

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Бронер Валентины Игоревны «Методы исследования стохастических моделей систем релейного управления ресурсами», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность избранной темы.

В последние десятилетия интенсивно исследуются модели систем управления запасами при различных допущениях относительно схемы потребления ресурса, политики пополнения запасов и времени исполнения заявки. В частности, для решения задачи регулирования денежных потоков в финансовых структурах (например, в фонде социального страхования) часто используются математические модели систем релейного управления запасами. В современной литературе наиболее часто встречаются модели релейного управления запасами с экспоненциальными функциями распределения объемов потребления ресурса. Для такого типа моделей разработаны точные методы исследования. В ряде работ модели с произвольным распределением объемов потребления исследуются с помощью диффузионной аппроксимации, которая в свою очередь не может быть применена ко всем постановкам задач. Таким образом, диссертационная работа Бронер В.И., посвященная разработке методов исследования стохастических моделей систем релейного управления ресурсами, является актуальным научным исследованием.

Содержание работы.

Во введении обосновывается актуальность выбранной проблематики, приводится обзор предшествующих исследований. *В первой главе* предложена математическая модель стохастической системы релейного управления запасами с кусочно-постоянными скоростью поступления и интенсивностью случайного потока объемов потребления ресурса. Предложен метод характеристических чисел для решения интегро-дифференциального уравнения Колмогорова с кусочно-постоянными коэффициентами в случае фазовых распределений объемов потребления. Данный метод позволил найти аналитические выражения для стационарных плотностей распределения

вероятностей значений объемов накопленных ресурсов в системе управления запасами с релейным управлением для случаев m -фазных гиперэкспоненциальных, эрланговских и РН-распределений объемов потребления. Каждый из рассмотренных случаев проиллюстрирован численными примерами.

Во второй главе исследуется математическая модель стохастической системы релейного управления запасами при постоянной скорости поступления ресурса и кусочно-постоянной интенсивностью случайного потока потребления ресурсов. Данная модель является частным случаем модели, рассмотренной в первой главе. Для поиска стационарной плотности распределения уровня запасов, являющейся решением интегро-дифференциального уравнения Колмогорова с кусочно-постоянными коэффициентами с двумя значениями при произвольной функции распределения объемов потребления, разработаны два метода: неявной аппроксимации и явной аппроксимаций третьего, четвертого и пятого порядков. Указаны условия применимости разработанных методов и рассмотрены вопросы о качестве аппроксимации решения интегро-дифференциального уравнения Колмогорова. Автор показала, что с помощью предложенных методов неявной и явной аппроксимаций с высокой точностью удается аппроксимировать стационарное распределение уровня накопленного ресурса.

В третьей главе исследуется модель, представленная в первой главе, в случае произвольного распределения объемов потребления. Доказана теорема, в которой установлен аналитический вид стационарной плотности распределения уровня запасов для исследуемой модели при произвольном распределении объемов потребления. В рамках доказательства теоремы впервые применен метод преобразования Фурье для решения интегро-дифференциальных уравнений Колмогорова с кусочно-постоянными коэффициентами с двумя значениями при произвольной функции распределения объемов потребления. На основе численных экспериментов показано, что применение метода преобразований Фурье для решения интегро-дифференциального уравнения в некоторых случаях требует больших вычислительных затрат, что является ограничением для его применения.

В четвертой главе представлен комплекс проблемно-ориентированных программ и алгоритмов для исследования математических моделей систем

релейного управления запасами, а также численный анализ полученных результатов.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Достоверность основных положений и выводов подтверждается корректным использованием математического аппарата, методов теории вероятностей, теории случайных процессов, строгими математическими доказательствами формулируемых утверждений, согласованностью результатов, полученных разными методами, а также численными экспериментами и имитационным моделированием.

Научная новизна.

В диссертационной работе Бронер В.И. получены следующие новые научные результаты в области разработки и применения методов исследования стохастических моделей систем релейного управления запасами.

- 1) Предложена и исследована новая математическая модель системы релейного управления запасами с кусочно-постоянными скоростью поступления и интенсивностью случайного потока объемов потребления ресурсов.
- 2) Разработан метод характеристических чисел для решения интегро-дифференциальных уравнений Колмогорова с m -фазными распределениями объемов потребления. С помощью предложенного метода найден аналитический вид стационарных плотностей распределений вероятностей значений объемов накопленных запасов в системе управления запасами с релейным управлением и m -фазными гиперэкспоненциальным (формула (23)), эрланговским (формула (34)) и РН-распределениями (теорема 4) объемов потребления.
- 3) Для аппроксимации решения интегро-дифференциального уравнения с кусочно-постоянными коэффициентами с двумя значениями при произвольной функции распределения объемов потребления разработаны два новых метода: метод неявной аппроксимации и метод явной аппроксимации третьего, четвертого и пятого порядков.
- 4) Впервые применен метод преобразования Фурье для решения интегро-дифференциального уравнения с кусочно-постоянными коэффициентами с двумя значениями при произвольной функции распределения объемов потребления. Это позволило найти аналитический вид стационарных

международных и всероссийских научных конференциях. Автореферат корректно и в достаточной мере отражает содержание диссертационной работы.

На основании вышесказанного считаю, что диссертация Бронер Валентины Игоревны «Методы исследования стохастических моделей систем релейного управления ресурсами» полностью соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», и удовлетворяет всем 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 сама Бронер Валентина Игоревна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент

доцент кафедры высшей и прикладной математики
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Сибирский федеральный университет»
(660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 79/10;
(391) 206-21-48; www.sfu-kras.ru; rector@sfu-kras.ru),
кандидат физико-математических наук
(05.13.01 – Системный анализ, управление
и обработка информации), доцент



Семенова Дарья Владиславовна

22 мая 2018 г.

Подпись Д. В. Семеновой удостоверяю



Заведующий Сектором обработки документов

Общего отдела ФГАОУ ВО СФУ

Егорова Наталья Викторовна