



Рисунок 4 – Волновые процессы ЭЭГ

Один из нейросетевых методов обнаружения аномалий в биомедицинских сигналах основан на теории хаоса. Хаос в динамике означает чувствительность динамической эволюции к изменениям начальных условий.

Старший показатель Ляпунова характеризует степень экспоненциального расхождения близких траекторий. Наличие у системы положительной экспоненты Ляпунова свидетельствует о том, что любые две близкие траектории быстро расходятся с течением времени, то есть имеет место чувствительность к значениям начальных условий.

Результаты исследований ЭКГ и ЭЭГ по одному алгоритму приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований ЭКГ и ЭЭГ

Вид сигнала	Аномальный сигнал			Нормальный сигнал		
	$L_{\min}$	$L_{\max}$	$L_{\text{cp}}$	$L_{\min}$	$L_{\max}$	$L_{\text{cp}}$
ЭЭГ	-1,1907	0,6556	-0,0362	0,0154	1,6701	1,0730
ЭКГ	0,0230	0,8121	0,1429	-0,2879	0,3358	0,1271

Если рассматривать ЭЭГ, в которой зарегистрированы признаки эпилептической активности, то при расчёте старшего показателя Ляпунова мы получим сегменты с отрицательным значением, что и является признаком эпилептической активности. Если же рассматривать ЭКГ, то мы получим на аномальных сегментах положительный старший показатель Ляпунова.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Matjaž Perc. Nonlinear time series analysis of the human electrocardiogram. Slovenia, 2005. – P. 758-761.

УДК 539.43.

Демиденко П.В.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Мир современного человека почти до предела насыщен различной бытовой электротехникой. Свой вклад в экологическую обстановку вносит и сотовая радиотелефония, которая является одной из наиболее бурно развивающихся коммуникационных систем. Среди ученых отсутствует единое мнение о степени влияния электромагнитного излучения приемно-передающих устройств сотовой связи на организм человека. Результаты исследований, проведенных в разных странах на разнообразных биологических объектах (в том числе и на добровольцах), неоднозначны, а зачастую и противоречат друг другу.

С одной стороны, утверждается, что внутренние органы человека (как и других живых организмов) изменяют свои природные параметры функционирования под воздействием электромагнитного излучения, но после выхода из опасной зоны защитные механизмы здорового организма в состоянии частично или полностью устранить образовавшиеся изменения в молекулярной структуре организма [1–3].

С другой стороны, при длительном пребывании людей в зонах с повышенной интенсивностью различных излучений возникают недомогания со следующими симптомами: быстрая утомляемость; состояние апатии; общая слабость; головные боли; ослабление внимания, памяти; нарушение логики мышления и речи; нервные и психические расстройства; нарушение функционирования ослабленных органов, переходящее в постоянное болезненное состояние [4–6].

Человеческий организм в основном состоит из биологических жидкостей, которые содержат большое количество ионов и участвуют в разнообразных обменных процессах. Под воздействием резонансных энергий, молекула воды изменяет свой угол межатомной связи, и это приводит к некоторой деформации структуры сцепления молекул в растворе и уменьшает величину водородной связи. Это изменение водородных связей способствует отдаче большей энергии в окружающее пространство [7, С. 346–357]. В соответствии с электрохимической моделью метаболизма в клетке на уровне митохондрией электроны из производящей энергию электронно-транспортной цепи принимает кислород [8]. В результате химических реакций, происходящих в митохондриях, организм привлекает максимальное количество энергии [9].

Широкое использование электромагнитного поля привело к тому, что естественные магнитные поля дополнились различными искусственными полями и излучениями. Это обстоятельство определяет актуальность исследования проблемы взаимодействия человеческого организма электромагнитными излучениями, которые обладают не только саногенным, но и патогенным эффектом, приводя к изменениям биопотенциалов от внутриклеточного до организменного уровня [10, 11].

Взаимодействие внешних электромагнитных полей с биологическими объектами осуществляется путем индукционного взаимодействия внутренних электромагнитных полей (ЭМП) и электрических токов, величина и распределение которых в теле человека и животных зависит от целого ряда параметров, таких как размер, форма, анатомическое строение тела, электрические и магнитные свойства тканей (электрическая/магнитная проницаемость и электрическая/магнитная проводимость), а также от характеристик электромагнитного поля (частота, интенсивность и др.). Поглощение и распределение поглощенной энергии внутри тела существенно зависит от формы и размеров облучаемого объекта, от соотношения этих размеров с длиной волны излучения. С этих позиций в спектре электромагнитного излучения радиочастот можно выделить три области: 1) ЭМП с частотой до 30 МГц, 2) ЭМП с частотой от 30 МГц до 10 ГГц и 3) более 10 ГГц. Для первой области характерно быстрое падение величины поглощения энергии с уменьшением частоты (приблизительно пропорционально квадрату частоты). Отличительной особенностью второй области является очень быстрое затухание энергии электромагнитного излучения при проникновении излучения внутрь ткани: практически вся энергия поглощается в поверхностных слоях биологических структур. Для третьей области характерно наличие ряда максимумов поглощения. В этом случае резко проявляются интерференционные явления, приводящие к возникновению локальных максимумов поглощения, так называемых "горячих пятен". Для человека условия возникновения локальных максимумов поглощения в голове имеют место на частотах 750–2500 МГц

а максимум, обусловленный резонансом с общим размером тела, лежит в диапазоне частот 50-300 МГц [12]. Поэтому происходит изменение конформации биологически активных молекул, которое приводит их в состояние функциональной неактивности, что является своеобразной фазой «предболезни» [13].

Наиболее часто и сильно воздействию электромагнитного излучения при разговоре по мобильному телефону человек подвергает клетки собственного головного мозга. Мозг посылает электрические сигналы всему организму и большинство процессов в нем происходят за счет образования виртуальных электронных контуров. Поднося к голове источник излучения, человек начинает оказывать влияние на режим передачи сигналов внутри его организма. Это может привести к изменениям в деятельности головного мозга. Так, по данным исследователей, ухудшается память, ослабляется внимание, повышается раздражительность и утомляемость [14, С. 9]. Тем более, что допороговая (до появления субъективных ощущений) реакция сердечно-сосудистой системы в виде изменения структуры сердечного ритма при воздействии слабых электрических и магнитных импульсов на кожу обследуемого лица при проведении функциональной пробы на электромагнитную чувствительность является твердо установленной в работах Ю.Н. Таскаева [15].

При изучении влияния переменного электрического тока различной интенсивности установлено, что при увеличении его частоты повышается порог чувствительности к току, а при повышении его интенсивности уменьшается латентный период сенсомоторных реакций [16-17].

На основании материала, изложенного выше, с целью уменьшения ослабляющего воздействия электромагнитного излучения от аппаратов сотовой связи на организм человека предлагается соблюдать следующие рекомендации:

1) не подносите телефон к голове в момент установления соединения. В это время GSM-телефоны обычно работают на большей мощности, чем во время самого разговора. Чтобы вообще не приближать аппарат мобильной связи к голове, рекомендуется пользоваться так называемой гарнитурой «hands-free»;

2) не разговаривайте без крайней надобности по сотовому телефону в автомобиле. Металлический корпус легкового автомобиля значительно ухудшает условия для передачи сигнала от телефона к базовой станции, поэтому мощность излучения автоматически возрастает. Используйте в автомобиле сотовый телефон с внешней антенной, которую лучше всего располагать в геометрическом центре крыши;

3) держать телефон при разговоре следует так, чтобы не заслонять антенну рукой. В телефоне со встроенной антенной, не следует касаться рукой верхней части корпуса;

4) при разговоре в помещении (кроме крупных торговых центров, вокзалов и т.д., где операторы связи могут устанавливать локальные базовые станции), следует по возможности подходить к окну;

5) не оставляйте сотовый телефон рядом во время сна или отдыха. Минимально допустимое расстояние: 1–1,5 метра;

6) не носите телефон в кармане – держите телефон в сумке, подальше от тела;

7) если есть возможность, то лучше звонить по городскому телефону, а не по мобильному.

Таким образом, обменные процессы в человеческом организме обладают индивидуальными частотными характеристиками. При нарушении ситуации оптимальной сбалансированности физико-химических процессов на клеточном уровне, в организме человека возникают условия для развития состояний, ведущих к болезни. Все зависит от интенсивности и времени облучения. Поэтому с экологической точки зрения необходимо признать, что исследование электромагнитной чувствительности человека следует продолжить.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хорсева, Н.И. Мониторинг психофизиологических показателей детей – пользователей мобильной связью / Н.И. Хорсева, П.П. Григал, Н.В. Горбунова // Тезисы V Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». – СПб, 29 июня – 3 июля 2009. – С. 180.
2. Лебедева, Н.Н. Динамика ритмической активности коры головного мозга человека при воздействии электромагнитного поля мобильного телефона / Н.Н. Лебедева, Л.А. Потупова, Р.А. Марагел // Биомед. радиоэлектроника. – 2010. – № 10. – С. 3–10.
3. Будянская, Э.Н. О преждевременных возрастных изменениях со стороны основных гомеостатических систем организма пользователей видеодисплейных терминалов (ВДТ) // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: тез. Междунар. конгр. – СПб., 1997. – С. 219.
4. Вишневецкий, А.М. Магнитные поля, воздействующие на человека в условиях метро / А.М. Вишневецкий, А.Б. Разлётов, Е.А. Свядоц, Т.В. Соколов // 1-й Международный конгресс: Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине. – 1997. – С. 223.
5. Горшенина, Т.И. О гипоксическом влиянии слабых ПМП на живые организмы / Т.И. Горшенина, Л.Ф. Казимова, А.Э. Фрумкис, В.И. Садовникова // В кн.: Живые системы в электромагнитных полях. Вып. 2. – Томск, 1979. – С. 3-6.
6. Информационный канал // Экология вашего дома и офиса [Электрон. ресурс]. – 1997-2011. – Режим доступа: <http://subscribe.ru/archive/home.help/ionization/200601/17121142.html>. – Дата доступа: 02.02.2012.
7. Вестерхофф, Х. Термодинамика и регуляция превращений свободной энергии в биосистемах; пер. с англ. / Х. Вестерхофф, К. ван Дам // – М.: Мир, 1992. – 686 с.
8. Оше, А.И. Электрохимическая модель метаболизма / А.И. Оше, К.Ч. Урусов // Электромагнитные поля в биосфере. – Тула: Изд-во Тульск. гос. ун-та, 1989. – Т. 2. – С. 133–144.
9. Узденский, А.Б. Реализация в клетках резонансных механизмов биологического действия сверхвысокочастотных магнитных полей // Электромагнитные поля и здоровье человека: матер. II Междунар. конф. – М., 1999. – С. 43.
10. Пресман, А.С. Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
11. Богданов, В.П. Инструментальное и биофизическое экспериментальное исследование воздействия на живой организм электромагнитного излучения частотой 1000 МГц, адекватного техногенным полям / В.П. Богданов, Т.И. Субботина, А.А. Яшин // Вестн. новых мед. технологий. – 2000. – Т. VII, № 3-4. – С. 57–60.
12. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль. – М.: Медицина, 1999. – 325 с.
13. Скрипнюк, З.Д. Этиология, патогенез и информотерапия конформационных гомотоксикозов / З.Д. Скрипнюк, В.Я. Левых, Е.И. Мысюк // Информ. та негентроп. терапія. – 2001. – № 1. – С. 136–137.
14. Малахов, Г.П. Электромагнитное излучение и ваше здоровье / Г.П. Малахов. – СПб.: Невский проспект, 2003. – 128 с.
15. Таскаев, Ю. Н. Биоконтроль экстремальных факторов в электроэнергетике; автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.б.н.: Спец. 03.00.16: Спец. 03.00.13 / Таскаев Юрий Николаевич / Сиб. НИИ энергетики РАО ЕЭС. – Новосибирск: 2001. – 38 с.
16. Горго, Ю.П. Латентний період сенсорної реакції та поріг чутливості до змінного електричного струму при різних характеристиках подразників / Ю.П. Горго, В.Б. Богданов // Информ. та негентроп. терапія. – 2001. – №1. – С. 35–36.
17. Скрипнюк, З.Д. Сучасний стан і перспективи розвитку информотерапії // Информ. та негентроп. терапія. – 1997. – № 1. – С. 31.

УДК 517.8

**Зеневич Е.А., Фомина Н.В.**

**Научные руководители: к.т.н., доцент Махнист Л.П., к.ф.-м.н., доцент Каримова Т.И.**

## МОМЕНТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

В настоящей работе рассматриваются связи между начальными, центральными и факториальными моментами случайных величин, способы вычисления одних моментов, используя другие, и вычисление моментов случайных величин, используя числа Стирлинга первого и второго рода.

Моментом  $n$ -ого порядка ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) случайной величины  $X$  относительно числа  $a$  называется математическое ожидание  $M((X - a)^n)$ .