

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Лукьяновой Натальи Александровны
«Разработка метода и алгоритмов рекуррентного построения
распределений вероятностей конечных случайных множеств»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 05.13.18 - Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы исследования. Диссертация Лукьяновой Н.А. посвящена разработке методических, алгоритмических и программных средств построения и исследования распределений вероятностей конечных случайных множеств. Одним из значимых результатов диссертационного исследования является, то что автором впервые применен аппарат ассоциативных функций для моделирования новых законов распределений в теории конечных случайных множеств. В работе показано, что многие практические задачи связанные с обработкой нечисловой информации могут быть сформулированы и исследованы в рамках этой теории, что показывает актуальность исследования.

Содержание работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, двух приложений, списка таблиц, списка иллюстраций и списка условных обозначений. Список литературы включает 157 наименования. Общий объем диссертации составляет 147 страниц, включая приложения.

Во *введении* отражена актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи диссертации, показаны научная новизна, практическая ценность, достоверность и обоснованность результатов диссертации, приведены основные положения, выносимые на защиту, указана степень апробации и реализации результатов диссертационного исследования, кратко раскрыто содержание глав диссертации.

В *первой* главе приведены основные определения и утверждения, касающиеся конечных случайных множеств. Основными результатами главы являются формулировка и доказательство двух теорем о достаточных условиях, при выполнении которых функция множества определяет распределение вероятностей конечного случайного множества II-го и V-го рода (параграф 1.2). Найденные условия дополняют известные необходимые условия существования распределения этих типов и используются в качестве теоретической базы при доказательстве теорем второй главы. Получены модификации границ Фреше для вероятностей пересечений и объединений

событий, которые уточняют необходимые и достаточные условия существования распределений вероятностей II-го и V-го рода (параграф 1.3). Уточненные границы Фреше применены в алгоритме 1 третьей главы.

Во *второй* главе изложены основные теоретические результаты диссертации. Предложен метод рекуррентного построения функций множества в качестве распределений вероятностей II-го рода на основе ассоциативных функций. Обосновано применение понятия ассоциативной функции к распределению вероятностей конечных случайных множеств. Предложенный метод решает проблему размерности, сокращая число параметров, необходимых для описания распределения, с 2^N до $N + 1$ параметра и генерирует новые классы распределений. Исследованию области применимости метода для каждого рассматриваемого семейства ассоциативных функций посвящен параграф 2.3, поскольку построенные функции множества могут не являться распределениями вероятностей. В параграфе 2.3 с помощью метода рекуррентного построения получены ранее известные законы распределений вероятностей (законы с независимо-точечной, вложенной и непересекающейся структурой зависимостей событий) и выявлены новые классы распределений. В параграфе 2.4 спектр рассматриваемых ассоциативных функций расширен за счет двойственных ассоциативных функций, на основе которых метод рекуррентного построения функций множества распространен для выявления распределений вероятностей V-го рода конечных случайных множеств

Третья глава диссертации посвящена описанию алгоритмов и комплекса программ. Изложенный во второй главе метод рекуррентного построения распределений вероятностей конечных случайных множеств ассоциативными функциями допускает численную реализацию с помощью соответствующих алгоритмов. Приведен пример экспериментальных исследований по обработке реальных данных по лекарственной устойчивости у больных туберкулёзом с целью апробации комплекса программ, результаты которого могут быть использованы для поддержки принятия решений при планировании медицинской помощи и распределении ресурсов здравоохранения. Хотелось бы отметить, что разработанный автором комплекс программ состоит из трех модулей и позволяет строить распределения конечных случайных множеств и вычислять их основные характеристики, проводить численную аппроксимацию эмпирических распределений теоретическими распределениями, построенными с помощью ассоциативных функций, а также моделировать выборки значений конечного случайного множества с заданным распределением и проводить серии вычислительных экспериментов.

В *заключении* сформулированы основные теоретические и практические результаты исследования.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Новизна полученных результатов. В диссертации Лукьяновой Н.А. в каждой главе отражены следующие новые научные результаты.

- Впервые доказаны достаточные условия существования распределений вероятностей II-го и V-го рода конечных случайных множеств. Эти условия служат обоснованием области применимости метода рекуррентного построения распределений вероятностей конечных случайных множеств (глава 1).
- Модифицированы известные границы Фреше для вероятностей пересечений и объединений случайных событий, с помощью которых были уточнены необходимые и достаточные условия существования распределений вероятностей II-го и V-го рода конечного случайного множества (глава 1).
- Разработан новый метод построения распределений вероятностей конечных случайных множеств на основе ассоциативных функций через меньшее число параметров. Предложенный метод позволяет получать новые классы распределений вероятностей конечных случайных множеств (глава 2).
- Разработан алгоритм построения распределений вероятностей для произвольной ассоциативной функции и его модификации для четырех конкретных ассоциативных функций, реализованные в виде комплекса проблемно-ориентированных программ, который позволяет моделировать и исследовать распределения вероятностей конечных случайных множеств, выполнять вычислительные эксперименты (глава 3).

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Все научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подтверждены математическими выкладками и доказательствами теорем. Возможные частные случаи полностью согласуются с известными результатами теории случайных множеств. Все теоретические результаты подтверждены результатами, полученными на основе вычислительных экспериментов и численных расчетов.

Теоретическое и практическое значение работы. Все перечисленные выше теоретические и практические результаты диссертационной работы Н.А. Лукьяновой являются новыми. Результаты исследований с помощью предлагаемого метода несомненно отличаются научной новизной и вносят существенный вклад в развитие теории случайных множеств. Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в рецензируемых журналах и прошли хорошую апробацию на конференциях международного и всероссийского уровней. По теме диссертации автором опубликовано 20 работ,

из них 8 работ в рецензируемых изданиях из списка, рекомендованного ВАК РФ, и входящих в международную базу научного цитирования Web of Science и Scopus. Также имеется 1 свидетельство о регистрации электронного ресурса. Результаты диссертационной работы могут быть использованы для дальнейшего расширения и изучения новых распределений вероятностей конечных случайных множеств.

Замечания по работе. По диссертации Лукьяновой Н.А. можно высказать следующие замечания.

1. В диссертации для обозначения различных объектов используются одинаковые имена, что приводит к путанице и затрудняет понимание. Например, в определении 1.2 X выполняет роль произвольного элемента алгебры, а далее в работе через X обозначают подмножества конечного множества событий. Также обозначение "x" систематически используется и для постоянной (в одной из частей равенства) и для переменной (в другой части равенства). Можно было бы изменить обозначения, например, постоянные обозначать a, b, c , и т.д., скажем, триплет в примерах будет $X = \{a, b, c\}$.
2. В диссертации в модуль *Simulation of finite random sets* программного комплекса предназначен для моделирования и проведения серии вычислительных экспериментов. Было бы полезно привести примеры подобных экспериментов.
3. В главе 3 проведен анализ разработанных алгоритмов и сделана оценка временной сложности. Считаю, что следовало бы сделать оценку пространственной сложности, чтобы понимать зависимость количества занимаемой памяти от размера входных данных.

Несмотря на вышеуказанные замечания, хочется отметить высокий уровень математической теоретической подготовки автора и ее умение использовать для решения поставленных задач методы математического моделирования и теории случайных множеств.

Общее заключение. Диссертационная работа Лукьяновой Натальи Александровны «Разработка метода и алгоритмов рекуррентного построения распределений вероятностей конечных случайных множеств» имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальной научной задачи построения и анализа новых законов распределений вероятностей конечных случайных множеств. Работа содержит оригинальные результаты в области математического моделирования, вычислительных методов и комплексов программ и отвечает следующим пунктам паспорта научной специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (шифр специальности 05.13.18):

п. 1 «Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений», п. 2 «Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей», п. 4 «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента». читаю, что диссертационная работа Лукьяновой Натальи Александровны «Разработка метода и алгоритмов рекуррентного построения распределений вероятностей конечных случайных множеств» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а Лукьянова Н.А. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент,
профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», доктор физико-математических наук (специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент

1 апреля 2017 г.

Моисеева Светлана Петровна

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Адрес: 634050, Российская Федерация, г. Томск, пр. Ленина, 36
Тел: +7 (3822) 529-852
Сайт: <http://www.tsu.ru>
E-mail: rector@tsu.ru

