

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета
на диссертацию Белоусовой Марии Владимировны на тему
«Оптимизация производственных процессов на основе методов
анализа надежности технических систем»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы исследования. В течение долгого времени развивалась теория надежности технических устройств, сложных систем, состоящих из множества устройств, развивались методы повышения надежности таких систем. В настоящее время теория надежности применяется практически во всех областях промышленности, где используются сложные технические и информационные системы. Несмотря на то, что бурное развитие теории надежности пришлось на прошлый век, в настоящее время ученые данной области адаптируют имеющиеся методы под новые системы и стандарты их работы, а также разрабатывают новые методы, позволяющие использовать современные информационные технологии, недоступные в прошлом веке. В данной работе разрабатывается комплекс методов анализа надежности для сферы железнодорожного транспорта, внимание к компонентам которого непрерывно возрастает в последние годы. Эта область, несомненно, относится к приоритетным направлениям развития государства.

Содержание работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и нескольких приложений, включает 146 страниц в русскоязычной версии. Список литературы содержит 99 наименований. В первой главе вводятся основные понятия, приводится краткое описание методов, применяемых при анализе надежности технических устройств и систем, а также при решении задач оптимизации времени технического обслуживания систем с учетом человеческого фактора. Вторая глава посвящена оценке параметра потока отказов дверей с использованием построения новых структурных схем системы и моделирования марковского процесса. В третьей главе описывается круг задач, для решения которых требуется принятие решений на основе имеющихся статистических данных. Здесь обосновывается выбор специальных критериев и демонстрируются результаты их применения на практике. Прогнозирование надежности на основе модели временных рядов Хольта-Уинтерса производится в четвертой главе. В пятой главе описывается модель надежности системы с учетом человеческого фактора. Для описания вероятности отказа, обусловленного человеческим фактором, используется функция распределения Вейбулла. Автором предлагается функция затрат на техническое обслуживание, и получено условие оптимальности на конечном промежутке времени.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит несколько новых интересных моделей, относящихся к области надежности технических устройств и систем. К новым результатам можно отнести метод задания нормируемых показателей надёжности на основе комплексного применения структурного анализа системы или устройства и марковского подхода. Также в работе обоснован выбор статистических критериев для анализа надёжности реальных производственных систем, аргументирован выбор нечасто используемого критерия, который показал хорошие результаты при применении на

практике. В диссертации разработан новый метод нахождения оптимального периода профилактического обслуживания, в котором учитываются влияние человека-оператора и внутренняя надёжность системы, на основе которых исследуется функция удельных затрат. Доказаны леммы и теоремы об условиях существования оптимального решения. Также к новым результатам работы можно отнести метод нахождения оптимального периода замены компонентов сложной системы, являющийся результатом многоэтапного подхода к формированию расписания плановых замен компонентов.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты, полученные в работе, имеют несомненную практическую значимость и рекомендуются для применения в анализе надёжности технических систем, в частности, для железнодорожного транспорта. Теоретический интерес представляет метод определения нормируемых показателей надёжности на основе структурного анализа и моделируемого марковского процесса. Несомненный практический интерес представляет обоснованный выбор критерия проверки специальных статистических гипотез в области надёжности и промышленной аналитики. Теоретический и практический интерес представляет предложенный автором алгоритм нахождения периода замен компонентов сложной системы на основе введенной функции затрат. В целом, вся работа является по сути набором математических моделей и предложенных автором решений задач для оценки надёжности технических систем с учетом современных условий их работы.

Степень обоснованности научных положений. Достоверность полученных научных результатов обусловлена строгим доказательством всех сформулированных математических утверждений. Результаты работы Белоусовой М.В. были доложены на нескольких российских конференциях. Научное исследование было поддержано грантом РФФИ. Основные результаты диссертации опубликованы в шести работах, включая пять статей, опубликованных в журналах из списка ВАК.

Замечания к диссертационной работе. Работа произвела положительное впечатление, все главы содержат четкую постановку задачи, подробно описанные решения, выводы. Особенно понравилось то, что автор работы отталкивался от практических задач и предлагал адекватные математические модели для описания проблемы, а также обоснованные решения. Повествование последовательное, все утверждения четко сформулированы и доказаны. К работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В списке литературы много книг и технических документов типа ГОСТ. Включение последних в список литературы в большом количестве объясняется тем, что автор работал с реальными техническими системами. В списке литературы практически отсутствуют ссылки на статьи, которые бы позволили сравнить полученным автором результаты с результатами, опубликованными в ведущих журналах в области теории надёжности. Отмечу, что в списке литературы есть ссылка на страницу журнала "Transactions on reliability", но не на конкретные статьи из этого журнала.
2. Положения 4 и 5, выносимые на защиту, сформулированы слишком обще. Мне кажется, требуется более конкретные формулировки по этим пунктам.
3. Рассчитанное автором в первой главе значение нормируемого показателя безотказности в три раза меньше предполагаемого изначально. Это существенная

корректировка. Возникает следующий вопрос: не учитывались ли какие-либо другие свойства технической системы (помимо тех, что рассматривались автором диссертационного исследования) при предыдущих расчетах, которые дали такой существенно отличный результат?

4. В главе 3 при замене оборудования предполагается, что оно заменяется на другое с похожими характеристиками. Почему не предполагается, что оно может заменяться на оборудование с такими же или лучшими характеристиками? Внесет ли такое предположение изменение в процедуру проверки гипотез? Есть ли обоснование, почему рассматривается только подобное, но не лучшее оборудование при замене?
5. В главе 4 описываются методы построения временных рядов, но не приводятся в работе полученные автором уравнения. Также хотелось бы оценить, насколько хорошо использовать построенные уравнения для прогнозирования. В связи с этим, было бы полезно использовать часть данных для построения модели, а по последним имеющимся данным сравнить прогнозные значения с реальными значениями.
6. Непонятно, что понимается под «общим случаем» в названии раздела 5.3.1 и формулировке леммы 5.1.

Указанные замечания не сказываются на общем положительном впечатлении от данной диссертационной работы. Работа содержит интересные постановки в области анализа и оптимизации производственных процессов. Автор диссертационного исследования предлагает обоснованные с теоретической и практической точки зрения методы решения поставленных задач, результаты аккуратно описаны и доказаны автором в работе. Белоусова М.В. имеет достаточное число публикаций по теме исследования в российских научных изданиях, включенных в перечень ВАК. Результаты работы были доложены на российских научных конференциях. Содержание диссертации соответствует специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Заключение. Диссертация Белоусовой Марии Владимировны на тему: «Оптимизация производственных процессов на основе методов анализа надежности технических систем» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 №11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Белоусова Мария Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук, доцент,
профессор Кафедры математической теории игр
и статистических решений,
Санкт-Петербургский государственный университет



Е.М. Парилина
27.12.2023