

Отзыв официального оппонента

на диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Салимова Рустема Фаридовича на тему
«Оптимальные процедуры различения двусторонних гипотез и двустороннего доверительного оценивания в d -апостериорном подходе»,
по специальности 01.01.05 «Теория вероятностей и математическая статистика»

Диссертационная работа посвящена развитию методов d -апостериорного подхода для решения задач проверки сложных гипотез интервального вида, а также задач интервального и точечного оценивания параметров вероятностных моделей в байесовской постановке (предположении, что неизвестный параметр сам является реализацией случайной величины).

Актуальность темы. Байесовские методы в статистике всегда привлекали большое внимание практиков, однако в последнее время эти методы стали особенно востребованы. Связано это с возможностью доступа к большим массивам данных, позволяющих воплотить идеи эмпирического байесовского подхода Г.Роббинса. Кроме того, как показано J.D. Storey, байесовские методы с успехом можно применять в проблеме множественного тестирования. Им же замечено, что популярные нынче показатели качества статистических процедур $pFDR$ и $pFNR$ (positive False Discovery Rate positive и False Non-discovery Rate, соответственно) являются, фактически, d -апостериорными вероятностями ошибок. Поэтому само направление, связанное с использованием d -апостериорного подхода к решению широкого класса статистических задач, продолжает оставаться актуальным как в связи с логикой развития математической статистики как науки, так и многочисленными приложениями, мотивирующими дальнейшее развитие этого подхода.

В задачах множественного тестирования при d -апостериорном подходе процедура тестирования должна гарантировать не классические вероятности ошибок 1-го и 2-го рода, а вероятности справедливости той или иной гипотезы при условии, что она отклонена. В этой постановке достаточно полно исследованы статистические задачи проверки односторонних гипотез и построения одностороннего доверительного интервала, однако «двухсторонние» задачи, наиболее актуальные для приложений, не были решены. Поэтому тематика рассматриваемой диссертационной работы, расширяющая область исследований на математически интересные и практически востребованные случаи, является, безусловно, актуальной.

Новизна результатов и вклад диссертанта. Для задачи проверки двусторонних статистических гипотез с заданными ограничениями на d -апостериорные вероятности ошибок первого и второго рода получена асимптотическая формула для минимального объема наблюдений, обеспечивающего существования d -гарантийного критерия (глава 1, теорема 1.2, формула (1.12)). Точность этой формулы проанализирована на трех вероятностных моделях. Для этой же статистической задачи предложена последовательная гарантийная процедура, которая существенно уменьшает требуемый объем выборки.

Разработана методика двустороннего доверительного оценивания в рамках d -апостериорного подхода для так называемой нормально-нормальной модели (глава 2, теоремы 2.1, 2.2). Найдена асимптотика (по возрастанию объема наблюдений) для вероятности попадания случайного параметра в интервал, принадлежащий семейству наиболее точных в d -апостериорном смысле интервалов. С помощью этой асимптотики предложен аналог наиболее точного семейства доверительных интервалов (глава 2, теоремы 2.1, 2.2).

При наличии априорных сведений о малости и положительности среднего значения нормального распределения, предложены последовательная и

основанная на фиксированном числе наблюдений процедуры оценивания, гарантирующие заданные ограничения на d -риск и точность оценки. Последовательная процедура обладает замечательным свойством: ее момент остановки с вероятностью единица не превосходит минимального объема наблюдений, при котором существует d -гарантийная оценка (глава 3, лемма 3.3).

Таким образом, в диссертационной работе Салимова Р.Ф. получены новые результаты, представляющие несомненную ценность для дальнейшего развития методов построения гарантийных процедур статистического вывода, особенно, в задачах множественного тестирования и оценки параметров.

Работа над диссертацией потребовала от Салимова Р.Ф. владения глубокими знаниями и различными техническими навыками в разных областях. Исследования вероятностных моделей и статистических методов, проводимые диссертантом, лежат на стыке таких математических дисциплин, как теория вероятностей, математическая статистика, вычислительная математика, математическое моделирование. Так, доказательство асимптотической формулы для необходимого объема выборки проведено при условиях регулярности, что предполагает прекрасное владение техникой локально асимптотически нормальных экспериментов (континуальные последовательности мер, теорема Бернштейна-фон Мизеса об асимптотическом распределении апостериорной меры, и т.п.). Исследование асимптотических свойств доверительных интервалов осуществлено классическими методами анализа лапласовских интегралов. С другой стороны, сравнение процедур, основанных на фиксированном числе наблюдений, с их асимптотическими аналогами, предполагает наличие навыков в использовании программных средств.

Полученные в диссертации результаты могут быть использованы при контроле качества на предприятиях, выпускающих медицинские препараты, а также в лабораториях, отслеживающих экологическое состояние окружающей

среды, и др. Обоснованность и достоверность результатов подтверждается строгими логически выверенными доказательствами всех утверждений, сформулированных в диссертации.

Диссертация состоит из введения, трёх глав и заключения; объем диссертации 105 страниц, список литературы содержит 51 наименование, по теме диссертации автором опубликовано 8 работ.

Отметим некоторые недочеты:

- имеется небольшое количество ошибок в пунктуации (стр. 45, 54),
- термин «замкнутость по отношению к моменту остановки» требует точного определения,
- отсутствует теоретический анализ характеристик распределения момента остановки процедур первого перескока при различении двух гипотез (хотя, конечно, это предмет отдельной диссертации),
- константа t в формулировке леммы 2.1 не определена,
- в условии (3.2) на стр. 76, по-видимому, предполагался супремум,
- на стр. 78 не указана переменная, относительно которой вычисляется производная,
- на стр. 98 автор не исправил фразу «в нашей статье» на более уместную.

Однако указанные замечания не умаляют научной и практической значимости диссертационного исследования, и в работе не было найдено сколь-нибудь существенных ошибок. Диссертация является завершённым научным исследованием и соответствует паспорту специальности 01.01.05 – «теория вероятностей и математическая статистика», автореферат адекватно отражает содержание диссертационной работы, ее основные идеи и выводы. Основные результаты диссертации опубликованы в профильных изданиях, удовлетворяющих требованиям ВАК.

Тем самым, рассматриваемая диссертационная работа является законченным научным исследованием, в которой содержится решение актуальных научных задач, имеющее существенное значение для теории вероятностей и математической статистики. Диссертация удовлетворяет всем требованиям к кандидатским диссертациям, содержащимся в п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Салимов Рустем Фаритович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 - «Теория вероятностей и математическая статистика».

Официальный оппонент, профессор, доктор физико-математических наук по специальности 01.01.05,

профессор Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»

Бернштейн Александр Владимирович

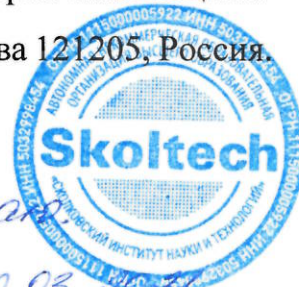
30 марта 2021 года



Телефон: +7 985 416-27-62, электронная почта: a.bernstein@skoltech.ru

Адрес: Сколковский институт науки и технологий, Территория Инновационного Центра «Сколково», Большой бульвар д.30, стр.1, Москва 121205, Россия.

<https://www.skoltech.ru/?lang=ru>



Юдичев Бернштейна А.В. подтверждает

РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА
КАДРОВОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ



30.03.2021