

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

УДК 519.2; 53.082.4519.21; 551.596

DOI: 10.17223/00213411/63/9/55

В.А. СИМАХИН¹, Л.Г. ШАМАНАЕВА^{2,3}, А.Е. АВДЮШИНА⁴РОБАСТНЫЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНЫХ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ *

Предложен взвешенный метод максимального правдоподобия (ВММП) для нахождения робастных оценок при обработке экспериментальных данных, содержащих выбросы. Метод позволяет получать робастные асимптотически несмещенные и эффективные оценки не только для удаленных, но и внутренних асимметричных и симметричных выбросов. Рассматриваются алгоритмы получения робастных оценок ВММП при параметрическом уровне априорной неопределенности. Показано, что данные оценки сходятся к оценкам максимального правдоподобия при неоднородной выборке для каждого распределения из супермодели Тьюки.

Ключевые слова: статистическая обработка данных физического эксперимента, неоднородные экспериментальные данные, робастные параметрические оценки.

Введение

Исследователям известна проблема появления в экспериментальных данных аномальных наблюдений (выбросов), которые могут существенно исказить результат [1–5]. Стандартные методы обработки таких измерений приводят к значительным смещениям и низкой эффективности оценок параметров и процедур принятия решений. На практике давно и широко используется интуитивно понятная процедура цензурирования выборки, для применения которой требовались непараметрические критерии обнаружения и отбраковки выбросов [6, 7]. Изначально рассматривались процедуры цензурирования для удаления экстремальных наблюдений в выборке из нормального распределения. В этом случае был предложен ряд параметрических критериев типа критериев Граббса и их обобщений [3], но получить непараметрические критерии в общем случае не удавалось [4]. Появление робастной статистики переориентировало задачу поиска непараметрических критериев для обнаружения выбросов на задачу синтеза процедур обработки данных, устойчивых к появлению выбросов [5–9]. Робастная статистика активно развивается, возникают новые задачи, накапливаются внутренние проблемы, которые требуют осмысления; на некоторых из них остановимся ниже. В робастной статистике введен ряд критериев робастности, на основе которых и синтезируются робастные процедуры [5–9]. Перед пользователем возникает непростой вопрос о выборе лучшей робастной процедуры, когда критерии робастности и классической эффективности [10] оказались противоречивыми [5–8]. Дело в том, что робастная оценка на классе распределений может иметь поразительно низкую эффективность для отдельных распределений из этого класса, например, робастные медианные оценки на классе распределений с легкими хвостами [11].

Возникает вопрос об оптимальной робастной процедуре. В идеальном случае, оптимальная робастная процедура должна быть эффективной (классический вариант эффективности [10]) для каждой конкретной ситуации из некоторого множества ситуаций, поэтому необходима настройка на ситуацию и переход к адаптивным процедурам. Робастные (α, β) – усеченные процедуры [7, 12] и их модификации позволяют снизить влияние выбросов, но возникают проблемы, связанные с определением параметров усечения. В результате появились различные робастные адаптивные оценки, основанные на алгоритмах адаптации параметров жесткого или мягкого усечения [2, 7, 11–13]. Несмотря на многочисленные исследования, возникают вопросы об эффективности таких адаптивных процедур для каждого распределения на классах локальных и глобальных супермоделей. Задачи такого типа относятся к классам семипараметрических и семинепараметрических задач математической статистики [7, 11].

С одной стороны, метод максимального правдоподобия (ММП) позволяет находить эффективные оценки для конкретной ситуации, но характеристики оценок ММП, как показывают многочисленные исследования, оказываются крайне неустойчивыми (не робастными) даже при не-

* Работа выполнена в рамках госзадания П.12.1.2. ИОА СО РАН (рег. № проекта АААА-А17-117021310152-4).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>