

Отзыв
официального оппонента
на диссертацию Корчагина Александра Юрьевича
*«Прогнозирование стохастических процессов с помощью сеточного метода
разделения дисперсионно-сдвиговых смесей нормальных законов»*,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.01.05 - теория вероятностей и математическая статистика

Одним из важных направлений в современной статистике является задача построения оценок параметров случайных процессов по наблюдаемым траекториям и, затем, зная эти оценки, построить прогноз поведения этих процессов и рассчитать их доверительные уровни. Обычно такая задача решается для процессов конкретного вида: стационарных, гауссовых и т.п. В данной диссертационной работе исследуются модели процессов типа дисперсионно-сдвиговых смесей (ДСС) нормальных законов. Эти модели очень интересны как с теоретической точки зрения, так как такие процессы появляются как суммы случайного числа независимых случайных слагаемых, так и при практическом применении – существует много работ, где хорошо показывается согласованность различных наблюдаемых процессов с предлагаемой моделью. Поэтому актуальность работы и ее практическая значимость не вызывает сомнений.

В работе предлагается математическое обоснование согласованности моделей, использующих дисперсионно-сдвиговые смеси нормальных законов и разработка быстрых и эффективных алгоритмов оценивания параметров данных смесей, а также прогнозирование изменения соответствующих распределений. Отдельное внимание в работе автор уделяет двум важным классам распределений: многомерным обобщенным гиперболическим и обобщенным дисперсионным гамма-распределениям. Кроме того, автор посвящает значительную часть работы практическому применению полученных и разработанных им алгоритмов для анализа реальных данных в финансовой сфере, в сфере анализа текстовой информации и для описания биохимических процессов на примере двигательной биологической активности человека в коре головного мозга. Поэтому цель работы можно сформулировать как разработка и применение для практических нужд методов и моделей ДСС нормальных законов.

Работа состоит из введения, 3-х глав и списка литературы. Во введении дается обзор литературы по данной теме, показывается современный уровень состояния проблемы, дается обзор методов оценивания параметров ДСС, описываются их свойства, достоинства и недостатки. Также автор подробно освещает цели работы, предлагаемые методы и подходы, дает краткое содержание диссертации. Приводит также список авторских публикаций, требуемых согласно положению ВАКа. Надо отметить, что автор показывает хорошее знание современного уровня состояния рассматриваемой задачи и методов ее решения, приводит интересные данные об имеющихся и возможных приложениях работы.

Первая глава имеет теоретический характер. В ней доказываются предельные теоремы о сходимости распределений многомерных статистик, построенных по выборкам случайного объема, к многомерным дисперсионно-сдвиговым смесям нормальных законов. Из результатов этой главы следует, почему ДСС нормальных

распределений являются адекватными и естественными моделями во многих практических ситуациях, а также – какие естественные условия нужны для использования ДСС как адекватной математической модели. Отметим, что многие приведенные теоремы в работе были доказаны ранее. Автор приводит формулировки теорем или следствий из этих теорем и рядом указывает источник, где этот результат получен. Однако, как например в теореме 1.4 (стр 35) ссылки нет, но нет и собственного доказательства, хотя по мнению оппонента, результат неочевиден.

Собственно автору удалось решить некоторые новые важные задачи - например, найти необходимые и достаточные условия сходимости распределений случайных сумм независимых многомерных случайных величин к многомерным ДСС нормальных законов (теорема 1.6 стр 38, теорема 1.7 стр 42). В частности показана сходимость к распределениям из двух упомянутых ранее классов распределений. Доказательства теорем не тривиальны, они не сводятся просто к «формальным» обобщениям известных ранее одномерных результатов на многомерный случай. Кроме того при доказательстве теорем не использован ряд условий, которые были использованы ранее, как например в теореме 1.10(стр. 45).

Вторая глава посвящена разработке и обоснованию численного метода оценивания параметров моделей, в частности оценки весов и параметров гауссовых распределений в ДСС. Автор доказывает ряд теорем, например теорему 2.1(стр 49-50) в которой теоретически обосновывается сходимость предложенного итерационного ЕМ-алгоритма. При этом предложенная автором модификация классического алгоритма обладает улучшенными свойствами - устойчивостью к возмущениям, вызванным, например, неопределенностью при неравномерном задании наблюдений. Автор генерирует большое количество искусственных выборок и проверяет качество метода экспериментально, приводя результаты соответствующих вычислений в виде графиков и таблиц. Сомнений в результатах у оппонента нет, но хотелось бы видеть оценки качества метода в виде, например доверительных интервалов, посчитанных по таким критериям согласия, как χ^2 критерий и/или другим известным критериям. В этой же главе автором использованы приложения на основе данного метода к исследованию двигательной активности человека по данным измерений электроэнцефалограммы мозга. Результаты выглядят очень интересно и, несомненно, могут найти дальнейшее применение.

Третья глава полностью посвящена оценке финансовых рисков на основе предложенных методов и носит чисто прикладной характер, никаких теорем там не доказывается, зато приводится большое число графиков и таблиц. Автором проводится сопоставление реальных данных и смоделированных (симулированных) по предложенной автором схеме, проводится их сравнительный анализ, а также делаются различные прогнозы по предложенной схеме, которые также сопоставляются с реальными данными. Например, в параграфе 3.4 изучается поведение индекса корейской биржи (KOSPI), прогнозируется его поведение, оцениваются потери и/или выигрыш при определенном выборе стратегии финансового поведения игроков на бирже. Эта часть работы, наверное, лучше была бы оценена профессиональными экономистами или математиками, работающими в области экономики, однако следует сказать, что предложенная автором техника оценок вполне прозрачна, легко реализуема и понятна даже не специалисту.

Переходя к оценке диссертации в целом, хочется отметить, что автором решен целый комплекс задач как теоретических, так и чисто прикладных, имеющих важное

практическое значение. Отдельно хочется отметить, что разработанный автором в диссертации программный комплекс имеет большой потенциал и может быть использован в будущем в многочисленных приложениях. Результаты работы сомнения не вызывают, их достоверность следует из правильного применения математического аппарата в доказательствах теорем, моделирования и явно приведенных результатов тестирования программной реализации упомянутых методов. Результаты диссертации представлены в 10 научных работах, из которых 6 работ опубликованы в журналах и научных сборниках, рекомендованных ВАК.

Диссертация написана на хорошем научном уровне, материал изложен логично, четко прослеживается связь между разными разделами работы. Вывод математических соотношений проведен последовательно и корректно, полученные результаты обоснованны. Иллюстрации и приведенные табличные данные хорошо визуализируют результаты тестирования предложенных методов. Автореферат диссертации правильно и полно отражает ее содержание.

К недостаткам работы, кроме отмеченных ранее, можно отнести следующие:

В первой главе при изложении теоретических основ работы в тексте диссертации приводятся теоремы, одни из которых уже доказаны ранее, а другие принадлежат самому автору. При чтении не всегда понятно, какая часть результатов уже получена, а какая является новой, специально в тексте это не выделяется. На взгляд оппонента было бы лучше разделить эти положения и вначале четко сформулировать, что именно уже доказано, а затем отдельно доказать те новые положения, которые требуются автору для дальнейшего изложения материала.

Во второй главе при описании второго шага комбинированного сеточного метода дается рекомендация по выбору конкретного способа отыскания параметров, но не приводятся сравнительные результаты применения различных вариантов отыскания, также нет никаких теоретических предположений и/или оценок при сравнении качества подходов.

учитывая достаточно высокую скорость при реализации предложенных методов оценки параметров смесей и прогнозирования этих параметров, анализ точности получаемых прогнозов на заранее известных данных (часто называемый как «backtesting» или «hindcast») можно было провести на значительно большем объеме данных и оценить по методу Монте-Карло точность оценок.

Отмеченные недостатки, однако, не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация представляет собой самостоятельный законченный труд, выполненный лично автором на высоком научном уровне. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Корчагин Александр Юрьевич, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 - теория вероятностей и математическая статистика.

Официальный оппонент, ведущий научный сотрудник
института океанологии РАН им. П. П. Ширшова

Д. Ф. М. Н.



5 июня 2015 г.
Беляев К. П.

Грибанова Е.Е.