

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сыроева Ильи Вячеславовича «Специализированные подходы к реконструкции ансамблей сложных колебательных систем по временным рядам», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика

Реконструкция динамической модели объекта по наблюдаемым временным рядам измеримых величин относится к основным классическим задачам нелинейной динамики. Сложность этой задачи существенно возрастает в рассматриваемых в диссертации случаях, где в качестве объекта выступает ансамбль из большого количества элементов с неизвестной структурой межэлементных связей, причём как элемент, так и связи могут содержать нелинейности и запаздывания, структура системы может быть нестационарной, а временные ряды, выступающие в качестве исходных данных для задачи реконструкции, могут не иметь данных о некоторых (скрытых) переменных, содержать шумы и детерминированные помехи. Решение задач реконструкции в таких условиях является *актуальной проблемой радиофизики*, чем и обусловлено соответствие диссертации заявленной специальности.

В диссертации рассмотрены варианты постановки задачи реконструкции для систем с различными комбинациями перечисленных выше особенностей и при наличии различной априорной информации о системе. Теоретически разработаны методики решения таких задач, эти методики апробированы как с помощью численного моделирования, так и в эксперименте с радиотехническими системами. Разработанные методики применены для анализа нейрофизиологических данных.

Основной акцент сделан на реконструкции неизвестной структуры связей в ансамбле. В диссертации выделяются два основных подхода к этой проблеме. В главах 1–2 реконструкция связей рассматривается как одна из составляющих общей задачи реконструкции модели системы в целом. При этом решение о наличии или отсутствии конкретной связи принимается на основании реконструированного значения коэффициента связи, с помощью вероятностного критерия значимости или метода кластеризации. В главах 3–6 речь идёт об установлении наличия связи между элементами на основе причинности по Грейнджеру, без реконструкции детальной динамической модели системы.

Новизной и теоретической значимостью обладают не только вновь предложенные методики (для ансамблей осцилляторов с запаздыванием, со скрытыми переменными), но и обоснованные численным моделированием рекомендации по применению известных методов, основанных на причинности по Грейнджеру, для некоторых, важных для приложений классов задач – выявления связей колебательных систем с выраженным временным масштабом, в присутствии шумов и детерминированных помех, а также в коротком временном окне для нестационарных колебательных систем, в том числе для ансамблей осцилляторов с высокой фазовой когерентностью.

Прикладная значимость работы подтверждается описанным в главе 6 применением развитых в работе методик к анализу данных электроэнцефалографии для обнаружения приступа эпилепсии определенного вида и для диагностики детского церебрального паралича на основе выявления изменений в структуре связей между отведениями электроэнцефалограммы, что позволило получить новые, недостижимые стандартными методами результаты.


К автору имеется вопрос, является ли оптимальным способ задания целевой функции, минимизируемой при подборе параметров реконструируемой модели в главах 1 и 2. Из литературы известен подход, использующий в качестве такой целевой функции длину ломаной, аппроксимирующей график неизвестной нелинейности. В диссертации, наряду с использованием именно этой целевой функции, рассматривается также её модификация, из которой исключены приращения аргумента нелинейности. Это решение

не бесспорно, поскольку тогда целевая функция не имеет определенного предела при (вообще говоря, неравномерном) сгущении сетки измеренных значений аргумента нелинейности. Это может приводить к неравноправному вкладу разных участков нелинейности в значение целевой функции. Определённость может быть восстановлена без существенного усложнения расчётов, если квадрат приращения нелинейности, находящийся под суммой в целевой функции, поделить на приращение аргумента. Тогда целевая функция в отсутствие шумов принимает вид интегральной суммы для квадрата производной от нелинейности, и при сгущении сетки имеет пределом соответствующий интеграл. Шумы же могут дополнительно усложнить вопрос о выборе целевой функции.

Высказанные выше соображения составляют скорее вопрос для возможной дискуссии, чем замечание, не носят принципиального характера и не влияют на высокую оценку актуальности, достоверности, новизны и значимости результатов, представленных в диссертации. Автором выполнен большой объём исследований, результаты которых хорошо изложены.

Считаю, что диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора наук, а её автор – Илья Вячеславович Сысоев – заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиоп физика.

Доцент кафедры теории колебаний
и автоматического регулирования,
доктор физико-математических наук


30.04.2019

Канаков Олег Игоревич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Почтовый адрес: 603950 Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23.
Телефон (831) 465-62-42. e-mail: okanakov@rf.unn.ru

