

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертацию Иванова Сергея Валерьевича «Выборочные методы дискретизации иерархических стохастических моделей с вероятностными критериями», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Иванов Сергей Валерьевич окончил факультет прикладной математики и физики Московского авиационного институт (национального исследовательского университета) в 2012 году. В 2013 году он досрочно защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук на тему «Синтез гарантирующих и оптимальных стратегий в двухуровневых задачах стохастического линейного программирования с квантильным критерием» по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)» под руководством Наумова А.В.

После защиты кандидатской диссертации Иванов С.В. продолжил работу на кафедре теории вероятностей и компьютерного моделирования МАИ в должности доцента. В это время им был получен ряд новых научных результатов в области математического моделирования стохастических систем и стохастического программирования. С 2015 по 2017 год Иванов С.В. также работал в должности старшего научного сотрудника в Институте математики Сибирского отделения РАН, где в коллективе ведущих специалистов в области дискретной оптимизации развивал начатую тематику исследований и получил новые научные результаты в области стохастической двухуровневой оптимизации. Подготовленная диссертация «Выборочные методы дискретизации иерархических стохастических моделей с вероятностными критериями» является результатов многолетней научной деятельности Иванова С.В.

В диссертации Иванова С.В. предложен общий подход к построению и последующей выборочной дискретизации моделей стохастических иерархических систем. Доказаны новые теоретические результаты о качественных свойствах данных моделей и о сходимости построенных дискретизаций. На основе предложенного подхода разработаны численные методы и алгоритмы решения задач различных классов стохастического программирования. Предложенные численные методы алгоритмы реализованы в комплексе программ.

Актуальность данной работы обусловлена отсутствием общих подходов к моделированию стохастических иерархических систем с учётом вероятностных ограничений. Для многих классов задач, например для двухэтапных задач стохастического программирования с квантильным критерием, предложенные численные методы на сегодняшний день дают единственный способ построения асимптотически точных решений. Другие известные методы, основанные на построении статистических градиентов функций вероятности и квантили, приводят к непреодолимым трудностям, связанным с необходимостью вычисления объёмных и поверхностных интегралов. В ряде научных работ предпринимались попытки построения дискретизаций вероятностной меры, однако вопрос обоснования сходимостей таких дискретизаций оставался открытым. Известные результаты в этой области касаются только некоторых задач с критерием в форме математического ожидания и специального класса задач с вероятностными ограничениями. Важно отметить, что в условиях, когда при моделировании системы необходимо ориентироваться исключительно на доступную выборку, исследование выборочных аппроксимаций задачи является единственным возможным инструментом анализа системы.

Практическая значимость полученных результатов состоит в решении задачи оптимизации площади взлётно-посадочной полосы и в построении множества допустимых скоростей ветра в районе аэродрома. Кроме того, предложен ряд экономических моделей, включая модель планирования производства, определения налоговой ставки, размещения предприятия и др. Разработанный программный комплекс позволяет решать ряд задач в области авиационной техники и экономики, для формулировки которых используются математические модели с вероятностными критериями.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во введении обосновывается актуальность темы, приводится обзор известных результатов в области диссертационного исследования, а также краткий обзор последующих глав.

В первой главе описан общий подход к моделированию стохастических иерархических систем. Доказан ряд теорем о свойствах данных моделей. В частности, доказана полунепрерывность критериальных функций, обоснован выборочный метод, показана эквивалентность априорных и апостериорных постановок задачи. Приведён ряд конкретных экономических моделей, построенных с помощью разработанного подхода.

Во второй главе формулируется один из основных результатов работы, состоящий в обосновании выборочных дискретизаций изучаемых систем. Доказывается теорема о достаточно общих достаточных условиях сходимостей аппроксимаций моделей с вероятностным и квантильным критериями. Доказанные результаты распространяются на

классы двухэтапных и двухуровневых моделей. Кроме того, получены результаты о достаточном объеме выборки для построения аппроксимаций.

В третьей главе разрабатываются численные методы решения задач синтеза оптимальных стратегий в стохастических моделях. Предложены методы сведения двухэтапных и двухуровневых задач к эквивалентным смешанным целочисленным задачам. Разработаны методы построения оценок значения оптимального значения критериальной функции в двухуровневой модели размещения предприятий. Предложен численный метод решения задач стохастического программирования, основанный на дискретизации вероятностной меры и поиске с чередующимися окрестностями. Для линейных одноэтапных и билинейных двухэтапных задач предложены алгоритмы, основанные на разработанном численном методе.

В четвертой главе решается задача построения доверительных множеств поглощения в стохастических системах, представляющих собой множество уровня функции вероятности. Доказан ряд теорем о свойствах данных множеств, на основании которых предложен алгоритм их построения. Разработанный алгоритм применён для построения доверительных множеств поглощения в модели прогнозирования скорости ветра и в двухэтапной модели планирования производства.

В пятой главе описан комплекс программ, реализующих разработанные численные методы и алгоритмы синтеза стратегий в стохастических системах. Комплекс программ применён для синтеза оптимальных стратегий в моделях, описанных в разделе 1, и в задаче оптимизации площади взлётно-посадочной полосы.


Все результаты диссертации получены автором самостоятельно. Основные результаты опубликованы в рецензируемых научных журналах и докладывались на многих международных и всероссийских научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 28 научных работ, среди которых 6 статей в зарубежных журналах, индексируемых в международных системах цитирования WoS или Scopus, 9 статей в российских изданиях, индексируемых в международных системах цитирования WoS или Scopus, 2 статьи в журналах из перечня ВАК. Получено два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертация Иванова С.В. на соискание учёной степени доктора физико-математических наук обладает внутренним единством и представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, которые можно квалифицировать как крупное научное достижение.

Полученные новые результаты имеют важную научную и практическую значимость в области математического моделирования и анализа иерархических стохастических систем. Работа соответствует паспорту специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и паспорту специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Считаю, что Иванов Сергей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Научный консультант:
д.ф.-м.н., профессор,
заведующий кафедрой «Теория вероятностей и
компьютерное моделирование» МАИ


А. И. Кибзун
11.03.2020

Подпись Кибзуна А. И. удостоверяю.
Директор дирекции института «Информационные
технологии и прикладная математика» МАИ



С. С. Крылов