

УТВЕРЖДАЮ

Проектов научной работе СПбГЭТУ

М.Ю. Шестопалов

"5" апреля 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет» на диссертацию 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»

Структура диссертации

Представленная на отзыв диссертация, изложена на 172 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, словаря терминов, списка литературы из 130 наименований и шести приложений; содержит 32 рисунка и 4 таблицы.

Актуальность темы

Актуальность темы определяется необходимостью поиска эффективных субоптимальных нелинейных алгоритмов для оценивания состояния динамических систем, пригодных для работы в режиме реального времени. Ужесточающиеся требования к одновременному обеспечению точности и быстродействию методов и алгоритмов оценки состояния и параметров современных технических систем вынуждают исследователей и проектировщиков таких систем искать новые подходы к решению. Поэтому диссертационная работа **Баена С.Г.**, посвященная решению указанной проблемы с помощью современных нейросетевых, нечетких и вейвлет- технологий, является актуальной.

Основные научные результаты

Новизна результатов, полученных соискателем, состоит в следующем:

- предложен обобщающий вычислительный метод оптимального оценивания состояния динамических систем с использованием класса параметрически заданных функций и принципа минимизации эмпирического риска для критерия оценивания, отличающийся его численной реализацией на базе иерархических синтетических систем;

- предложены математические модели нерекуррентного и рекуррентного нелинейного оценивания динамических процессов, предназначенные для повышения быстродействия обработки информации;
- развиты численные методы стохастической аппроксимации, отличающиеся тем, что для их реализации предложены быстродействующие нейросетевые, нечеткие, вейвлет методы и декомпозиционные алгоритмы субоптимального оценивания состояния динамических систем;
- получены закономерности увеличения быстродействия обучения декомпозиционных синтетических систем оценивания при сохранении их точности;
- разработаны комплексы программ оценивания состояния динамических систем на основе нейронных сетей, нечетких систем и вейвлетов.

Научная и практическая значимость

Значимость полученных результатов для науки состоит в том, что в диссертации предложены вычислительный и численные методы стохастической аппроксимации для оценки состояния и параметров динамических систем. Для практической реализации указанных методов разработаны алгоритмы и программные комплексы с использованием нейронных сетей, нечетких систем и вейвлетов.

Особо важную практическую ценность имеют предложенные вычислительный метод и синтетические алгоритмы для задач оценивания в случаях:

- 1) когда нет простой модели процесса и измерений или она априори неизвестна;
- 2) для процессов, когда функциональная зависимость между измерениями и оцениваемыми параметрами имеет сложный характер или получается экспериментально;
- 3) в изменчивых условиях окружающей среды или изменении динамики наблюдаемых и управляемых систем.

В частности, практическая значимость предложенных методов и алгоритмов заключается в их возможном применении:

- для оценивания параметров центра масс космических аппаратов, для оценивания параметров движения относительно центра масс;
- для оценки координат и параметров воздушных и морских объектов;
- для оценки уходов гироскопов и смещения нуля акселерометров инерциальных навигационных систем.

Результаты работы получили внедрение, что подтверждено соответствующими актами о внедрении.

Подтверждением научной и практической значимости результатов диссертации для развития соответствующей отрасли науки является проведение исследований в рамках гранта РФФИ.

Достоверность и обоснованность основных результатов работы

Обоснованность научных положений и выводов, содержащихся в диссертации, достигается тем, что основные научные результаты базируются на корректном использовании методов теории оптимального оценивания и фильтрации, теории систем, теории математической статистики, теории нейронных сетей, теории нечеткой логики и теории вейвлет-преобразований.

Корректность принятых допущений, достоверность предлагаемых методов и алгоритмов подтверждается теоретическими исследованиями и результатами вычислительных экспериментов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

1. Считаем целесообразным продолжение исследования предложенных методов, алгоритмов, моделей и структурных схем систем оценивания в направлении расширения областей применения и решения задач в конкретных прикладных областях.
2. Рекомендуем расширенное использование нейросетевых, нечетких и вейвлет методов оценивания состояния стохастических динамических систем в конструкторском бюро, технологических, научных и учебных организациях при проектировании и создании современных систем оценивания, функционирующих в условиях априорной неопределенности.
3. Полученные результаты могут быть использованы при разработке алгоритмов обработки навигационной информации для перспективных систем навигации.
4. Предложенные алгоритмы и программные комплексы для решения нелинейных задач оценивания, могут быть использованы для разных предметных областей, таких как в навигации и системы управления движением подвижных объектов, информационно-навигационные системы, радиотехника, электротехника, робототехника.

Апробация и публикации

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и получили одобрение на международных и всероссийских научных конференциях и семинарах.

Основные результаты диссертации отражены в 11 научных работах, среди которых есть публикации, включенные в международную базу Web of Science и Scopus, и 5 статей опубликованы в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. По результатам работы получен патент на полезную модель и два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе

1. На реальные технические системы воздействуют возмущения и помехи, законы распределения которых могут отличаться от нормального или равномерного. Сохраниться ли в таких случаях грубость (устойчивость и качество оценивания) предложенных синтетических алгоритмов?
2. Не обосновано, почему автор свой выбор остановил среди нейронных сетей на сетях прямого распространения и сетях с радиально-базисными функциями.
3. На графиках рисунков 3.7 а) – 3.10 а) и 4.2 диссертации и рисунков 3, 5 и 7 автореферата для сравнения стоило бы показать еще и решение для оптимальной линейной оценки.
4. На рисунке 4.3 диссертации, по всей видимости, перепутаны обозначения расчетного СКО и СКО вычисленного по алгоритму фильтра Калмана.

Заключение

В соответствии с формулой научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» в диссертации отражены оригинальные результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ и относятся к областям исследований пункт 3, 4 и 5 паспорта специальности.

В целом диссертационная работа **Баена С.Г.** является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических и численных экспериментальных исследований решена задача оценивания, имеющая важное значение для развития соответствующей отрасли знаний.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Представленная работа актуальна, выполнена на высоком научном уровне, обладает новизной, имеет практическую направленность, отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней 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».

Диссертация обсуждалась на заседании кафедры систем автоматического управления СПбГЭТУ. Отзыв по диссертационной работе Баена Светланы Геннадьевны составлен Н.Д. Поляховым и И.А. Приходько, рассмотрен и одобрен на этом же заседании « 16 » апреля 2015 г., протокол № 4/1.

Заместитель заведующего кафедрой систем
автоматического управления СПбГЭТУ,
доктор технических наук, профессор
Виктор Владимирович Путов

В.В. Путов

Профессор кафедры систем
автоматического управления СПбГЭТУ,
доктор технических наук, профессор
Поляхов Николай Дмитриевич

Н.Д. Поляхов

Доцент кафедры систем
автоматического управления СПбГЭТУ,
кандидат технических наук, доцент
Приходько Ирина Аркадьевна

И.А. Приходько