

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Уанкпо Гектора Жибсона Кинманона «Исследование надёжности замкнутой резервированной системы обслуживания с произвольным числом источников данных и ограниченными ресурсами», представленную к защите в Постоянном Диссертационном Совете ПДС 0200.006 на базе Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика»

Актуальность темы диссертационной работы

В работе исследованы классические модели надёжности горячего и холодного резервирования, а также так называемые модели « k -из- n ». Автор получил аналитические выражения для показателей надёжности в случае показательного распределения времени работы до отказа и произвольного распределения времени ремонта. В случае произвольного времени ремонта показатели надёжности оцениваются методом имитационного моделирования (Монте-Карло).

Предложенные в диссертации аналитические и имитационные модели функционирования резервированных систем позволяют не только вычислять показатели их надёжности, но и проводить анализ зависимости характеристик надёжности системы от параметров модели, что представляется одним из перспективных направлений и отвечает современным прикладным задачам развития в данной научной области. Это определяет актуальность и значимость выбранного направления исследования.

Ввиду вышеизложенного, считаю, что тема диссертационной работы Уанкпо Гектор Жибсон Кинманон «Исследование надёжности замкнутой резервированной системы обслуживания с произвольным числом источников данных и ограниченными ресурсами» является, несомненно, актуальной и

соответствует специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

Содержание работы

Диссертация Уанкпо Г.Ж.К. включает в себя введение, три главы, заключение, список обозначений и сокращений, список литературы и шесть приложений.

Во **введении** приведена общая характеристика работы, проведен обзор научной литературы по тематике исследования, сформулированы цель и задачи исследования, перечислены основные результаты, обоснована их актуальность и значимость.

В **первой главе** проводится аналитическое исследование характеристик надежности резервированной системы передачи данных с помощью математической модели замкнутой резервированной системы обслуживания с одним ремонтным устройством $\langle M_n/GI/1 \rangle$ для разных типов резерва и разных случаев – однородной и неоднородной систем. Получены явные аналитические выражения для вычисления стационарного распределения вероятностей состояний рассмотренных систем как в общем случае, так и для некоторых частных случаев распределений. Получены асимптотические выражения для стационарных вероятностей состояний системы при редких отказах её элементов.

Во **второй главе** приводятся разработанные диссертантом алгоритмы имитационного моделирования, позволяющие вычислить показатели надежности модели $\langle GI_n/GI/1 \rangle$ и исследовать их зависимость от входных параметров модели для случая произвольного распределения как времени безотказной работы, так и времени ремонта отказавших элементов.

Третья глава содержит численное и графическое исследование характеристик надёжности систем и анализ их зависимости от параметров

модели с помощью полученных в предыдущих главах диссертации результатах аналитического и имитационного моделирования.

В **заключении** сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе.

В **приложениях** представлены разработанные алгоритмы имитационного моделирования в виде псевдокода.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Достоверность результатов диссертации определяется их строгими доказательствами, а также подтверждается численными расчетами и вычислительным экспериментом.

В диссертации получены следующие основные новые научные результаты:

- Построены математические модели систем $\langle M_n/GI/1 \rangle$ с ограниченным числом источников заявок с показательным распределением времени безотказной работы элементов и произвольным распределением времени их ремонта, аналитически найдены вероятностно-временные характеристики надежности этих систем различной конфигурации и разного типа резерва, выведены асимптотические выражения для стационарных вероятностей состояний системы при редких отказах её элементов.
- Проведён анализ зависимости вероятностно-временных характеристик надежности рассматриваемых систем от параметров модели (типа резерва, коэффициента вариации времени ремонта, вида распределения времени ремонта).

Степень обоснованности научных положений, результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Высокая степень обоснованности основных научных положений, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается адекватностью выбранных математических моделей, корректным использованием математического аппарата, включающего методы теории вероятностей, марковских случайных процессов, математической теории надежности, численные методы.

Ценность результатов работы для науки и практики

Практическая значимость работы определяется разработкой алгоритмов и программного сопровождения для расчета вероятностно-временных характеристик надежности моделей резервированных систем различной структуры с разными типами резервирования и с произвольными исходными распределениями.

Теоретическую значимость представляют разработанные в ходе диссертационного исследования математические методы и вычислительные алгоритмы для вычисления вероятностно-временных характеристик надежности моделей резервированной системы передачи данных, а также для исследования их зависимости от исходных параметров моделей.

Немаловажным является тот факт, что часть результатов диссертационной работы получена в ходе научно-исследовательских работ по проектам, поддержанным различными фондами.

Полученные теоретические и практические результаты можно использовать в учебном процессе на уровне магистратуры при чтении курсов, посвященных стохастическому моделированию, теории случайных процессов и теории надежности.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертационной работы отражены в 18 публикациях, в том числе в 8 печатных изданиях, индексируемых в Web of

Science и Scopus, 5 статьях, опубликованных в журналах из Перечня российских рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ, и 5 – в других рецензируемых научных изданиях. Также результаты апробированы на многочисленных крупных международных и российских профильных конференциях. Кроме того, по результатам диссертационной работы зарегистрированы 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат хорошо структурирован, его содержание правильно и в достаточной мере отражает содержание диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе

К диссертационной работе имеется ряд замечаний.

1. Автор считает, что рассмотренные модели актуальны для оценки надежности телекоммуникационных сетей, как проводных, так и мобильных, но не демонстрирует ни одного примера (ни реального, ни даже модельного) применения предлагаемых методов и моделей. По нашему мнению, функционирование телекоммуникационных сетей обладает рядом особенностей, которые не описываются моделями типа « k из n ». Возможность применения таких моделей к сетям передачи данных требует значительно более глубокой проработки.
2. В гл. 2 автор предполагает для элементов системы произвольное распределение времени работы между отказами и времени ремонта. Однако в гл. 3 исследованы только 5 классических унимодальных распределений. Такое моделирование не позволяет оценить широкий диапазон вариантов возможного поведения реальных систем.
3. Оценка вероятностей имитационным методом предполагает многократное моделирование траекторий случайного процесса. Точность

оценки зависит от количества траекторий (обозначенных автором как NG). Было бы естественно зафиксировать некоторую точность (автор приводит оценки вероятностей с точностью до 10^{-9} !) и определить необходимое количество траекторий, однако в работе не приводятся ни количество траекторий, ни погрешность оценок.

4. На рис. 3.9 (с.86) показана резко осциллирующая зависимость вероятности безотказной работы от скорости восстановления, что свидетельствует о вычислительной неустойчивости метода расчета. Это явление никак не было проанализировано в работе.
5. Выбран неудачный способ представления результатов на рисунках 3.6, 3.19, 3.20 – происходит наложение графиков.
6. При описании математической формулировки проблемы допущен ряд недочётов:
 - с.21: не введены обозначения $b(x), B(x)$;
 - с.30–33: в выкладках присутствуют параметры ψ_i и Φ_i , которые ранее не вводились; более того, обозначение Φ_i вводит читателя в заблуждение, поскольку это стандартное обозначение для гауссовской функции распределения;
 - ссылки на формулы следует давать в круглых скобках (например, на с. 50 вместо «Уравнение 37» нужно писать «Уравнение (37)»);
 - в заголовках не следует ставить точки (как на с.10 и др.).

Указанные недостатки не снижают общее положительное впечатление о диссертационной работе.

Заключение

Диссертационное исследование Уанкпо Гектора Жибсона Кинманона на тему «Исследование надёжности замкнутой резервированной системы

обслуживания с произвольным числом источников данных и ограниченными ресурсами» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи исследования надёжности замкнутой резервированной системы обслуживания с произвольным числом источников данных и ограниченными ресурсами.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук согласно п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного Ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор, Уанкпо Гектор Жибсон Кинманон, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

Официальный оппонент, кандидат технических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), ведущий специалист ООО «Индасофт»,

Иткин Виктор Юрьевич

Тел.: +7 (909) 693-60-58

E-mail: itkin.v@gubkin.ru


В.Ю. Иткин

Подпись Иткина В.Ю. заверяю
Генеральный директор ООО «Индасофт»

« 6 » ноября 2024 г.



Э.О. Сюч

ООО «Индасофт»

Адрес: 17342, Москва, ул. Бутлерова, д. 17, офис 4013.