

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу БАЕНА Светланы Геннадьевны "Вычислительный метод и синтетические алгоритмы оценивания состояния динамических систем с использованием декомпозиции", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность. Актуальность избранной темы определяется недостаточной теоретической разработкой альтернативных по отношению к традиционным нейросетевых, нечетких и вейвлет методов оценки состояния стохастических динамических систем. При этом до настоящего момента не получили должного решения следующие основные вопросы: преимущества и недостатки нейронных сетей, нечетких систем и вейвлетов по сравнению с традиционными методами; проектирование архитектур указанных методов для задач оценки; снижение значительных вычислительных затрат при настройке алгоритмов оценки. Поэтому диссертационная работа Баена С.Г., посвященная решению проблемы оценки состояния динамических систем на основе вычислительного метода и синтетических алгоритмов, является актуальной.

Новизна исследований и полученных результатов. В диссертации получены следующие новые научные результаты:

1. Разработан вычислительный метод для байесовской постановки задачи для рекуррентной и рекуррентной нелинейной оценки состояния динамических систем с использованием декомпозиции, а также и для случая отсутствия обучающего множества. Данный метод использует класс параметрически заданных функций и принцип минимизации эмпирического риска для критерия оценки. Его отличительной особенностью является ориентация на использование иерархических синтетических систем.
2. Предлагаются математические модели быстродействующих иерархических синтетических систем рекуррентной и рекуррентной нелинейной оценки динамических процессов.
3. Развита численные методы стохастической аппроксимации, отличающиеся тем, что для их реализации предложены быстродействующие нейросетевые, нечеткие, вейвлет методы и декомпозиционные алгоритмы субоптимальной оценки состояния динамических систем.
4. Предлагается использование нейросетевых и нечетких алгоритмов обучения для режима реального времени.
5. Выявлены закономерности увеличения быстродействия обучения декомпозиционных синтетических систем оценки при сохранении их точностных характеристик.
6. Разработаны комплексы программ оценки состояния динамических систем на основе нейронных сетей, нечетких систем и вейвлетов.
7. На основе метода вейвлет-оценки разработан новый алгоритм для оценки неоднородного процесса (экспоненциально-коррелированного процесса с локальными особенностями) без нарушений и с нарушениями, для которого предложена математическая модель.

Полученные автором результаты являются новыми знаниями, которые могут быть использованы при обработке динамических процессов. Важной особенностью диссертации является то, что в ее рамках присутствуют оригинальные результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 130 наименований и приложений. Работа изложена на 172 страницах машинописного текста, содержит 33 рисунка и 4 таблицы. Поставленные в диссертации цели достигаются с помощью использования известных научных методов обоснования полученных результатов, методов математического моделирования динамических процессов, математической статистики, теории оптимальной оценки и фильтрации, нечетких множеств, нейронных сетей, вейвлетов, и теории систем. Обоснованность правильности решения и достоверность результатов подтверждаются корректностью их применения. Обоснованность и достоверность результатов основывается на воспроизводимости и согласованности

данных компьютерного моделирования и научных выводов. Для этого разработаны комплексы программ оценки состояния динамических систем на основе нейронных сетей, нечетких систем и вейвлетов. Для практических исследований и алгоритмической обработки использована математическая среда MatLab. Основные результаты диссертации опубликованы в 11 печатных работах, они обсуждались на международных и всероссийских конференциях. По материалам диссертации имеется патент на полезную модель и два свидетельства о регистрации программ, среди печатных работ 5 публикаций в ведущих рецензируемых научных изданиях РФ, рекомендованных ВАК.

Выявленные недостатки. К общему замечанию по работе, можно отнести ее перегруженность материалами компилятивно-обзорного характера. Само по себе это с положительной стороны характеризует эрудицию автора, с другой стороны — затрудняет выделение оригинальной части работы и вклад автора в развитие этого направления. Обилие пересказов других работ приводит к висячим ссылкам на неопределенные понятия, алгоритмы и пр. Что такое пирамидальный алгоритм Малла (стр. 38) ?

Стиль изложения также страдает определенными недостатками и наводит на мысль о чрезмерном увлечении автоматическими переводчиками. Наиболее ярким примером является повсеместное использование слова "оценивание", которого, согласно ресурсу "грамота.рф" в русском языке нет, но который с готовностью использует "translate.ru". Наверное благодаря ему или ему подобному в тексте работы появился "метод Квази-Ньютона" (стр. 27) и " ... определяются на подходящий вероятности пространство."(стр. 46)

Считаю необходимым сделать также и ряд конкретных замечаний по тексту работы:

стр.17. Удивительно, как плотность вероятности может определяться "с точностью до постоянного множителя" и вдобавок с использованием (1.2), где никаких постоянных множителей нет.

стр.18. Автор довольно вольно обращается с обобщенными функциями, забыв, видно, что это вовсе не функции и перемножать их нельзя. Так же на этой странице и соседних без должной осторожности определяются оценки $x(y)$ как решения определенных экстремальных задач, зависящих от случайных наблюдений y как от параметров. Вообще говоря, во-первых, это не функции, а точно-множественные отображения, а во-вторых, в результате таких неаналитических операций можно потерять измеримость и, следовательно, все операции относительно $x(y)$ типа вычисления математического ожидания, вероятности и пр., становятся незаконными.

стр.21. Что такое " w_i порождающие" ?

стр.36. Не со всеми мнениями диссертантки можно согласиться: на стр. 36 утверждается слабая практическая реализуемость методов вейвлет-преобразований, в то время как поиск в Google по запросу wavelet software дает около 3 млн ссылок. В основном программном средстве, используемом в работе (MATLAB) уже давно есть Wavelet Toolbox, что также говорит о достаточной освоенности этой области разработчиками ПО. Многомерные вейвлеты также довольно популярны (ок 300 тыс. ссылок). Возможно эти сомнительные утверждения связаны со спецификой источника, на который при этом ссылается диссертационная работа — это учебное пособие 10-летней давности.

стр. 43 Хотя в этой главе и декларируется оценка состояний динамических систем, о стохастической природе наблюдений говорится очень мало. Представляют ли наблюдения случайный процесс, какова его вероятностная структура, к какому классу случайных процессов он относится ?

стр. 43 В формулировке задачи оценки положения динамической системы в некоторый момент i (кстати, логичней было бы обозначать время как t) предполагается использовать весь массив наблюдений Y_k , где k неопределенным образом связано с i . Означает ли это, что для оценки x_i можно использовать данные из "будущего", т.е. при $k > i$? На следующей странице такая возможность исключается для "нерекуррентной" оценки, но как насчет остальных подходов ?

стр. 48. Почему критерий (2.14), имеющий является "наиболее общим случаем" минимизируемого критерия ? Это весьма специальный критерий, нацеленный на достижение некоторой побочной цели, подтягивания оценки к определенному \bar{x} , неизвестно как и зачем заданному.

стр. 53. Непонятно, почему (2.17) описывает "оптимизацию на основе минимизации эмпирического риска". В этой формуле нет ни оптимизации, ни минимизации.

стр.54. На рис. 2.5 одним из заметных этапов метода построения оценки состояния системы является проверка расхождения эмпирического критерия и точного, а именно $P(\sup_W |J(W) - J^*(W)| > \epsilon)$ достаточно мало. Учитывая то, что $|J(W) - J^*(W)|$ не является ни выпуклой, ни вогнутой функцией, вычисление \sup является весьма сложной задачей глобальной оптимизации, даже если пренебречь сложностью вычисления вероятностной меры как таковой. К сожалению, в работе я не нашел деталей этого процесса.

стр. 56. В пункте 3 равномерная сходимость определяется как

$$P(\sup_W |J(W) - J^*(W)| > \epsilon) \rightarrow 0, \dots \text{ (слегка упрощая обозначения).}$$

Однако при этом $\sup_W |J(W) - J^*(W)|$ вовсе не обязан стремиться к нулю, что можно было бы ожидать от равномерной сходимости.

стр. 88 На графике 3.7в приведен очень интересный и на первый взгляд парадоксальный результат, когда с усложнением задачи время ее решения уменьшается. Такой случай заслуживает специального разбора, чего в работе, к сожалению, не сделано, несмотря на то, что это видимо устойчивый эффект (см. рис. 3.8).

Заключение. Сформулированные выше недостатки не снижают научной и практической значимости представленных в диссертации результатов. Автореферат и публикации автора полностью соответствуют основному содержанию диссертации. Диссертационная работа Баена Светланы Геннадьевны, в которой предлагаются вычислительный метод и синтетические алгоритмы оценивания состояния динамических систем с использованием декомпозиции, является научно-квалификационной работой, имеющей важное значение для развития математического моделирования, численных методов и комплексов программ в области оптимального оценивания состояния стохастических систем.

Диссертационная работа "Вычислительный метод и синтетические алгоритмы оценивания состояния динамических систем с использованием декомпозиции" в полной мере удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Баена Светлана Геннадьевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,
профессор, ФГАОУ ВПО «Дальневосточный
федеральный университет» (ДВФУ),
Школа естественных наук, профессор
Нурминский Евгений Алексеевич
690950, г. Владивосток, ул. Суханова, д. 8
e-mail: nurmiinskiy.ea@dvfu.ru

тел.:

Е.А. Нурминский