

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ»,

д.ф.-м.н., профессор

О.В. Нагорнов

09 октября 2015 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертационной работе Травина Андрея Александровича «Алгоритмы оценки квантильного критерия с заданной точностью в задачах стохастического программирования с кусочно-линейными и квадратичными функциями потерь», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и космическая техника)»

Диссертация А.А. Травина посвящена разработке новых численных алгоритмов нахождения вероятностного и квантильного критериев. Физический смысл рассматриваемого в диссертации вероятностного функционала (критерия) для систем управления летательными аппаратами - вероятность выполнения заданных требований по точности, в то время как функционал квантили - гарантированное с заданной вероятностью значение точности системы управления.

Принципиальным отличием разработанных в диссертации алгоритмов от известных схем является то, что эти алгоритмы генерируют не одну, а две числовые последовательности, сходящиеся к искомому значению оцениваемого критерия. Достоинство такого подхода заключается в том, что по разнице значений последовательностей можно контролировать точность получаемого приближенного решения и, тем самым, параллельно решать проблему необходимого количества шагов для нахождения решения с заданной точностью.

При решении прикладных задач, как правило, не удается найти аналитического представления функций распределения вероятностей для рассматриваемых целевых функционалов. В диссертации автор рассматривает применение разработанных алгоритмов для двух практически важных случаев, когда исходный целевой функционал является квадратичным, либо кусочно-линейным относительно случайных параметров. В этих случаях вычисление вероятностного критерия предлагается производить численно с заданной точностью с помощью сконструированных автором алгоритмов.

Для подсчета вероятности в инженерной практике в основном используется метод статистических испытаний (Монте-Карло), однако для проведения расчетов с использованием этого метода требуются большие вычислительные затраты, поскольку метод основан на проведении многократных статистических испытаний исследуемой модели и оценке вероятности как частоты успешных испытаний. Поэтому в последнее время наблюдается повышенное внимание к разработке новых численных алгоритмов

расчета вероятностных критериев, основанных на так называемом доверительном подходе к решению квантильных задач оптимизации и носящих рекуррентный характер.

Реализация таких новых алгоритмов вычисления квантильного и вероятностного критериев позволяет часто не только избежать проблем с вычислительными затратами, но и, как отмечалось выше, контролировать точность вычислений.

Поэтому актуальность разработанных в диссертации алгоритмов оценки значений критериев не вызывает сомнения.

Представленная диссертационная работа, состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений.

В вводной части диссертации обоснована актуальность темы исследования, сформулированы его цели и задачи, кратко изложено содержание диссертации и приведены результаты, выносимые на защиту. Дан обзор результатов в области вероятностного анализа, представлены распространенные оценки функций вероятности и квантили. Далее приведен метод двусторонней оценки квантильного критерия, рассмотрена постановка задачи, представлены теорема и алгоритм, порождающий последовательности оценок квантили. Рассмотрен метод вычисления квантили для квадратичной целевой функции, сформулирована и доказана лемма об априорной оценке функции распределения для рассмотренной схемы. Приводятся выводы и примеры расчетов оценок квантили для различных значений среднеквадратического отклонения и доверительной вероятности. Разработаны алгоритмы для построения двусторонних оценок вероятностного функционала для кусочно-линейных функций потерь в двумерном и трехмерном случаях. А.А. Травиным предложена и доказана лемма об априорной оценке функции распределения для рассмотренного алгоритма в двумерном случае. Приводятся выводы и примеры расчетов значений вероятностного функционала для различных плоских фигур и их сравнение с величинами, найденными с помощью аналитических преобразований. Рассмотрена прикладная задача оценки зависимости кругового вероятного отклонения точки падения летательного аппарата от полной сферической дальности полета и угла наклона траектории летательного аппарата в начале пассивного участка траектории. Описано математическое и программное обеспечение для реализации поставленной задачи. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение анализа рассеивания фрагментов летательных аппаратов на поверхности Земли с учетом атмосферного торможения и малых случайных возмущений вектора начальной скорости на пассивном участке. На последнем этапе алгоритма использованы описанные в первых двух главах методы для оценки кругового вероятного отклонения. С помощью разработанного программного обеспечения проведены вычисления для модельного примера. На модельном примере обнаружено, что рассеивание фрагментов резко нарастает при использовании «настильных» траекторий. Данный эффект является следствием аэродинамического торможения при движении фрагмента в атмосфере.

В заключительной части диссертации приведены основные результаты работы, показана практическая значимость полученных алгоритмов для прикладных задач аэрокосмической тематики.

В рамках проведения исследований автором получены следующие новые результаты:

Разработан численный метод, позволяющий вычислять значения вероятностного и квантильного критериев с заданной точностью. Алгоритм генерирует не одну, а две

сходящиеся последовательности, что позволяет более надежно получать оценки точности полученных приближенных решений.

Разработан алгоритм вычисления квантильного критерия с заданной точностью для квадратичной функции потерь. Получены гарантирующие априорные оценки точности вычислений функции вероятности для сконструированной квадратичной функции потерь.

Разработан алгоритм вычисления квантильного критерия с заданной точностью для кусочно-линейной функции потерь в двумерном и трехмерном пространствах. Получены гарантирующие априорные оценки точности вычислений функции вероятности для сконструированной кусочно-линейной функции потерь в двумерном случае.

Диссертация обладает практической значимостью, поскольку полученные результаты позволяют эффективно решать прикладные задачи, связанные с вычислением вероятностных и квантильных критериев, в частности, рассмотрена задача вероятностного анализа рассеивания точек падения фрагментов летательного аппарата для оценки района поиска фрагментов.

Достоверность результатов обеспечивается строгостью постановок и доказательств утверждений и результатами работы программных комплексов на тестовых примерах и сравнение их с аналитически вычисленными значениями.

Результаты диссертации, полученные лично автором, в достаточной степени представлены в 7 публикациях (3 из них опубликованы в научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ). Результаты докладывались и обсуждались на 5 конференциях и 1 научном семинаре. В опубликованных автором работах отражены основные положения его диссертации, а в материалах совместных публикаций в рецензируемых научных журналах и изданиях личный вклад автора является определяющим.

Диссертационная работа оформлена качественно и соответствует требованиям, установленным Министерством образования и науки Российской Федерации.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Изложенные в работе материалы обладают внутренним единством и непротиворечивостью.

Следует отметить следующие недостатки представленной работы:

- 1) В диссертации рассмотрен пример практического применения разработанных алгоритмов только для решения задачи рассеивания точек падения фрагментов летательного аппарата. Однако разработанные в диссертации алгоритмы могут быть применены и для решения других прикладных задач, в том числе и для решения задач авиационной и космической техники.
- 2) В названии диссертации указан только квантильный критерий, а в то же время в диссертации разработаны и используются алгоритмы для двух видов критериев – вероятностного и квантильного.
- 3) В текстах диссертации и автореферата функция распределения вероятностей определяется равенством $F(x) = P(\eta \leq x)$. Однако общепринятое определение функции распределения вероятностей соответствует равенству $F(x) = P(\eta < x)$

- 4) Хотя в целом тексты автореферата и диссертации написаны на достаточно четком и понятном для читателя языке, в них имеются погрешности орфографического и стилистического характеров.

Отмеченные недостатки не снижают значимости полученных А. А. Травиным результатов, а первое замечание может рассматриваться как рекомендация для проведения дальнейших исследований по данной тематике.

Диссертация А.А. Травина содержит новые научные результаты, имеющие существенное теоретическое и практическое значение, и является законченной научно-квалификационной работой. Она удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК при Министерстве образования и науки РФ к кандидатским диссертациям, а её автор Андрей Александрович Травин заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» за разработку алгоритмов расчета вероятностного и квантильного критериев.

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры Прикладной математики НИЯУ МИФИ (протокол № 9 от 28 сент. 2015).

Секретарь кафедры Прикладной математики НИЯУ МИФИ,

к.ф.-м.н.

/Чмыхов М.А./

Зам. зав. кафедрой

Прикладной математики НИЯУ МИФМ

по научной работе, профессор, д.ф.-м.н.

/Крянев А.В./

Председатель Совета по аттестации и подготовке

научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ,

д.ф.-м.н., профессор

/Кудряшов Н.А./

115409, г. Москва, Каширское ш., 31.

+7 (495) 788-56-99