

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ивановой Ники Михайловны «Исследование вероятностно-временных характеристик моделей k -из- n с приложением к анализу надёжности привязного мультироторного летательного модуля» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика

В настоящее время широкое развитие получили привязные высотные телекоммуникационные платформы длительного функционирования на базе мультироторных летательных модулей. Такие платформы занимают промежуточное положение между спутниковыми системами и наземными системами, оборудование которых (базовые станции сотовой связи, радиорелейное и радиолокационное оборудование и т.д.) располагается на высотных сооружениях. Возможность передачи по кабелю с земли на борт БПЛА энергии большой мощности в привязных беспилотных высотных платформах позволяет осуществлять подъем и удержание на высотах порядка 100 метров полезной телекоммуникационной нагрузки в течение длительного времени, ограниченного лишь характеристиками надёжности БПЛА.

Обеспечение высокой надёжности привязных беспилотных высотных платформ является комплексной задачей, включающей в себя как вопросы математической теории надёжности, так и технические (инженерные) вопросы повышения надёжности (учёт ветровых нагрузок на летательный модуль, учёт веса кабель-троса и др.). Диссертация Ивановой Н. М. фокусируется на математической части этой проблематики, которая моделируется с помощью моделей надёжности типа k -из- n . В связи с широким применением моделей k -из- n во многих сферах человеческой деятельности их изучению посвящено множество работ. Однако модели восстанавливаемых систем типа k -из- n с произвольным распределением времени восстановления как компонентов, так и всей системы для сценариев частичного и полного ремонта системы не были рассмотрены ранее. Поэтому аналитические и численные результаты, представленные в настоящей диссертации, существенно расширяют полученные ранее. Кроме того, рассматривается и имитационный подход для исследования моделей с произвольным распределением времени безотказной работы компонентов.

На начальных этапах проектирования привязной беспилотной высотной телекоммуникационной платформы параметры надёжности (функции распределения времени безотказной работы и восстановления) компонентов обычно известны лишь приближенно. В связи с этим, важной проблемой для оценки надёжности системы является исследование чувствительности (диапазона изменения выходных параметров модели и устойчивости их к возможным изменениям входных параметров модели надёжности). Диссертация Ивановой Н. М. рассматривает и эту важную проблему. С помощью численного и имитационного подходов показано, как влияют функции распределения времени безотказной работы и ремонта, а также соответствующие коэффициенты вариации на стационарные и нестационарные вероятностные характеристики надёжности моделей k -из- n .

К работе имеются следующие замечания:

1. В автореферате на странице 10 описание двумерного марковского процесса $Z(t)$ и пространство его состояний следовало бы сопроводить поясняющим графом переходов, о котором упоминается в тексте.
2. На странице 20 упоминается термин «квантиль надёжности», но его определение в автореферате не введено.
3. В описании главы 3 на странице 20 не указано, в какой среде программирования проводилось имитационное моделирование.
4. На странице 21 представлены выводы по анализу чувствительности функции надёжности и коэффициента готовности моделей 2-из-6 и 3-из-6, сформулированные по результатам экспериментов имитационного моделирования. При этом выводы относительно надёжности гексакоптера и его двигателей не представлены.

Несмотря на имеющиеся замечания считаю, что диссертационное исследование имеет высокую научную ценность, а автореферат в полной мере отражает содержание диссертации, её актуальность и научную новизну. Результаты работы отражены в достаточном количестве публикаций, а также являются частью исследования в рамках гранта РФФИ «Разработка и исследование методов повышения надёжности привязных высотных беспилотных телекоммуникационных платформ нового поколения» под моим руководством.

Считаю, что диссертация соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Иванова Ника Михайловна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Главный научный сотрудник Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, доктор технических наук (05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации), профессор

Вишневецкий Владимир Миронович

13.09.2023



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук
Контакты: 117997 г. Москва, Профсоюзная, 65
Тел.: +7 495 334-89-10, e-mail: dan@ipu.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ивановой Ники Михайловны «Исследование вероятностно-временных характеристик моделей k -из- n с приложением к анализу надёжности привязного мультироторного летательного модуля» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. – Теоретическая информатика, кибернетика

В диссертационной работе Ивановой Ники Михайловны рассмотрена модель резервированной системы k -из- n , с помощью которой исследуется надёжность мультироторного летательного модуля. Кроме того, в диссертации затронута проблема чувствительности характеристик надёжности к виду исходной информации о системе. Эта проблематика тесно связана с классическими работами по исследованию прикладных стохастических систем и в настоящее время имеет высокую практическую значимость, поскольку анализ влияния исходных параметров системы на её ключевые показатели надёжности может упростить математическую модель, а также определить набор рекомендаций для повышения надёжности системы.

Достоверность аналитических результатов, подтверждается строгими математическими выкладками, проведенными с использованием математического аппарата теории вероятностей и случайных процессов, интегрально-дифференциального исчисления, а также численными экспериментами и его согласованностью с ранее известными результатами.

Автореферат написан математически корректным языком и хорошо структурирован. Как часть выполненной научной работы автореферат отражает компетентность автора в области проводимых исследований и хорошее владение используемых математических методов.

В автореферате довольно сжато представлены результаты третьей главы. Считаю было бы уместно для наглядности представить графическую интерпретацию полученных результатов, а также выводы и рекомендации по их использованию для расчета характеристик реальных систем с параметрами $n > 6$.

Указанные замечания не уменьшают общее благоприятное впечатление от работы и ее значимость.

Материалы диссертационной работы широко апробированы на профильных научных конференциях, и в полной мере отражены в достаточном количестве научных публикаций, в том числе в высокорейтинговых журналах, проверены на практике и их достоверность и принадлежность автору сомнений не вызывают.

Считаю, что диссертационная работа Ивановой Ники Михайловны «Исследование вероятностно-временных характеристик моделей k -из- n с приложением к анализу надёжности привязного мультироторного летательного модуля» отвечает требованиям п.2.2 раздела II Положения о присуждении учёных степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумба», утверждённого Учёным советом РУДН протокол № 12

от 23.09.2019 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор, Иванова Ника Михайловна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 – Теоретическая информатика, кибернетика.

Заведующий кафедрой теории вероятностей и математической статистики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», доктор физико-математических наук, (05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), профессор

Моисеева Светлана Петровна

11.09.2023

Подпись Моисеевой С. П. заверяю:

Данилюк Елена Юрьевна, кандидат физ.-мат. наук, доцент, заместитель директора ИПМКН по учебной работе.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», институт прикладной математики и компьютерных наук, кафедра теории вероятностей и математической статистики

Контакты: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

Тел.: +7 (3822) 529-496



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ивановой Ники Михайловны «Исследование вероятностно-временных характеристик моделей k -из- n с приложением к анализу надёжности привязного мультироторного летательного модуля» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика

Диссертация Ивановой Ники Михайловны посвящена исследованию восстанавливаемых моделей горячего резервирования k -из- n с произвольным распределением времени ремонта компонентов и анализу чувствительности их вероятностных характеристик надёжности к изменению исходных параметров. Такая постановка задачи отличается высокой теоретической и практической значимостью и отвечает актуальной научно-исследовательской повестке. Следует отметить, что эта проблематика также тесно связана с классическими исследованиями по устойчивости систем, играющих ключевое значение во всех естественных науках.

Представленная к защите работа содержит ряд новых результатов, которые значительно расширяют полученные ранее, что полностью отражено в автореферате. Используя классические методы исследования немарковских процессов, а именно метод введения дополнительных переменных, вывод дифференциальных уравнений Колмогорова в частных производных, их решение с помощью метода характеристик для вычисления вероятностей состояний переходного режима, а также метод вариации постоянных, диссертантом проведено комплексное аналитическое исследование основных вероятностно-временных характеристик надёжности моделей k -из- n для двух сценариев восстановления системы после её отказа. С помощью численного исследования проведён анализ чувствительности полученных характеристик к виду функции распределения и значению коэффициента вариации времени ремонта компонентов. Кроме того, представлен анализ чувствительности характеристик надёжности моделей при непоказательном распределении времени безотказной работы компонентов, проведённый с помощью имитационного моделирования.

Разработанные модели и методы расчёта их характеристик применены к анализу надёжности мультироторного летательного модуля. При этом отмечено, что полученные результаты могут быть применены и к другим техническим системам.

Автореферат в полной мере раскрывает актуальность темы исследования, цели, научную новизну. Положения, выносимые на защиту, соответствует заданной тематике диссертационной работы и решают поставленные задачи.

Результаты диссертации апробированы в достаточном количестве напечатанных работ и представлены на различных всероссийских и международных конференциях.

К автореферату имеются следующие замечания:

1. В работе имеются опечатки, так, например, на стр. 10 в определении вероятностей $\pi_i(t)$ интеграл должен быть до t вместо ∞ . На стр. 15 некорректно записана формула преобразования Лапласа функции надёжности. Также имеются орфографические опечатки.
2. При введении случайного процесса $J(t)$ на стр. 10 не указано, как определяется процесс в начальный момент времени.
3. На стр. 14 в пояснении к формуле преобразования Лапласа плотности распределения покомпонентного ремонта в точке $s + \lambda_i$ символ i стоило бы заменить на 1, поскольку в формуле (10) представлено только $\tilde{b}(s + \lambda_1)$.
4. При описании содержания раздела 1.4 указано, что для вычисления функции надёжности рассматривается процесс $Z(t)$ с поглощением в состоянии k . Не указано, что подразумевается под поглощающим состоянием и не приведено новое пространство состояний такого процесса.

Приведенные замечания не снижают высокой оценки выполненного исследования.

Считаю, что диссертация соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Иванова Ника Михайловна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Профессор кафедры теории вероятностей механико-математического факультета МГУ, доктор физико-математических наук. (01.01.05 – Теория вероятностей и математическая статистика)

Булинская Екатерина Вадимовна

7.09.2023

Бун

Нач. отдела кадров:

Сел. (Коломова И.А.)



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», механико-математический факультет, кафедра теории вероятностей

Контакты: 119992 Москва, ГСП-2, Ленинские Горы, тел.: +7(495)9391403