированную (т. е. воду с идеальной структурой, обладающую уникальными свойствами), с использованием вейвлет-анализа (ВА) и с использованием метода модулей максимумов вейвлет-преобразования (ММВП).

Считается, что структура этой воды является аналогом внутриклеточной воды в теле человека, максимально приближенной по своим свойствам к внутриклеточной и межклеточной жидкости человека. «BioVita» максимально быстро распространяется в организме человека и доходит до всех его жизненно важных структур, постоянно нуждающихся в воде, и сразу включается в работу. Наиболее качественно «BioVita» структурируется с использованием российских

и австрийских технологий. Применяется следующая методика структурирования: первоначально природная артезианская вода подвергается обработке магнитным полем в потоке. Затем она пропускается через установку, внутри которой находится запаянная колба с эталонной информационной водой (взята из альпийских родниковых источников и обработана специальным генератором поля, фиксирующим позитивную информацию на длительный период). Информационная вода передает свою структуру обтекающей ее по особой (с закручиванием потока в воронку) схеме артезианской воде. В результате, не меняя своего химического состава, группы молекул выстраиваются в структуры правильной формы, и вода, приобретая новые физические свойства, становится биологически более активной.

Одним из направлений поиска новых феноменов является анализ обнаружения изменения свойств воды с применением различных вариантов вейвлет-анализа (ВА) [3; 4; 5]. Использование математического аппарата ВА позволило значительно увеличить информативность исследования структурных изменений воды после какой-либо ее обработки [4].

Применение вейвлет-анализа эффективно, в первую очередь, при анализе нестационарных процессов, поскольку одной из его основных особенностей является возможность получать локализованные характеристики и изучать локальные свойства процессов.

Исследование мультифрактальных свойств воды проводилось с использованием метода модулей максимумов вейвлет-преобразования (ММВП), который основан на непрерывном вейвлет-преобразовании [6]. Техника ММВП применяется в исследованиях структуры неоднородных процессов различной природы.

Для исследования динамических характеристик был сформирован канал, который состоял из последовательно соединенных устройств: термпреобразователь сопротивления ТСП 100П и измеритель-регулятор ТРМ1А компании «Овен». На вход измерительного комплекта подавалось положительная функция заданной амплитуды  $X(t) = X_m \cdot 1(t)$ , для чего термометр перемещался из емкости с холодной водопроводной водой (18 °С) в кипящую воду (атмосферное давление не измерялось). В качестве исследуемой среды использовалась водопроводная вода, взятая сразу из-под крана и вода «Биовита».

Алгоритм ММВП предполагает исследование нерегулярного поведения функции  $f(t)$  в два этапа.

На первом этапе осуществляется вейвлет-преобразование по формуле:

$$\begin{aligned}
 W(a, b) &= \\
 &= \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi^* \left( \frac{t-b}{a} \right) dt = \\
 &= \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi_{ab}^*(t) dt,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где  $\psi^*(t)$  – вейвлет-образующая функция, из которой с помощью переносов ( $b$  – параметр сдвига) и масштабных преобразований ( $a$  – параметр масштабирования) строится базис вейвлетов, по которому и раскладывается сигнал  $f(t)$ ,  $W(a, b)$  – коэффициенты (амплитуда) вейвлет-преобразования. В формуле (1) символом \* обозначена процедура комплексного сопряжения [1].

Интегральное преобразование (1) называют непрерывным, если параметры масштаба  $a$  и сдвига  $b$  в ходе обработки сигнала принимают любые действительные значения. Оно избыточно по затратам времени на вычисления, но зато позволяет добиться наибольшей детализации при анализе сигналов, при этом ограничено лишь принципом неопределенности. Можно отметить, что  $W(a_0, b)$  характеризует временную зависимость при фиксированном значении  $a_0$ , тогда как зависимости  $W(a, b_0)$  можно поставить в соответствие частотную зависимость при фиксированном значении  $b_0$  [1].

Выбор анализирующего вейвлета, как правило, определяется тем, какую информацию необходимо извлечь из сигнала. Каждый вейвлет имеет характерные особенности во временной и в частотной области, поэтому иногда с помощью разных вейвлетов можно полнее выявить и подчеркнуть те или иные свойства анализируемого сигнала.

Наиболее важная информация содержится в «скелетоне» или линиях локальных экстремумов поверхности коэффициентов, поиск которых проводится на каждом масштабе  $a$ .

Если провести усреднение вейвлет-коэффициентов по времени, то получим распределение энергии по масштабам, или так называемый глобальный вейвлет-спектр. Оценка глобального спектра энергии называется скейлограммой.

$$E(a) = \int_{-\infty}^{\infty} |W(a, b)|^2 db
 \tag{2}$$

– глобальный спектр энергии.

Исследование динамических сигналов, как показано в [3; 4; 5], позволяет проследить изменения структуры воды.

В качестве базисной функции использовался вейвлет Морле. Этот вейвлет представляет собой плоскую волну, модулированную гауссианом, и дает результаты, наиболее согласованные с терминами Фурье-анализа. В частности, понятие масштаба  $a$  полностью соответствует периоду гармонических компонентов. Большие значения  $a$  соответствуют низким частотам, а малые – высоким.

Масштабно-временной скелет описываемых сигналов представлен на рис. 1.

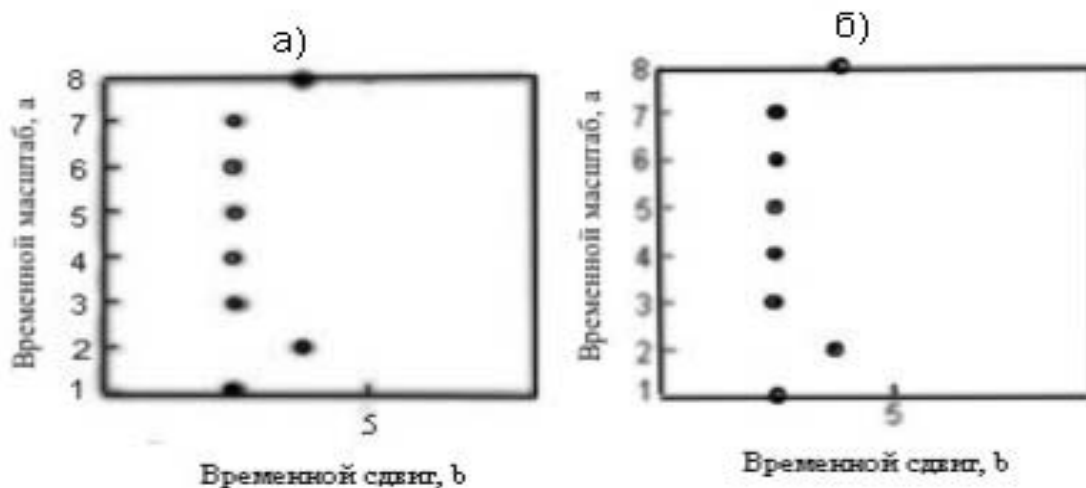


Рис. 1. Точки скелета локальных максимумов

На рис. 1 изображены локальные максимумы для водопроводной воды, взятой из под крана (а), и воды «Биовита» (б). Измерения проводились по одному каналу с одним и тем же термометром сопротивления и вторичным прибором.

Очевидно, что для всех объектов перераспределение локальных максимумов не произошло. Распреде-

ление энергии по масштабам для воды представлено на рис. 2.

На рис. 2 показан относительный вклад различных масштабов (частот) в полную энергию сигнала и выявление распределения энергии процесса по масштабам в соответствии с глобальным спектром энергии.

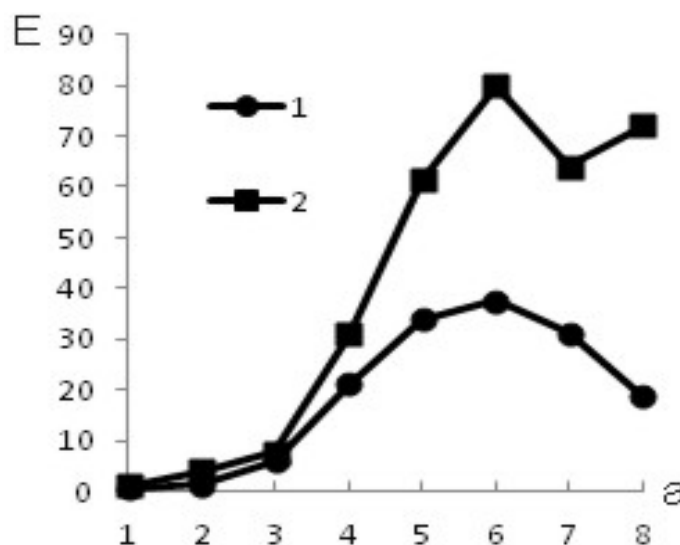


Рис. 2. Скейлограмма сигналов

Распределение энергии сигнала, полученного при исследовании:

- воды, взятой из водопроводного крана (зависимость 1 на рис. 2.);
  - питьевой бутилированной воды «Биовита» (зависимость 2 на рис. 2.);
- представлены в виде графиков  $E = f(a)$ .

На рис. 2 видны совпадающие максимумы функции, вызванные наличием в сигнале постоянных составляющих частоты для воды, взятой из под крана и питьевой бутилированной воды «Биовита». Эти максимумы определяют те масштабы (частоты), которые

вносят основной вклад в полную энергию сигнала. Для воды «Биовита» появляется максимум в низко-частотной области.

Амплитуда колебаний частиц активированной воды «Биовита» увеличивается по сравнению с амплитудой колебаний частиц воды, непосредственно взятой из водопровода.

Известно, что главной характеристикой фрактального множества является его размерность  $Dq$ . Параметры  $Dq$  дают возможность определить степень однородности и упорядоченности исследуемой системы. Величина  $Dq$  применяется в качестве эффек-

тивного средства при распознавании структур материалов [2].

Были определены размерности:

$D1$  – информационная размерность,  $D2$  – корреляционная размерность,  $D200$  – экстремальное значение  $Dq$  для водных систем (в данном случае  $q=200$ ),

$\Delta q$  – эффективные количественные характеристики упорядоченности.

Определенные мультифрактальные параметры для водных систем приведены в таблице.

Таблица

**Мультифрактальные параметры для водных систем**

<i>Вода</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D200</i>	<i>Δq</i>
Из крана	~1.3	2.1	~0.8	~0.5
Талая	~0.9	1.7	~0.8	~0.1
Биовита	~1.3	2.2	~0.8	~0.5

Из данных таблицы видно, что  $\Delta q$  для талой воды много меньше [3], чем  $\Delta q$  для водопроводной воды и воды «Биовита», поэтому кластеры талой воды должны иметь другую упорядоченность и симметрию, чем кластеры воды из водопроводного крана и воды «Био-

вита». Структурированность водопроводной воды и воды «Биовита» практически одинакова, однако амплитуда колебаний частиц воды «Биовита» сильно возрастает по сравнению с амплитудой колебаний частиц обыкновенной водопроводной воды.

**Литература**

1. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и применения // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 11. С. 1145 – 1170.
2. Витязь П. А., Хейфец М. Л., Сенють В. Т., Колмаков А. Г., Антипов В. И., Виноградов Л. В. Многоуровневый системный физико-химический, мультифрактальный и вейвлет-анализ изображений структур наноматериалов и их свойств. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С: Фундаментальные науки. 2011. № 4. С. 14 – 25.
3. Епанчинцева О. М. Количественная оценка степени структурированности воды // Актуальные вопросы современной науки. 2015. № 42. С. 7 – 16.
4. Епанчинцева О. М. Фрактальные свойства талой воды // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. 2014. № 11. С. 13 – 18.
5. Епанчинцева О. М. Исследование питьевой воды «Биовита» с использованием вейвлет анализа // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. 2015. Т. 54. С. 30.
6. Павлов А. Н., Анищенко В. С. Мультифрактальный анализ сигналов на основе вейвлет-преобразования // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Физика. 2007. Т. 7. № 1. С. 3 – 25.

**Информация об авторах:**

*Епанчинцева Ольга Михайловна* – кандидат биологических наук, доцент Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университет), olgeva@yandex.ru.

*Olga M. Epachintseva* – Candidate of Biology, Assistant Professor, Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University).

*Невзоров Борис Павлович* – доктор педагогических наук, профессор кафедры генетики КемГУ, nevzorov@kemsu.ru.

*Boris P. Nevzorov* – Doctor of pedagogical science, professor of chair of genetics Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 21.09.2015 г.