

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Ерошенко Александра Андреевича

«Статистические свойства оценок сигналов и изображений при пороговой обработке коэффициентов в вейвлет-разложениях»,

представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности

01.01.05 – теория вероятностей и математическая статистика

В последнее время как в теории, так в практических приложениях активно изучается вейвлет (wavelet) -анализ временных рядов. Являясь продолжением классического Фурье-анализа, вейвлет-анализ имеет по сравнению с ним ряд существенных преимуществ в тех случаях, когда требуется проанализировать природу исходного ряда (сигнала) на различных масштабах. Принимая вейвлет-базис по которому строится разложение как набор функций, в котором этот набор строится как растяжения и/или сдвиги некоторой исходной функции, удобно представить исходный сигнал как сумму такого ряда и проанализировать влияние этого сигнала на разных масштабах. Эта идея с успехом используется в различных приложениях, от биологии до климатологии. Актуальность темы не вызывает сомнений и подтверждается тем, что вейвлеты стали широко применяться на практике в обработке сигналов и изображений, в частности, для их компрессии и очистки от шума.

В диссертационной работе Ерошенко А.А. рассматривается применение методов вейвлет-анализа в задачах фильтрации и восстановления зашумленных данных. Анализ данных осуществляется после разложения функции по вейвлет-базису функций Мейера (Meyer) и строится на том, что в разложениях гладких функций присутствует лишь несколько отличных от нуля коэффициентов. Поэтому, удаляя достаточно маленькие коэффициенты в вейвлет-разложении гладких зашумленных функций, можно получить «очищенную» от шума функцию, то есть построить оптимальную в заданном смысле оценку. При наличии определенных свойств данная оценка позволяет строить доверительные интервалы для погрешности и исследовать вопрос применимости такого подхода в целом.

Диссертационная работа объемом 82 страницы состоит из введения, трех глав и заключения. В каждой из глав работы получен ряд новых результатов. Исследованы асимптотические свойства оценки риска пороговой обработки вейвлет-коэффициентов функции сигнала в задаче подавления коррелированного шума. В большинстве работ других авторов исследовались свойства самого риска, который на практике вычислить нельзя. В тех исследованиях, которые посвящены оценке риска, в основном рассматривались модели с независимым шумом. Особенность данной работы заключается в том, что помеха (шум) предполагается коррелированным, что выделяет его работу из ряда других исследований.

В работе доказано несколько интересных теорем. В частности, в первой главе доказаны свойства асимптотической нормальности и состоятельности оценки риска метода пороговой обработки при обращении однородных линейных преобразований в условиях наличия коррелированного шума, (теорема 1.1-1.2). Доказательства нетривиальны и основаны на явном представлении искомых оценок в виде достаточно сложных сумм от наблюдаемых величин. Во второй главе рассмотрены случаи применения вейвлет-вейглет (VWD)- и вейглет-вейвлет-разложений, когда раскладывается не сама неизвестная функция, а ее наблюдаемое линейное преобразование. В этой главе также доказывается асимптотическая нормальность и состоятельность оценок (теоремы 2.1-2.3). Методы доказательства сходны с методами первой главы, но имеют свою специфику, учитывая конкретный вид ковариационных функций шумов.

В 3-й главе предлагаются также практические применения данных результатов. Например, показана асимптотическая нормальность оценки риска в задаче восстановления томографических изображений в модели с коррелированным шумом (теорема 3.1). Этот результат полезен не только для дальнейших исследований по тематике диссертации, но и может быть использован на практике для исследования применимости описанного подхода.

В целом, доказательства теорем и основанные на них результаты сомнений не вызывают.

Ценность полученных в диссертации результатов определяется широким кругом задач, в которых применим данный метод фильтрации данных, а также тем, что в работе исследуются модели с коррелированным шумом, что еще больше расширяет область использования. Эти результаты могут являться базой для дальнейших исследований в данном направлении.

Результаты работы представлены в 9 статьях, из которых 5 опубликованы в журналах, входящих в список ВАК. Диссертация имеет четкую логическую структуру, материал изложен последовательно и связно.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

В диссертации отсутствуют примеры применения полученных результатов на реальных данных. Такие примеры могли бы послужить наглядным доказательством практической значимости работы.

В диссертации указано, что результаты работы могут быть перенесены на многомерный случай. Однако, отсутствуют указания на то, как это сделать.

Существует множество вейвлет-базисов с различными свойствами, однако в диссертации в качестве базисных вейвлет-функций используются вейвлеты Мейера, что несколько сужает область применения полученных результатов. Автору следовало проанализировать, какие еще вейвлет-базисы подходят для описанных моделей.

В работе присутствует ряд мелких ошибок, как в оформлении, так и при формулировках теорем. Например, на стр. 17 автор пишет « без ограничивая общности», на стр. 32 «справедлива следующее ограничение»,

на стр.13-«физика плазма» и т. п. При формулировке модели краткосрочной зависимости (стр. 19) автор не пишет, кто такие коэффициенты r_k , и почему из условия $\sum_{k=-\infty}^{\infty} |r_k| < \infty$ следует, что $\sum_{k=-\infty}^{\infty} r_k > 0$

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы, хотя и снижают в целом благоприятное впечатление при чтении ее текста. Диссертация представляет собой глубокое научное исследование. Актуальность, новизна и обоснованность работы не вызывают сомнений. Диссертационная работа А.А. Ерошенко «Статистические свойства оценок сигналов и изображений при пороговой обработке коэффициентов в вейвлет-разложениях» представляет собой самостоятельный законченный труд, выполненный лично автором. Автореферат соответствует содержанию диссертации и выполнен в соответствии с требованиями ВАК.

Обобщая вышесказанное, считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ерошенко Александр Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 – «Теория вероятностей и математическая статистика».

Официальный оппонент

ведущий научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, д.ф.-м.н.

К.П. Беляев

“12” августа 2015 г.

Почтовый адрес: 119299, Москва, Нахимовский проспект, д.36,
тел.: +7-499-1247985, email: kosbel55@gmail.com

Подпись официального оппонента заверяю



Удильцова 88
Лф