



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»
(ГУАП)**

Большая Морская ул., д. 67, лит. А, Санкт-Петербург, 190000
Тел. (812) 710-6510, факс (812) 494-7057
E-mail: common@aanet.ru; http://www.guap.ru
ОКПО 02068462; ОГРН 1027810232680
ИНН/КПП 7812003110/783801001

27.06.2022 № 54-2282/22

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ГУАП

Д.э.н., профессор

Ю. А. Андошина

«27» июня 2022 г.



ОТЗЫВ ведущей организации

на диссертационную работу Алексеевой Анастасии Валерьевны
«Методы и алгоритмы повышения эффективности контроля многомерного
рассеяния показателей функционирования сложных технических систем»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и
обработка информации (информационные технологии и
промышленность).

Актуальность темы

Повышение эффективности контроля показателей функционирования сложных технических систем – одна из важных задач системного анализа. Для многих систем наиболее важным является обеспечение стабильности работы. Мониторинг стабильности показателей функционирования может быть осуществлен с использованием методов статистического управления процессами. Сложные технические системы характеризуются наличием множества коррелированных показателей, для которых необходимо применение многомерных методов. Для мониторинга многомерного рассеяния используется алгоритм обобщенной дисперсии. Контроль на основе этого алгоритма стал активно применяться лишь с 90-х годов прошлого века, однако

вопросы, связанные с эффективностью такого подхода изучены недостаточно; это обстоятельство и обуславливает актуальность исследования.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 110 наименований. Объем работы составляет 149 страниц, включая 70 рисунков, 2 таблицы и 4 приложения.

Во введении обоснована актуальность темы работы, сформулированы цель и задачи исследования, отмечена теоретическая и практическая значимость решаемых задач, описаны структура, объем и содержание диссертации, приведены сведения об использовании, реализации и апробации результатов работы.

В первой главе выполнен краткий обзор исследований в области многомерного статистического контроля показателей функционирования сложных технических систем. Для мониторинга независимых показателей могут быть использованы стандартные карты Шухарта. При контроле среднего уровня коррелированных показателей функционирования системы используются методы, основанные на алгоритме Хотеллинга. Для контроля многомерного рассеяния Д. Монтгомери предложил использовать алгоритм обобщенной дисперсии – определителя ковариационной матрицы. Для построения карты обобщенной дисперсии используется асимптотически нормальное приближение. В обзоре рассмотрены разновидности этих карт, проанализированы возможные погрешности при контроле, а также методы оценки эффективности этих карт. Исследованы различные подходы, обеспечивающие повышение эффективности контроля.

Использование методов статистического контроля для диагностики стабильности функционирования сложных технических систем помогает предотвратить нарушения стабильности до выхода значений контролируемых показателей процесса за границы допуска. Однако часто рассмотренные методы контроля недостаточно быстро реагируют на возникающие нарушения, особенно связанные с увеличением многомерного рассеяния – эта проблема до настоящего времени проработана недостаточно.

Обзор современного состояния проблемы многомерного контроля стабильности работы систем позволил сформулировать задачи исследования.

Во второй главе разработаны методы и алгоритмы контроля многомерного рассеяния показателей функционирования сложных технических систем.

Повысить эффективность контроля многомерного рассеяния показателей процесса позволяет подбор оптимальных параметров алгоритма обобщенной дисперсии на этапе подготовки к проведению контроля. Для многих процессов очень важно, чтобы время, в течение которого процесс нестабилен, было минимально. Сформулирована соответствующая задача оптимизации и предложен алгоритм ее решения.

Для повышения эффективности статистического контроля процесса с точки зрения сокращения времени обнаружения нарушения, предлагается три метода: поиск структур специального вида на карте обобщенной дисперсии, применение предупреждающей границы на контрольной карте и построение карты экспоненциально взвешенных скользящих средних для обобщенной дисперсии.

Как следует из результатов проведенных статистических испытаний, лучшим методом повышения эффективности алгоритма обобщенной дисперсии оказался анализ наличия структур специального вида (вероятность возникновения подобных структур во время нормального хода процесса сравнительно мала – соизмерима с вероятностью ложной тревоги).

В третьей главе разработано программное обеспечение для контроля рассеяния показателей, включая предложенные методы модификации алгоритма обобщенной дисперсии для повышения его эффективности к обнаружению возможных нарушений процесса функционирования объекта, а также программа подбора оптимальных параметров карты обобщенной дисперсии. Показаны соответствующие блок-схемы и результаты работы программ.

В четвертой главе представлены результаты контроля показателей функционирования реальных технических объектов с применением разработанных методов. Рассмотрен процесс контроля стабильности вибраций гидроагрегата по показаниям 10 датчиков. В системе очистки воды Санкт-Петербургского водоканала контролировалось 7 характеристик качества питьевой воды и 6 физико-химических характеристик источника «Западный Кронштадт». Подобным образом проводился контроль стабильности процесса производства теплоизоляционных плит. Показано, что предложенные методы повышения эффективности контроля обеспечили существенное снижение времени обнаружения нарушения по критерию стабильности многомерного рассеяния процесса.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в ходе диссертационного исследования.

Научная новизна. Научной новизной обладают, на наш взгляд, следующие результаты диссертационной работы:

1. Впервые разработаны методы поиска оптимальных значений объема выборки, частоты взятия выборок и положения контрольных границ для алгоритма обобщенной дисперсии.
2. Предложены новые методы повышения качества контроля многомерного рассеяния, подтвердившие свою эффективность при проведении статистических испытаний.
3. С использованием предложенных методов и алгоритмов получены новые результаты численного исследования стабильности функционирования сложных технических систем: системы управления гидроагрегатом, системы водоочистки, процесса производства теплоизоляционных плит.
4. Разработаны алгоритмы и программы контроля коррелированных показателей функционирования сложных технических систем, отличающиеся использованием предложенных методов с целью повышения эффективности контроля многомерного рассеяния.

Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается корректным применением математического аппарата системного анализа, методов численного исследования, результатов испытаний, а также внедрением полученных результатов.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке новых методов и алгоритмов поиска оптимальных параметров контроля многомерного рассеяния, обеспечивающих повышение эффективности мониторинга показателей функционирования сложных технических систем.

Практическая значимость заключается в том, что, использование разработанных алгоритмов и программного обеспечения на основе предложенных методов обеспечивает повышение стабильности функционирования и надежности работы технических объектов.

Рекомендации по использованию полученных в работе результатов

Разработанные теоретические положения и практические рекомендации могут быть использованы при диагностике неисправностей различных технических объектов, а также в учебном процессе по дисциплинам, связанным с анализом надежности и качества.

Замечания по диссертационной работе:

1. Непонятно, как на практике оценить опасное значение d при увеличении обобщенной дисперсии – формула (2.2) на стр. 38.
2. Нет пояснений, каким образом задается количество точек в неслучайных структурах? Почему, например, именно 7 последовательных точек с одной стороны от центральной линии является такой структурой, а 6 точек – нет?
3. Для оценки корректности проведенных испытаний представляло бы интерес сравнить расчетные значения средней длины серий по формуле (2.28) на стр. 53 и опытные данные по регрессионной модели - эмпирической формуле (2.29).
4. При проведении испытаний использовано 1000 выборок. Из каких соображений задано такое значение?
5. На стр. 104 – значения вибраций гидроагрегата усреднялись по 10 сек – почему 10, а не по 30, например?

6. На стр. 117 - мониторинг качества воды проводится раз в сутки, но за сутки показатели могут измениться очень существенно, и принять недопустимые значения? Не уточнено, учитывалось ли влияние сезонности – ведь в разное время года эти значения существенно различны?

7. В заключении указано, что затраты при контроле теплоизоляционных плит снизились на 30%, однако не показано, откуда это число, как оно получено?

Заключение по работе

Диссертационная работа Алексеевой А.В. является законченной научно-квалификационной работой. Новые результаты, полученные диссертантом, имеют научную ценность и практическую значимость.

Представленные замечания не снижают ценности проведенного автором исследования и общую положительную оценку работы.

Автореферат диссертации отражает основное содержание исследования. По материалам работы опубликованы 22 статьи, в том числе 8 в журналах по списку ВАК и 4 в изданиях, индексируемых в Scopus, получены 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Тематика и содержание диссертации Алексеевой А.В. соответствуют паспорту специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии и промышленность).

Диссертационная работа Алексеевой Анастасии Валерьевны «Методы и алгоритмы повышения эффективности контроля многомерного рассеяния показателей функционирования сложных технических систем», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии и промышленность), соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 –

Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии и промышленность).

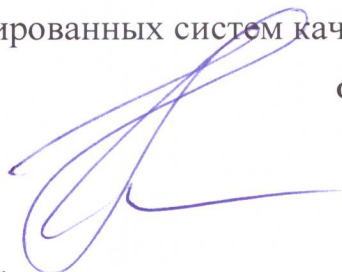
Отзыв рассмотрен и утверждён на заседании кафедры инноватики и интегрированных систем качества Института фундаментальной подготовки и технологических инноваций Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (протокол №03-06/22 от 20 июня 2022 г.).

Заведующий кафедрой

инноватики и интегрированных систем качества,

д.т.н., доцент

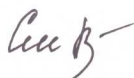
Фролова Елена Александровна



Ученый секретарь кафедры

инноватики и интегрированных систем качества,

к.т.н.



Смирнова Влада Олеговна