



## **Введение**

Характерной чертой современной прикладной науки является широкое внедрение в медицинскую диагностику новых мер и методов обработки данных наблюдения с использованием продуктов нелинейной динамики. Большинство современных медицинских приборов используют цифровое представление информации, так что наблюдаемые величины имеют вид дискретной последовательности отсчетов – временного ряда. Современные технологии привели к разработке компактных, помехозащищенных кардиографов и электроэнцефалографов, а также средств запоминания большого объема информации. Это позволяет делать очень длинные (до суток) записи наблюдаемых процессов – получать временные ряды включающие сотни тысяч и более точек. При этом стала весьма актуальной проблема автоматизации анализа этих данных, так как визуальный просмотр материала специалистом становится очень долгим и даже не реальным. Поэтому разработка способов автоматизации анализа временных рядов весьма актуально и этой тематике посвящена данная работа.

## **Цель работы:**

Целью данной диссертационной работы является анализ существующих способов автоматизации анализа ЭЭГ и разработка компьютерных программ для выделения из записей некоторых видов артефактов, в том числе признаков эпилептических приступов, их апробирование, как на модельных данных, так и на реальных сигналах.

## **Основные задачи, решаемые в работе:**

1. Обзор существующих методов автоматического детектирования артефактов.
2. Изучение метода реконструкции прогностических моделей по временным рядам.
3. Разработка модели временного ряда ЭЭГ и его использование для демонстрационного примера возможности детектирования артефактов с помощью реконструируемой по ряду прогностической модели.
4. Разработка компьютерной программы для выделения артефактов жевания и эпилептического приступа по записи ЭЭГ реального пациента.

## **Научная новизна:**

Продемонстрирована возможность использования метода реконструкции модели по временному ряду в качестве алгоритма детектирования некоторых артефактов в записях электроэнцефалограмм.

## **Научная и практическая значимость результатов:**

Результаты магистерской диссертационной работы расширяют набор методов автоматизации анализа экспериментальных временных рядов в электроэнцефалографии. Рассмотренный метод анализа записей с помощью реконструируемой по ряду прогностической математической модели может применяться для практического анализа сигналов электроэнцефалограммы пациентов с диагнозом эпилепсия.

Эталонная модель сигнала ЭЭГ больного может быть использована для проверки и апробирования возможностей метода применительно к различным вариантам патологической активности.

## **Структура работы:**

Во введении проходит обсуждение актуальности и практической значимости проблем, которые будут рассмотрены в основной части. Формируется и формулируется цель научной работы, перечисляются основные задачи, которые будут вынесены на защиту диссертации.

В первой главе ведётся обзор особенностей записей электрической активности головного мозга, снимаемой с поверхности кожи головы, а также особенности применения метода регистрации таких потенциалов. Обсуждение этих вопросов особенно важно применительно к эпилепсии - одного из самых распространенных заболеваний, поэтому биологическую особенность ее протекания разобрана подробнее. Востребованность длительной регистрации ЭЭГ растет, если пациент находится в коме т.к. эта категория людей требует своевременного получения диагностических данных для определения необходимости медикаментозного вмешательства.

Во второй главе приведён наглядный пример анализа детектирования артефактов методом различных вейвлет преобразований и методом экстраполяции и делается вывод о целесообразности второго подхода,

который отличается своей простотой и лёгкостью реализации.

В третьей главе рассматривается обзор метода реконструкции динамических моделей по временным рядам, особенности подхода такого моделирования, плюсы и минусы. В качестве эталона для теоретического и практического описания модели используются суперпозиция трех синусоид с добавлением шума. Приводятся графические представления реконструкции.

В четвёртой главе метод реконструкции используется для анализа артефактов электроэнцефалограмм по выявлению на временной реализации процессов жевания и эпилептических приступов. Представлена визуализация метода, где ошибкой аппроксимации показана работоспособность. Показана работоспособность метода даже при наличии умеренных шумов.

В заключении подводятся выводы о методе реконструкции, как более простой замене уже известных ранее описанных методов, преимущества, относительно спектральных подходов.

## Список использованных источников

1. Безручко Б.П., Селезнев Е.П., Смирнов Д.А. Реконструкция уравнений неавтономного осциллятора по временному ряду (модели, эксперимент) // Известия ВУЗов. Прикладная нелинейная динамика, 1999. Т. 7, № 1. С 49.
2. Безручко Б.П., Диканев Т.В. Смирнов Д.А. Тестирование на однозначность и непрерывность при глобальной реконструкции уравнений по временным рядам // Известия ВУЗов «Прикладная нелинейная динамика». 2002. Т. 10, № 4. С. 69-81.
3. Безручко Б.П., Диканев Т.В., Смирнов Д.А. Глобальная реконструкция модельных уравнений по реализации переходного процесса // Изв. ВУЗов. Прикладная нелинейная динамика. 2001. Т. 9, № 3. С. 3 – 14.
4. Bezruchko B., Smirnov D. Constructing nonautonomous differential equations from an experimental time series // Phys. Rev. E. 2001. Vol. 63. 016207.
5. Dikanev T., Smirnov D., Ponomarenko V., and Bezruchko B. Three subproblems of global model reconstruction from time series and their peculiarities // Izv. VUZ «Applied Nonlinear Dynamics». 2003. Vol. 11, No. 3. P. 165-178.
6. Bezruchko Boris, Smirnov Dmitry, Dikanev Taras, and Sysoev Ilya. Construction of dynamical model equations for non-autonomous systems from time series (peculiarities and special techniques) // in: Chaos and its reconstruction / Meunier-Guttin-Cluzel S. and Gouesbet G. (eds.), Novascience, New York, 2004.
7. Грибков Д.А., Грибкова В.В., Кравцов Ю.А., Кузнецов Ю.И., Ржанов А.Г. Восстановление структуры динамической системы по временным рядам // Радиотехника и электроника. 1994. Т.39, В.2. С.269-277.
8. Фейгин А.М., Мольков Я.И., Мухин Д.Н., Лоскутов Е.М. Прогноз качественного поведения динамических систем по хаотическому временному ряду // Изв. Вузов. Радиофизика. 2001. Том XLIV, № 5-6. С. 376-397.
9. Павлов А.Н., Янсон Н.Б., Анищенко В.С. Применение статистических

- методов при решении задачи глобальной реконструкции // Письма в ЖТФ. 1997. Т.23, № 8. С.7-13.
10. Павлов А.Н., Янсон Н.Б., Анищенко В.С. Реконструкция динамических систем // Радиотехника и электроника. 1999. Т. 44, № 9. С. 1075-1092.
  11. Шишкин С.Л., Бродский Б.Е., Дарховский Б.С., Каплан А.Я. ЭЭГ как нестационарный сигнал подход к анализу на основе непараметрической статистики // Физиология человека. 1997. Т 23, № 4. С. 124-126.
  12. Безручко Б.П., Диканев Т.В., Смирнов Д.А. Тестирование на однозначность и непрерывность при глобальной реконструкции модельных уравнений по временным рядам // Известия ВУЗов «Прикладная нелинейная динамика». 2002. Т. 10, № 4. С. 69-81.
  13. Bezruchko V.P., Seleznev Y.P., Ponomarenko V.I., Prohorov M.D., Smirnov D.A., Dikanev T.V., Sysoev I.V., Karavaev A.S. Special approaches to global reconstruction of equations from time series // Izv. VUZ «Applied Nonlinear Dynamics». 2002. Vol.10, N3.
  14. Безручко Б.П., Диканев Т.В., Смирнов Д.А.. Выбор динамических переменных при глобальной реконструкции по временным рядам // Тезисы докладов VI научной конференции Нелинейные колебания механических систем. Нижний Новгород 2002, с.20-21.
  15. Безручко Б.П., Виноградов А.Е., Диканев Т.В., Смирнов Д.А. Сравнение различных подходов к оптимизации структуры эмпирических модельных уравнений // Тезисы докладов VI научной конференции Нелинейные колебания механических систем. Нижний Новгород 2002, с.19-20.
  16. Dikanev T.V., Bezruchko V.P.. The role of transient process and reconstruction of model equations from time series. // The book of abstracts of 6th international school on chaotic oscillations and pattern formation Chaos 2001, Saratov 2001, p. 24-25.
  17. Диканев Т.В. Об использовании переходных процессов при восстановлении уравнений по временным рядам // Материалы научной

- школы-конференции «Нелинейные дни в Саратове для молодых – 2000», Саратов, ГосУНЦ «Колледж».
18. Диканев Т.В., Пономаренко В.И. «Информационная ценность различных участков временного ряда для восстановления уравнений динамической системы» // V международная конференция Нелинейные колебания механических систем. Тезисы докладов, Нижний Новгород, стр. 182-183, 1999.
19. Грищенко А.А., Кузнецова Г.Д., Сысоев И.В. «Нелинейный корреляционный анализ внутричерепных ЭЭГ крыс-генетических моделей абсансной эпилепсии в скользящем временном окне» // Доклад XI Всероссийской конференции молодых ученых «Наноэлектроника, нанофотоника и нелинейная физики». Саратов, стр. 36, 2016.
20. Гуляев С.А., Архипенко И.В., «Артефакты при электроэнцефалографическом исследовании: — выявление и дифференциальный диагноз» // Рус. жур. дет. неврол.: т. VII, вып. 3, 2012.
21. Руннова А.Е., Лопатин Д.В., Журавлев М.О., «Математические методы распознавания паттернов движения экспериментальных данных многоканальной электроэнцефалографии человека» // Вестник ТГУ, т.21, вып.6, 2016.
22. Общая заболеваемость взрослого населения России в 2015 году. Статистические материалы. – М.: Минздрав, 2016. ч. IV. С.5.
23. Хованов И.А., Хованова Н.А. Методы анализа временных рядов, Саратов 2001, – 234 с.