

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.04

Повестка дня:

Защита диссертации **Алексеевой Анастасией Валерьевной**
на соискание ученой степени *кандидата технических наук*:

**"Методы и алгоритмы повышения эффективности контроля
многомерного рассеяния показателей функционирования сложных
технических систем"**

Специальность :

**05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка
информации» (информационные технологии и промышленность) .**

Официальные оппоненты:

**Иванов Александр Куприянович, доктор технических наук,
главный научный сотрудник
комплексного научно-
исследовательского отдела-2, ФНПЦ АО
«НПО «Марс», г. Ульяновск**

**Седова Наталья Олеговна, доктор физико-математических наук,
доцент, профессор кафедры
информационной безопасности и теории
управления, ФГБОУ ВО «УлГУ», г.
Ульяновск,**

Ведущая организация - **ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического приборостроения»,
г. Санкт-Петербург**

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.04
от 07 сентября 2022 года

на заседании присутствовали члены Совета:

1.	Ярушкина Н.Г., председатель Со- вета	д.т.н., профессор	05.13.12	технические науки	Очно
2.	Киселев С.К. зам. председателя Со- вета	д.т.н., доцент	05.13.05	технические науки	Очно
3.	Наместников А.М., ученый секретарь Совета	д.т.н., доцент	05.13.12	технические науки	Очно
4.	Браже Р.А.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
5.	Васильев К.К.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
6.	Гладких А.А.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
7.	Дьяков И.Ф.	д.т.н., профессор	05.13.12	технические науки	Очно
8.	Иванов О.В.	д.ф.-м.н., доцент	05.13.05	технические науки	Очно
9.	Клячкин В.Н.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
10.	Крашенинников В.Р.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
11.	Негода В.Н.	д.т.н., доцент	05.13.12	технические науки	Очно
12.	Пиганов М.Н.	д.т.н., профессор	05.13.05	технические науки	Дистан- ционно
13.	Самохвалов М.К.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
14.	Сергеев В.А.	д.т.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
15.	Смирнов В.И.	д.т.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
16.	Ташлинский А.Г.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно

Председатель Совета

д.т.н., профессор

Ученый секретарь

д.т.н., доцент



Н.Г. Ярушкина

А.М. Наместников

Председатель

Уважаемые коллеги!

На заседании диссертационного Совета Д212.277.04 из **23** члена Совета присутствуют **16** человек. Необходимый кворум имеем.

Членам Совета повестка дня известна. Какие будут суждения по повестке дня? Утвердить? (принято единогласно).

По специальности защищаемой диссертации **05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» (информационные технологии и промышленность)** (технические науки) на заседании присутствуют 5 докторов наук.

Наше заседание правомочно.

Председатель

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Алексеевой Анастасией Валерьевной** по теме: *"Методы и алгоритмы повышения эффективности контроля многомерного рассеяния показателей функционирования сложных технических систем"*.

Работа выполнена в Ульяновском государственном техническом университете

Научный руководитель – **д.т.н., профессор Клячкин В.Н.**

Официальные оппоненты:

**Иванов Александр Куприянович, доктор технических наук,
главный научный сотрудник
комплексного научно-
исследовательского отдела-2, ФНПЦ АО
«НПО «Марс», г. Ульяновск**

**Седова Наталья Олеговна, доктор физико-математических наук,
доцент, профессор кафедры
информационной безопасности и теории
управления, ФГБОУ ВО «УлГУ», г.
Ульяновск,**

Присутствуют оба оппонента.

Письменные согласия на оппонирование данной работы от них были своевременно получены.

Ведущая организация – **ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»,
г. Санкт-Петербург.**

Слово предоставляется **Ученому секретарю** диссертационного Совета д.т.н. **А.М. Наместникову Д212.277.04** для оглашения документов из личного дела соискателя.

Ученый секретарь

Соискателем **Алексеевой Анастасией Валерьевной** представлены в Совет все необходимые документы для защиты кандидатской диссертации (зачитывает):

- заявление соискателя;
- копия диплома о высшем образовании (заверенная);
- справка об обучении в аспирантуре;
- заключение по диссертации от организации, где выполнялась работа;
- отзыв научного руководителя;
- диссертация и автореферат в требуемом количестве экземпляров.

Все документы личного дела оформлены в соответствии с требованиями Положений ВАК.

Основные положения диссертации отражены **Алексеевой А.В.** в **22** научных работах, в т.ч. в **8** статьях в изданиях из перечня ВАК, **4** публикациях индексируемых Scopus, получены **2** свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Соискатель представлен к защите **18.05.2022 г.** (протокол №4). Объявление о защите размещено на сайте ВАК РФ **26.05.2022 г.**

Вся необходимая информация по соискателю внесена в ФИС ГНА.

Председатель

Есть ли вопросы по личному делу соискателя к ученому секретарю Совета? (Нет).

Есть ли вопросы к **Алексеевой А.В.** по личному делу? (Нет).

Анастасия Валерьевна, Вам предоставляется слово для изложения основных положений Вашей диссертационной работы.

Соискатель

Уважаемый Председатель, уважаемые члены совета, на Ваше рассмотрение представляется диссертационная работа на тему: Методы и алгоритмы повышения эффективности контроля многомерного рассеяния показателей функционирования сложных технических систем.

Повышение эффективности функционирования сложных технических систем с использованием современных методов обработки информации, обеспечение их надежности и качества – одна из основных задач системного анализа.

Например, для обеспечения надежности функционирования гидроагрегата проводится мониторинг его вибраций: нарушение стабильности вибраций в условиях установившегося режима свидетельствует о сбоях в работе системы.

Для обеспечения качества питьевой воды проводится мониторинг показателей очистки в системе водоочистки. Если прогноз показате-

телей качества воды неблагоприятен, то осуществляется изменение доз реагентов или долив чистой воды.

Мониторинг стабильности показателей системы может быть осуществлен с применением стандартных методов статистического управления процессами на основе карт Шухарта. Однако сложные системы характеризуются наличием множества коррелированных показателей, для которых использование стандартных подходов приводит к существенным погрешностям.

Многомерный контроль среднего уровня процесса традиционно проводится на базе алгоритма Хотеллинга, который к настоящему времени сравнительно хорошо изучен. Для мониторинга многомерного рассеяния используется алгоритм обобщенной дисперсии – определителя ковариационной матрицы. Контроль на его основе стал активно применяться лишь с 90-х годов прошлого века. Однако, остаются вопросы, связанные с оценкой эффективности этого подхода и возможностями её повышения вплоть до потенциально достижимого уровня – это обстоятельство и обуславливает актуальность исследования.

Отсюда вытекает и цель работы – обеспечение стабильности функционирования сложных технических систем на основе более эффективных методов и алгоритмов контроля показателей работы этих систем по сравнению со стандартной картой обобщенной дисперсии.

Для достижения поставленной цели решаются задачи, показанные на слайде.

Научная новизна:

- впервые разработаны методы поиска оптимальных значений объема выборки, частоты взятия выборок и положения контрольных границ для алгоритма обобщенной дисперсии;

- предложены новые методы повышения эффективности контроля многомерного рассеяния;

- результаты впервые проведенных статистических испытаний по сравнительной оценке эффективности предложенных методов;

- полученные с использованием предложенных методов и алгоритмов новые результаты численного исследования по обнаружению нестабильности функционирования реальных технических объектов;

- алгоритмы и программы статистического контроля коррелированных показателей функционирования систем с применением разработанных методов.

Основные результаты работы, выносимые на защиту:

- 1) Разработанные методы поиска оптимальных значений объема выборки, частоты взятия выборок и положения контрольных границ для алгоритма обобщенной дисперсии обеспечивают в зависимости от поставленной задачи сокращение времени обнаружения нарушения стабильности процесса функционирования технического объекта или затраты, связанные с контролем.

- 2) Предложенные новые методы мониторинга многомерного рассеяния с использованием поиска структур специального вида, применения предупреждающей границы и карты экспоненциально взвешенных скользящих средних обеспечивают повышение эффективности контроля стабильности функционирования сложных технических систем по сравнению со стандартной картой обобщенной дисперсии.

- 3) Полученные с использованием предложенных методов и алгоритмов результаты численного исследования по обнаружению нестабильности функционирования реальных технических систем свидетельствуют об эффективности этих подходов.

4) Разработанные алгоритмы и программы многомерного контроля показателей функционирования сложных технических систем с применением предложенных методов могут быть использованы при решении практических задач обеспечения стабильности функционирования 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 важно, чтобы время, в течение которого процесс нестабилен, было минимально. Варьируя параметры контроля (количество измерений в выборке, интервал между выборками и положение контрольных границ), можно добиться скорейшего обнаружения нарушений.

Исследуемый процесс, следуя Дункану, представлен серией циклов восстановления, каждый можно разделить на четыре интервала: процесс находится в стабильном состоянии; нарушение произошло, но еще не обнаружено; время для взятия выборки и проведения расчетов; время между обнаружением признаков нарушения и его устранением. Математическое ожидание периода, когда процесс находится в нестабильном состоянии, определяется по формуле (2). Здесь необходимо найти вероятность ошибки второго рода β , когда обобщенная дисперсия повысилась, но на карте отсутствуют точки, лежащие в критической области за контрольными границами. Для вероятности ошибки второго рода получена ϕ -ла (4).

Минимизировав функцию (2) с учетом соотношения (4), можно найти оптимальные значения объема выборки, интервала между выборками и положения контрольных границ, при которых время пребывания процесса в разлаженном состоянии будет минимальным.

Оптимизация процесса только по критерию минимального периода времени, в течении которого он находится в нестабильном состоянии может привести к тому, что найденные параметры алгоритма спровоцируют удорожание контроля. При минимизации затрат на контроль предполагаются известными экономические показатели. А. Дункан оценил среднюю продолжительность цикла восстановления по формуле (7), а длительность нестабильного состояния, определяется по формуле (2), тогда средние затраты на контроль находятся по формуле (8). В результате получена целевая функция, которая зависит от параметров карты обобщенной дисперсии и характеристик самого процесса. Чтобы найти оптимальные значения параметров, необходимо минимизировать функцию средних затрат (8) с помощью численных методов оптимизации.

Для повышения эффективности статистического контроля процесса предлагается три метода:

Первый - анализ структур специального вида на карте. Целесообразно провести анализ нескольких специальных структур: например, шесть убывающих или возрастающих точек подряд (тренд); эти структуры используются для карт Шухарта.

2-й метод - использование предупреждающей границы на контрольной карте: попадание от двух до четырех точек подряд между предупреждающей и контрольной границами свидетельствует о нарушении процесса.

3-й метод - построение карты экспоненциально взвешенных скользящих средних для обобщенной дисперсии. В этом случае значения, наносимые на карту, будут определяться по формуле (9). Нестабиль-

ность процесса определяется как попадание расчетных значений в критическую область за контрольные границы.

Основной характеристикой для сравнения методов повышения эффективности карты является средняя длина серий. Для ее оценки проводились статистические испытания с использованием специально разработанной программы. С её помощью были смоделированы последовательности многомерных данных, аналогичными найденным по обучающей выборке. Для этих последовательностей были имитированы два наиболее распространенных вида нарушений: скачкообразное и плавное увеличение рассеяния – тренд. На слайде приведены кривые зависимости средней длины серий от параметров нарушения процесса. Видно, что наиболее эффективен поиск структур специального вида.

На слайде показана общая схема контроля. Вначале исследуются существующие методы контроля. Далее оцениваются параметры – экспертно или путем решения оптимизационной задачи. Потом оценивается положение контрольных границ (по результатам анализа стабильного процесса). Далее ведется мониторинг.

Для практического использования предложенных методов разработан программный комплекс, блок-схема которого представлена на слайде. На следующем слайде для примера приведены построенные с помощью данной программы карта обобщенной дисперсии со смоделированным нарушением в виде скачкообразного увеличения рассеяния и карта экспоненциально взвешенных скользящих средних для обобщенной дисперсии.

На следующих слайдах представлена обобщенная блок-схема алгоритма оптимизации параметров контроля и результаты решения оптимизационной задачи.

В качестве примеров рассматривается процесс контроля стабильности вибраций гидроагрегата на Краснополянской ГЭС. На данном слайде для примера представлена карта обобщенной дисперсии, построенная для коррелированных показателей X5–X7. Обычная карта обобщенной дисперсии нарушений не обнаружила, однако при поиске неслучайных структур обнаружен тренд от выборки 23 до 28, указывающий на нарушение процесса.

В системе очистки воды Санкт-Петербургского водоканала контролировалось семь характеристик качества воды и шесть физико-химических характеристик источника «Западных Кронштадт». Контроль проводится по индивидуальным наблюдениям. Поэтому для обнаружения нарушения применяется специальная модификация алгоритма.

На следующем слайде приведена карта для группы коррелированных показателей «Цветность», «рН» и «Окисляемость». Обнаружено попадание двух точек подряд между предупреждающей и контрольной границами, что свидетельствует о нарушении процесса.

Подобным образом проводился контроль стабильности технологического процесса производства теплоизоляционных плит по двум прочностным показателям. При этом вначале оптимизировались параметры контроля по критерию минимума стоимости затрат на контроль. При мониторинге процесса использовались предложенные методы, нарушение обнаружено по наличию структуры: 16 точек подряд по одну сторону от центральной линии в выборках с 7 по 22.

На следующем слайде представлены основные выводы. Стоимость контроля в рассмотренном примере контроля теплоизоляционных плит в результате оптимизации параметров снижена на 30%. Достигнуто сни-

жение средней длины серий за счет предложенных методов при различных типах нарушения в несколько раз.

На следующих слайдах показаны основные публикации, акты внедрения результатов работы и свидетельства о регистрации ПО.

Спасибо за внимание.

Председатель

У кого есть вопросы к соискателю?

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Анастасия Валерьевна, вот я немножко повторяюсь, поскольку этот вопрос уже задавал, но ответа тогда не получил. У Вас многомерный контроль – контроль по многим параметрам сводится к одномерному контролю – контролю по одному параметру: обобщенной дисперсии, при этом получается очень существенный выигрыш в эффективности, как вот Вы объясняете этот выигрыш, потому что, казалось бы, контроль по многим параметрам должен превосходить контроль по одному параметру, у Вас же получается наоборот. Как Вы это поясните?

Соискатель

Ну, обобщенная дисперсия – это определитель ковариационной матрицы, в которой как раз учитывается корреляция показателей, и, вообще, сведение многомерной задачи к одномерной – общепринятый способ.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Я знаю что такое обобщенная матрица, я знаю что общепринятый способ. Но, как правило, он не ведет к увеличению эффективности, он ведет к упрощению контроля: уменьшению времени и т.д., и т.д. У Вас же увеличивается эффективность контроля, т.е. качество контроля увеличивается у одного параметра по сравнению с контролем многих параметров.

Соискатель

Нет. Мы сравниваем эффективность модификации карты обобщенной дисперсии со стандартной картой обобщенной дисперсии, т.е. многомерный контроль с одномерным, а именно модификацию карты со стандартной картой.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

То есть Ваша задача модификация карты?

Соискатель

Да, чтобы карта обобщенной дисперсии... чтобы при её использовании было наискорейшее обнаружение нарушений.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Тогда сама идея модификации – это, что, Вы исключили коррелированные параметры?

Соискатель

Нет. Ну вот 3 способа, т.е. поиск неслучайных структур, применение предупреждающей границы и построение карты экспоненциально взвешенных для обобщенной дисперсии.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Хорошо. Спасибо. Вот формула 4, можно? Вот. Спасибо. Вот Φ это что у Вас такое?

Соискатель

Φ – это функция нормального распределения.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Функция Лапласа. Т.е. формула 4 – это разность двух функций Лапласа, ну вроде бы так определяли и раньше условные вероятности. Вы сказали, что вывели формулу, в чем Ваш вклад в эту формулу?

Соискатель

В том, что это формула была выведена для одного вида нарушения, т.е. тут учитывается увеличение обобщенной дисперсии (параметр d) в d раз. Т.е. обобщенная дисперсия увеличилась в d раз и это учитывается...

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Это да. Ну сама формула еще в прошлом – позапрошлом веке использовалась, т.е. эта разность функций Лапласа.

Соискатель

Нет. Это модификация формулы.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Вот в чем? В чем?

Соискатель

В том, что мы ввели параметр d сюда.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

То есть Вы как-то хитро вычисляете аргумент может быть в этой формуле? Переменную вот, а не саму формулу. Вы сказали: «Мы вывели формулу». Вы эту формулу вывели разность функций Лапласа?

Соискатель

Нет, мы модифицировали эту формулу, чтобы учитывался этот...

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Или аргумент все-таки... Нашли способ вычисления аргумента при заданных параметрах? Вот то что в скобочках квадратных у Вас стоит.

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

И у меня еще один маленький вопрос. Вот у вас 30% улучшения снижения затрат на «Евроизол», т.е. контроль «Евроизола». Ну это очень хорошие показатели.

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Но почему-то там приведены сравнения при разных условиях.

Соискатель

При минимизации стоимости...

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Ну при разных n и так далее, я смотрю n другое, h другое, α другое.

Соискатель

Так вот за счет изменения n , h и α мы добились того, что затраты снизились. Раньше эти параметры задавались экспертно, просто технолог определили такие параметры будут при проведении контроля. Мы провели оптимизацию и нашли, что при других параметрах контроля снижается стоимость контроля на 30%.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Но ведь что-то должно быть одинаковое?

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Какой-то критерий должен быть одинаков, чтобы при одном и том же критерии мы снизили. А какой критерий был одинаков? Или параметр какой-то один и тот же? Мы добиваемся точно того же, но при этом у нас на 30% затрат меньше. Вот чего вы добивались того же?

Соискатель

Мы изменяем параметры.. мы находим такие параметры, при которых стоимость контроля снижается при решении оптимизационной задачи.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Ну контроль он тоже при каких-то условиях там. Допустим, вероятность брака или еще что-то, пропуск брака или еще что-то. Какие условия одинаковые? Чтобы сравнить должны быть одинаковые условия или какой-то одинаковый параметр, а у Вас все разные параметры, а Вы сравниваете.

Соискатель

Ну да... мы же можем задать эти параметры.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

И непонятно хорошо это или плохо. Может это совершенно естественно. Эксперты снизил эти параметры и у него тоже на 30%.

Соискатель

Да, но вот они просто не знали какие именно параметры контроля установить, чтобы достигнуть этого эффекта, а тут с помощью решения задачи мы определили какие именно параметры.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

То есть вы добиваетесь того же качества?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Что в качестве показателем качества контроля выступает?

Соискатель

Ну здесь контролировался модуль упругости и прочностные характеристики материала контролировались.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

То есть те технологические характеристики, которые должны быть на выходе продукции.

Соискатель

Да, она одинаковой осталась. Изменились просто параметры контроля.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

А сколько их было, этих характеристик?

Соискатель

Две характеристики коррелированных: модуль упругости и прочность прижатия.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Ладно. Спасибо.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Я уже как-то вроде и задавал этот вопрос, но так и не получил пока ответа, ведь наименьшее время до обнаружения нарушения процесса дают алгоритмы разладки. Т.е. обнаружения разладки процесса, которые в математике очень хорошо описаны там, известные школы Липцера, Ширяева, а в прикладных вопросах там в Прибалтике Никифоров очень много это делал. Почему Вы не сравниваете или не используете эти результаты или хотя бы не сравниваете с ними? Потому что это классика.

Соискатель

Это упущение. Просто именно статистический контроль на базе контрольных карт он был предложен еще Шухартом еще в 1924 году, и он наиболее распространен в применении на производстве, т.е. было разработано множество ГОСТов на различные типы контрольных карт.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Понятно. Речь-то идет об эффективности. А вдруг окажется, что эффективность использования стандартных алгоритмов обнаружения разладки намного выше, чем ваши?

Соискатель

Возможно.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Вы уверены, что так не будет?

Соискатель

Нет, я не уверена. Мы здесь просто повышали эффективность именно определенного алгоритма. Взяли алгоритм обобщенной диспер-

сии и его исследовали. Сравнительную оценку различных методов не проводили.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Почему все-таки в диссертации Вы ни ссылок не привели на эти работы, ни проанализировали, не сопоставили свои результаты с ними.

Соискатель

Это наше упущение. Наверное.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Я понимаю контроль качества с помощью карт Шухарта, там еще... это отдельное направление. Да. Оно все-таки не используется для разладки. Можно его использовать, но непосредственно оно для другого все-таки используется. А вот разладка и сразу же любой математик, по крайней мере, да и не только, сразу вспомнит вот эти результаты, которые были получены математиками. А вы какой математический аппарат использовали в своей работе, вот именно математический аппарат? То есть какой раздел математики?

Соискатель

Статистические методы.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Не понял.

Соискатель

Статистические методы. Статистика.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Ну ладно. Спасибо.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Формулу 2, пожалуйста, покажите. В этом выражении λ что обозначает?

Соискатель

λ - это параметр распределения Пуассона.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Параметр распределения Пуассона. Теперь покажите формулу 7. Значит у Вас первая формула была матожидание периода нестабильного

состояния системы, а это период восстановления стабильного состояния, да?

Соискатель

Да.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Значит они отличаются друг от друга только слагаемым $1/\lambda$, так?

Соискатель

Да.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Потому что вся эта большая формула, она может быть записана как $M(T) = 1/\lambda + M(T_0)$. Получается, что время восстановления намного больше времени нестабильного состояния. Т.е. очень долго восстанавливается, а время самого стабильного состояния как-то учитывается или вас только восстанавливается и сразу опять нарушается?

Соискатель

Цикл восстановления – это вот все. это период стабильного состояния ...

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Вот оно нестабильное состояние – оно маленькое. Потом долго восстанавливается стабильное состояние, само стабильное состояние длится сколько-то или только восстанавливается и опять нарушается?

Соискатель

Нет. Цикл восстановления он уже включает период стабильного состояния процесса, период, когда произошло нарушение, период, когда проведены расчеты и обнаружено это нарушение.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Еще раз. Система нестабильна $T_0 - M(T_0)$, затем идет период восстановления стабильности $M(T)$ или это дальше все и стабильное, и восстановление?

Соискатель

Нет. Вот цикл восстановления – это вот полностью все: и стабильное, и восстановление, и произошло нарушение. Да.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

А потом идет длительность какая-то?

Соискатель

Да. Это все цикл восстановления.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Так. И тогда получается, что все больше, чем время неустойчивого состояния? Да? Стабильное состояние короткое?

Соискатель

Период стабильного состояния должен быть, наоборот, ну как бы..

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

... и больше оно как раз на $1/\lambda$ раз? Так получается?

Соискатель

Период стабильного состояния процесса он, естественно длителен.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

На величину обратную параметра распределению Пуассона? Это вот откуда следует? То есть как получилась формула 7?

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Формула 7 вообще была разработана Дунканом для карт Шухарта.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Вы ее взяли готовую?

Соискатель

Мы ее взяли за основу и вывели формулу 4. Т.е. наш вклад именно формула 4. Вероятность...

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Т. е. формула 2 и формула 7 это не Ваши?

Соискатель

Нет. Это Дункан разработал.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

А $M(C)$ это почасовые доходы? Да?

Соискатель

Это средние затраты на контроль.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Затраты. Они в каких единицах у Вас? V0 в частности?

Соискатель

Ну это смотря в каких ... если у нас в рублях...

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Вы количественно ничего не оценивали? Ну это размерная величина?

Соискатель

Да, конечно.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Т.е. это все-таки тогда какие-то доллары там, евро, рубли или чего-то.

Соискатель

Именно так.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Но без конкретизации, конкретных примеров нет.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

И все-таки я не понял в Ваших ответах, покажите, пожалуйста, шестой слайд, где сам процесс вот этот вот стабилен, нестабилен и так дальше. Потому что я вот начинаю слушать Ваши ответы я все больше запутываюсь. Вот. Следующий. Шестой. Вот смотрите процесс стабилен, вдруг появляется нарушение, да? Мы не мгновенно обнаруживаем, т.е. видим увеличение там этой обобщенной дисперсии, предположим, и пытаемся определить причину нарушения. Для того чтобы определить причину нарушения Вам нужно знать признаки, по которым, т.е. все равно Вам эти параметры придется анализировать где какой параметр конкретно вышел за пределы допустимого, так ведь?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Обобщенной дисперсией Вы уже здесь не отделаетесь. Вам вот для определения причины нарушения нужно все равно анализировать все Ваши контролируемые параметры, так это?

Соискатель

Да. Правильно.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Где это в алгоритмах? Я не увидел, где эти параметры. У Вас же только обобщенная дисперсия только берется в расчет. Это первый вопрос. А второй вопрос, смотрите, вот формула $2 M(T_0)$ это что за время среднее? Вот D у Вас туда входит, да? Это некая длительность периода поиска нарушения, вы его считаете всегда постоянным, одинаковым, почему?

Соискатель

Ну если контролируется процесс, то и ...

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Появились признаки нарушения, чтобы найти это нарушение у Вас всегда будут разные времена, там на одно нарушение, значит, второе нарушение, т.е. Вам придется анализировать, как раз вот анализ информации здесь.

Соискатель

Ну эти нарушения они циклически повторяются эти нарушения, т.е. уже ...

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Минуточку. Вы приняли его постоянным, ну Бог с ним. Приняли и приняли.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Оно постоянно и не меняется, не зависит от вида нарушения, но дальше все же что такое $M(T_0)$ это время нахождения в нестабильном состоянии, т.е. с учетом устранения нарушений или без учета устранения нарушений?

Соискатель

С учетом.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Где это тогда время устранения нарушения? Где время устранения нарушения в этой формуле?

Соискатель

Ну вот параметр D , т.е....

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Это выявление нарушения, а есть устранение нарушения. Вы предыдущую картинку, я специально вам открывал. У Вас появляются признаки нарушения...

Соискатель

Нет. Выявление нарушения вот - взятие выборки и проведение расчетов, т.е. мы обнаруживаем нарушение и дальше мы время на устранение этого нарушения.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Нет. D - это не устранение, почитайте, что у Вас в D-то. D - период поиска нарушения, а не устранения.

Соискатель

Ну да. Карта нам показала, что есть какая-то нестабильность в процессе и мы вот по этим контролируемым показателям по нашим ...

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

...определили, что нарушение там в каком-то блоке Вашей технической системы, а устранение нарушения где здесь? Время устранения нарушения я не увидел или это с учетом Пуассоновского распределения?

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

С учетом времени устранения.

Председатель

Т. е. у Вас текст неточен?

Соискатель

Ну может быть...

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Минуточку.

Соискатель

Формулировка может быть не очень удачная.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Тогда последний на завершение вопрос. Смотрите, если Вы минимизируете вот это время, а D - постоянно, то у Вас минимизируется, по существу, только время поиска нарушения, да? Время минимизиру-

ется, вернее, время определения, вот это, самый коротенький интервал, время обнаружения, не обнаружения, точнее, признаков нарушения, а время до обнаружения признаков, вот минимизируется только маленький вот этот интервальчик времени, да?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Но он же не является основным в этом цикле нестабильной работы, он же составляет маленькую толику в цикле нестабильности работы?

Соискатель

В этой формуле меняются только 3 параметра: h , β и n . Т. е. их мы...

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Я вопрос задал: «Где время устранения нарушения, где оно в этой формуле?» Какое слагаемое определяет время устранения нарушения?

Соискатель

Здесь оно не рассматривается, потому что это зависит же от конкретного...

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Тогда это не время нахождения объекта в нестабильном состоянии. Т.е. по-другому надо его назвать-то. Это только интервал 2 и интервал 3 в Вашем всем процессе в сумме дают вот эту вот штуку. Так я понимаю. Если это так, то тогда у меня вопросов нет, если это не так, то тогда где время устранения нарушения и как оно и отчего оно зависит?

Соискатель

Ну наша задача уже именно обнаружить нарушение, что вот процесс вышел из-под контроля в данном случае. А дальше уже мы эту информацию передаем там на производство, и они уже корректируют сам процесс. Т. е. мы не ...

Д.т.н., доцент Киселев С.К.

Все равно вот непонятно все-таки. Вот функцией 2 Вы определяете, по Вашим же как бы материалам, как время нестабильного состояния процесса?

Соискатель

Да.

Д.т.н., доцент Киселев С.К.

Наверное, устранение нестабильного состояния – это тоже нестабильное состояние?

Председатель

Мне кажется это все-таки вопрос формулировок. Если время устранения нарушения является нормативом, возможно, по той же технологической карте или еще почему-то, то, наверное, это все-таки заданная величина. Возможно так? Хорошо. Вячеслав Андреевич у Вас все с вопросами?

Д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Ну, я ответа-то не услышал, но, как бы принимаю, какой есть.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Анастасия Валерьевна откройте, пожалуйста, 11 слайд. Вот здесь мне как бы все понятно, значит так. Вы здесь предлагаете на 11,12 и 13 слайдах 3 метода. Скажите, пожалуйста, чем они отличаются от известных методов?

Соискатель

Ну эти, поиск неслучайных структур был применен еще для карт Шухарта, карт Хотеллинга. Мы тут рассматривали именно применимость, на сколько они эффективны окажутся для карты обобщенной дисперсии. Применение предупреждающей границы тоже это как отдельный вид карт применялся и тоже для карт Шухарта.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Остановитесь, пожалуйста, на 12 слайде. Прошу прощения, что перебиваю. Где здесь точка А, где В, где В? На первом слайде это было понятно, вообще-то говоря. Там информационные признаки этих точек, так? А здесь где у Вас А, Б, В? Вот вы перечисляете 3 подобласти.

Соискатель

Вот область где процесс стабилен.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

То есть я не увидел на слайде, Вы понимаете о чем идет речь. Отсюда вытекает следующий вопрос еще. У меня будет два вопроса еще. Следующий вопрос. Вы рассматриваете в конце диссертации 3 очень важных области предметных. Это, первая – это гидроагрегаты, мы все помним трагедии Саяно-Шушенской ГЭС, там и так далее; второе – это очистка воды; и третья – это тепломатериалы. Какие из

этих методов Вы применяете как-то конкретно к каждой предметной области выборочно что-то особенно тонкое есть у Вас или нет?

Соискатель

Все три метода. Т. е. программа была построена таким образом, что при контроле применяются сразу три подхода, все три подхода. Оценивается средняя длина серии по каждому подходу.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Простите. Если турбину берем Вы все три подхода используете.

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Хорошо. Согласен. Откройте новизну научную, пожалуйста. Это 4 слайд у Вас. Первый пункт у Вас – вот значит здесь параметров, я концовку читаю первого пункта: «...этих параметров возможностью минимизации времени». Где информационные, так казать, показатели для минимизации времени вот в Вашей работе, вот мы сейчас сказали Ваши 3 метода, ваши 3 предметных области, где информационные вот эти точки, которые Вы относительно сигма 2, сигма 3 там и так далее разбросили или как?

Соискатель

Нет. Тут в исследовании решались 2 задачи – это, первая – оптимизация параметров контроля, которая проходит на этапе подготовки к контролю, и, второе – это проведение самого контроля и вот с помощью этих трех методов мы повышаем эффективность карты обобщенной дисперсии.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Спасибо. Все хорошо.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Я хотел бы узнать все же, Вы вообще рассматривали гидроагрегат, да? Вы сами видели гидроагрегат?

Соискатель

Вживую нет.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Вы рассматривали стабильность вибрации, определяли дисперсию, да?

Соискатель

Обобщенную.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

А спектральную плотность определяли?

Соискатель

Нет.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

А оно без спектральной плотности невозможно дать какие-то рекомендации или Вы давали рекомендации?

Соискатель

Нет. Мы в работе рассматривали только алгоритм обобщенной дисперсии, а на этих трех объектах мы апробировали результаты своих работ, т.е. что они не только на модельных данных работают, но еще и на реальных.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Значит стабильность вы измеряли перемещение чем-то, да?

Соискатель

Датчики вибрации.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Чем измеряли?

Соискатель

Датчиками вибрации.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

А какие подшипники там стоят?

Соискатель

Не могу ответить.

Председатель

Задача диагностики была у Вас или только задача поиска? Или только задача контроля, т.е. Вы задачи диагностики не рассматривали?

Соискатель

Контроль. Нет. Это не рассматривалось.

Д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Радиальные, упорные, шариковые, роликовые какие? Какая серия их? От этого же зависит перемещение. Они же подшипники тоже изнашиваются и по мере, значит, по времени, значит, амплитуда колебаний может изменяться. Вы динамику рассматривали?

Соискатель

Нет. Не рассматривали.

Председатель

Хорошо. Коллеги, вопросы еще, пожалуйста. Есть вопросы? Или мы все уже у кого были вопросы их задали? Вопросы мы исчерпали.

Председатель

Есть еще вопросы? (Нет).

Согласны ли члены Совета сделать технический перерыв? (Нет).

Тогда продолжаем работу.

Слово предоставляется научному руководителю работы **профессору Клячкину В.Н.**

Д.т.н., профессор Клячкин В.Н.

Научный руководитель должен характеризовать соискателя, но я вначале хотел бы немножко ответить на те вопросы, на которые Анастасия Валерьевна не совсем ответила, в первую очередь Павлу Андреевичу по поводу этих формул, связанных с математическими ожиданиями. Значит перед Анастасией Валерьевной стояла вполне конкретная задача: принято контроль многомерного рассеяния оценивать с помощью обобщенной дисперсии, ее задача сводилась к тому, чтобы оценить качество этого метода, по возможности его улучшить. Значит, вот для улучшения она предложила три подхода, это, в общем, подходы, которые известны, но к обобщенной дисперсии их никто никогда не применял, она их применила впервые. Она же попутно решила задачу оптимизации параметров контроля, причем она ее решила на основании общеизвестных соотношений, которые были получены Дунканом еще в 50х гг., но они были получены применительно к картам Шухарта, а Анастасия впервые применила это к обобщенной дисперсии. Вот именно этим она и занималась. Теперь я перехожу собственно к тому, о чем я должен был говорить. Анастасия Валерьевна достаточно долго училась в наше ВУЗе, она вначале окончила направление по «Управлению качеством», затем окончила с отличием магистратуру по «Прикладной математике», по направлению, кстати, от АО «УКВП», и поступила к нам в аспирантуру. Аспирантуру она еще не закончила, формально у нее аспирантура закончится первого октября, через пару недель, а пока еще она считается аспиранткой. В аспирантуре она была пять лет, потому что один, там формально четыре, ну пятый

это, так сказать, декретный отпуск, который в отличие от многих других аспиранток, она использовала достаточно активно, с пользой для дела. Значит я должен сказать, что из 18 моих аспирантов, я довел до защиты девятых, вот Настя девятая, но она единственная из этих девятых, которая вышла на защиту досрочно, т.е. формально она выходит на защиту досрочно, не закончив аспирантуру, ни одному из моих предыдущих аспирантов это не удавалось. Ну дополнительно я могу только сообщить, что работа была представлена к защите полгода назад, за эти полгода Настя продолжала, ну кроме того, что она отвечала на замечания, которые постоянно шли, потому что она докладывала несколько раз и НТС и на кафедре несколько раз, кроме ответов на эти замечания, она продолжала отработку темы, в результате за эти полгода у нас с ней две статьи в достаточно серьезных изданиях опубликованы: «Автоматизация. Современные технологии» это московский журнал, один из старейших, а «Программные продукты» – он вот недавно вошел в RSCI. Вот такова характеристика.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Ученому секретарю Совета предоставляется слово для оглашения заключения организации, где выполнялась работа и отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа. Затем зачитывает отзыв ведущей организации.

(Заключение и отзыв прилагаются).

Председатель

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов, все они положительные. Согласны ли члены Совета заслушать обзор отзывов или зачитать их полный текст?

Слово для обзора отзывов, поступивших на диссертацию, предоставляется **Ученому секретарю Совета**.

Ученый секретарь зачитывает обзор отзывов.

(Отзывы прилагаются).

1. **ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск.** Отзыв подписан заведующим кафедрой «Компьютерные технологии и системы», д.т.н., доцентом Аверченковым А.В.

Замечания:

- на рисунках нет расшифровки ряда сокращений – СДС, ЭВСС, СЛ, УСЛ;
- из блок-схемы (рис. 4) не видно, как проверяется нормальность распределения показателей, как проводится нормализация.

2. **ООО «Телесофт», г. Санкт-Петербург.** Отзыв подписан руководителем отдела статистических исследований и разработок, к.т.н. Лукиным В.Н.

Замечание:

В автореферате приведены результаты мониторинга показателей для трех технических объектов – системы управления гидроагрегата,

системы очистки воды, система производства теплоизоляционных плит, однако не указаны конкретные значения – насколько изменилась эффективность контроля по каждому из них?

3. **АО «Концерн «Моринформсистемы-Агат», г. Москва.** Отзыв подписан начальником отдела научной работы, д.т.н., доцентом Андреевой О.Н.

Замечания:

- для проведения контроля рассеяния предложено три варианта модификации карты обобщенной дисперсии, однако нет анализа того, какой из них лучше работает в конкретной ситуации;

- алгоритм обобщенной дисперсии – наиболее распространенный, но не единственный метод контроля многомерного рассеяния, однако в диссертации нет сравнения этих методов.

4. **ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский Технологический университет», г. Москва.** Отзыв подписан заведующим кафедрой конструирования и производства радиоэлектронных средств, д.т.н., профессором Увайсовым С.У.

Замечания:

- оптимизация параметров контроля рассмотрена только для обычной карты обобщенной дисперсии, однако, в случае карты с предупреждающей границей результаты расчета могут существенно измениться;

- из результатов исследования не видно, в каких ситуациях необходимо обновлять параметры карты;

- не понятно, как определяются коэффициенты B_1 и B_2 для карты с предупреждающей границей (рис. 4).

5. **ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», г. Саратов.** Отзыв подписан профессором кафедры «Системотехника и управление в технических системах», д.т.н., профессором Томашевским Ю.Б.

Замечания:

- в автореферате отсутствует определение понятия сложной технической системы. Какие технические системы, по мнению автора, следует относить к классу сложных?

- при формулировании задач диссертации автор говорит о разработке методов (с.4 автореферата), но на с.15 автореферата (14 строка снизу) говорится о том, что «задачей диссертационного исследования является разработка методики контроля многомерного контроля». Из автореферата неясно, что именно разрабатывается автором: методы или все-таки методики?

- не показано, каким образом предложенный алгоритм адаптирован к индивидуальным наблюдениям в примере контроля системы водоочистки.

Председатель

Слово для ответа на замечания по заключению и отзывам предоставляется соискателю.

Соискатель

С замечаниями ведущей организации согласна, по поводу второго могу пояснить, что под структурой специального вида понимается набор точек, вероятность появления которого случайным образом на карте мала (одного порядка с вероятностью ложной тревоги). Последовательность из шести точек с одной стороны от центральной линии

появляется на карте с большей вероятностью, чем ложная тревога, поэтому может возникнуть случайным образом, а вероятность появления 7 точек такого же порядка, как и ложная тревога. По поводу замечаний на автореферат. По первому замечанию от Моринформсистема-Агат могу сказать, что проведенные статистические испытания показали, что поиск неслучайных структур на карте наиболее эффективный метод при скачке и тренде. Сравнение приведено на графиках на слайде 14. Вместе с тем, возможны и другие виды нарушений, при которых более эффективным может оказаться какой-нибудь другой из рассмотренных методов. Поэтому в программном комплексе реализован контроль сразу тремя методами с оценкой средней длины серий для выявления лучшего подхода в каждой конкретной ситуации. По поводу третьего замечания от «МИРЭА – Российский Технологический университет» могу пояснить следующее: Для определения коэффициентов B_1 и B_2 используется подход, основанный на теории цепей Маркова. Но т.к. карты обобщенной дисперсии, как и карты арифметического среднего, строятся на основе правила трех сигма, можно воспользоваться стандартом ГОСТ Р 50779.41, т.к. там уже приведены результаты соответствующих расчетов.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту – **д.т.н. Иванову Александру Куприяновичу.**

Д.т.н. Иванов А.К.

В 2009 году издательство «Судостроение» вышла книга «Статистическая диагностика неравновесных объектов» один из авторов этого В.И. Кидалов – многолетний директор «Марса». Так вот там авторы делают обзор по методам контроля и диагностики, насчитывают аж 65 методов контроля и диагностики. Каждый метод, в том числе, скажем, статистическая диагностика, включает десяток или побольше моделей, т.е. ведется работа по многим направлениям, работа, т.е. исследования актуальные, но не завершенные по каким направлениям: разрабатываются новые методы, в методах разрабатываются новые модели или в моделях, скажем, ищутся усовершенствования. Вот данная диссертация выбрала такой подход, т.е. берется алгоритм Хотеллинга обобщенной дисперсии и в нем находятся пути его усовершенствования, т.е. многие, скажем, недостатки вопроса и сравнения связаны с тем, что... с вопросами и недостатками этого алгоритма, но он выбран в качестве исследования и улучшения, т.е. предлагает автор в своей диссертации те параметры этого алгоритма, которые раньше навскидку искались экспертами разрабатывает строгий теоретический метод для поиска этих параметров в результате этот алгоритм работать будет лучше, он не лучше других алгоритмов будет, он сам по себе какой есть, такой есть, но он будет лучше работать, чем с произвольными случайными параметрами, которые раньше до этой диссертации устанавливали, т.е. эта диссертация позволяет результаты исследования теоретические экспериментальные, позволяет установить такие параметры, которые повысит эффективность этого именно алгоритма, пространственного достаточно, надежного, применяемого широко. Ну что мне, вот четыре части в работе я выделил: первое – это для того, чтобы установить направления улучшения, теоретические направления

улучшения этого алгоритма, надо его хорошо было изучить. Это было сделано в диссертации, он не такой уж и простой, ну также, как и контрольные карты Шухарта и обобщенная дисперсия, это все не так просто. Все это было сделано и составляет первую часть работы. Второе – найти, собственно говоря, вот эти теоретические, получить теоретические результаты как улучшить параметры, каким образом обеспечивать получение параметров, улучшающих работу этого алгоритма. Это вторая часть работы, теоретическая. Я считаю, что она достаточно такая солидная, на уровне кандидатской диссертации по крайней мере. Третья часть – доказать, что эти теоретические положения правильные. Т.е. разрабатывается инструментарий, огромное количество программных средств, которые позволяют провести моделирование, исследование теоретических положений и доказать, что они правильные, потому что не все доказывается теоретически, многое доказывается экспериментальным путем. Вот объем экспериментальных работ чрезвычайно большой в этой диссертации. Ну и четвертая часть – это конкретное приложение к конкретным техническим объектам, то, о чем говорилось. Т.е. работа такая гармоничная, цельная, сбалансированная, т.е. все есть: теоретические положения, экспериментальные исследования, приложения, изучение проблемной области и приложение к конкретным техническим объектам. Все здесь есть, даже как-то я посмотрел главы, они примерно одинаковые. Ну и как-то вот она задана цель, задача поставлена, и она как-то цельная работа, т.е. не разбрасывается в сторону, а вот поставила задачу соискательница и так эту цель добывает, т.е. теоретически, экспериментально, практическими исследованиями и приходят к результату, конечному результату. Т.е. производит очень хорошее впечатление сама работа, может быть доклад такое впечатление не произвел. Я говорю связано еще с тем, что какие-то еще недостатки этого самого алгоритма, который выбран в качестве исследования вызвали вопросы некоторые, да, почему. Ну у меня вот, кстати, в замечаниях многое перекликается с тем, что было высказано, я вот сейчас зачитаю замечания. Да, еще скажу, что поскольку большой объем экспериментальных исследований, то большое количество публикаций, прямо солидных публикаций, потому что каждое исследование тянет за собой публикацию, публикации очень солидные. Ну соответственно и паспорт, это все есть. Давайте замечания зачитаю:

1. При обосновании актуальности работы не отмечены преимущества и недостатки статистических методов по сравнению с другими методами контроля и диагностики. В обзоре (глава 1) не приведена классификация моделей вероятностной диагностики. Ну, о чем поднимался вопрос, вопросы такие были.

2. Имеется незначительное расхождение между формулировкой цели работы и выводами по диссертации. В качестве цели предполагается создание более эффективных методов контроля по сравнению с картой обобщенной дисперсии, в выводах говорится об эффективности методов по сравнению со стандартной картой обобщенной дисперсии. Т.е. в качестве цели тут пропущено, что это со стандартной картой, а то получится так, что вроде бы не карту разработали с новыми обоснованными параметрами, а нечто другое. Вот в выводах и далее в тексте диссертации все говорится правильно, со стандартной картой, т.е. так где параметры берутся экспертным путем, она и доказывает решение задач.

3. Не указано, как связаны разработанные модели с исследуемыми объектами (гидроагрегат, система водоочистки, технология производства плит), являются ли разработанные (имитационные, аналитические) модели данных объектов. Т.е. моделей для доказательства теоретических положений, я уже говорил, разработан инструментарий, большое количество исследований экспериментальных проведено и генерируются исследуемые процессы, вот, как они связаны, связаны ли, а может не связаны, может произвольные они.

4. Не описан способ моделирования контролируемых показателей, обработка которых приводит к формированию определенных изменений обобщенной дисперсии (скачкообразное изменение, постепенное увеличение рассеяния, появление неслучайных структур). Т.е. везде где-то заканчивается параметром обобщенной дисперсии, а когда генерируются модели, которые приводят к этому скачку, скажем, что там должно быть. Вот скажем, обобщенная дисперсия – это определитель ковариационной функции, какие должны быть параметры, чтобы там скачок произошел, ведь в начале первичные это параметры исходные, которые исследуются и измеряются, а вот как она их получает не сказано.

5. На рисунках 2.4, 2.5 вместо скачкообразного увеличения рассеяния и постепенного увеличения тренда процесса представлены увеличения диапазонов изменения рассеяния.

6. Ну тут ошибки такие, что тут просто слово пропущено. Ковариационная матрица не может быть равной заданной константе (стр.30). Скорее всего, речь идет об определителе ковариационной матрицы.

7. Не обоснован выбор для исследования технических объектов. Не описаны системы диагностики и контроля, применяемые в настоящее время на этих объектах. Нет оценки преимущества использования статистических методов.

8. В акте о внедрении результатов диссертации в технологию производства плит указано:

- повышение точности оценки предела прочности на 7-12%;
- сокращение времени обнаружения нарушений в работе на 15-20%;
- снижение стоимости контроля до 30%.

В диссертации, ну может быть просто не нашел, приведены данные только по снижению стоимости.

Отмеченные недостатки имеют частный характер и не ставят под сомнение основные научные результаты работы. Я так полагаю, что эти замечания они связаны, скажем, с дальнейшей работой больше, т.е. направлены не на то, что сделано уже, а на то, что нормальной карьере научной, я думаю, Анастасия будет, учтет эти замечания и будет по ним работать. В заключении, диссертация Алексеевой Анастасии Валерьевны является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические решения, направленные на обеспечение стабильности функционирования сложных технических систем и имеющие существенное значение для экономики страны, что соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Алексеева А.В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии и промышленность)». Ну я к такому выводу пришел достаточно подробно и долго изучая диссертацию, а не на ос-

новании доклада, т.е. доклад может быть не самый лучший, диссертация достаточно серьезная.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Соискателю предоставляется слово для ответа на замечания оппонента.

Соискатель

С замечаниями Александра Куприяновича согласна, но хотела бы прокомментировать пятое: На рисунках 2.4 и 2.5 показан характер возрастания амплитуды обобщенной дисперсии после задания нарушений (резкое – при скачкообразном и плавное – при тренде).

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту – **д.ф.-м.н. Седовой Наталье Олеговне**.

Д.ф.-м.н. Седова Н.О.

Уважаемые коллеги, у меня тут, в общем-то, ряд комментариев по поводу актуальности темы, но, я так думаю, что было уже сказано достаточно много и с разных сторон, вот, поэтому, наверно я останавлиюсь на замечаниях, да? – главный мой долг, и на заключительной части. Значит, замечания по работе у меня следующие, зачитаю как в отзыве:

1. Первая глава носит обзорный характер и традиционно содержит историю предшествующих исследований по теме, однако п. 1.3 (с.29) начинается со ссылок только на работы автора – это несколько необычно, хотелось бы понять, с чем это связано?

2. Приведенное в диссертации описание задач оптимизации (задачи (2.12), (2.16), (2.23)) не вполне соответствует традициям формулировки математической постановки задачи (обычно в этом случае четко определяется не только минимизируемая величина, варьируемые параметры, все известные связи между параметрами, ограничения). Для решения поставленных задач автор, судя по содержанию п. 3.3 диссертации, использует известные методы, реализованные стандартными функциями языка программирования Python. В связи с этим, по-видимому, не вполне корректной является формулировка п. 1 в описании научной новизны работы («впервые разработанные методы поиска оптимальных значений объема выборки...») – новизной обладает скорее формулировка задач, которую и следовало более выпукло обозначить в тексте.

3. В работе рассматриваются задачи оптимизации с двумя различными критериями оптимальности: времени до обнаружения нарушения и стоимость контроля. В рамках системного анализа было бы целесообразно рассмотреть многокритериальную оптимизацию параметров контроля.

4. Выводы второй главы существенно опираются на результаты вычислительных экспериментов, проведенных с использованием авторского программного обеспечения. Детали работы используемых про-

грамм описаны лишь в следующей главе 3, и это несколько затрудняет понимание деталей содержания главы 2.

5. Для решения задач оптимизации автор использует три известных метода. Чем обусловлен выбор именно этих методов?

6. В приложении к диссертации автором представлены копии свидетельств о регистрации компьютерных программ, которые, судя по названию, описаны в четвертой главе диссертации и разработаны для конкретной практической задачи. В то же время целая глава (глава 3) диссертации посвящена описанию программного комплекса, разработанного для решения более общих задач, указанных в п.3.1 диссертации. Кроме того, судя по всему, основные расчеты, результаты которых приведены в главе 2 и которые стали основой для полученных выводов, проводились с использованием именно этого комплекса. Представляется целесообразным зарегистрировать данный, более универсальный, программный продукт отдельно.

Ну и, не смотря все-таки на эти замечания, замечания носят больше такой характер, как бы это сказать, рекомендательный, связаны не с какими-то принципиальным содержанием, а больше с деталями. По совокупности выполненных автором исследования, я считаю, что работу можно считать законченной научной работой, имеющей как теоретическое значение, так и прикладное значение. Изложение, за мелкими исключениями, последовательно, логично, дает хорошее полное представление о проделанной работе. Публикации достаточно полно отражают содержание, публикации, как уже было сказано солидные, что немаловажно, в релевантных журналах и соответствуют специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии и промышленность)». Поэтому, на основании всего вышесказанного, я считаю, что работа отвечает основным требованиям, которые предъявляются к кандидатским диссертациям по указанной специальности, а автор, Алексеева Анастасия Валерьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по этой специальности.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Слово для ответа на замечания оппонента предоставляется соискателю.

Соискатель

С замечаниями Натальи Олеговны согласна. Но хотела бы прокомментировать второе: Мы не претендуем на новые методы решения оптимизационных задач, но оптимизация параметров обобщенной дисперсии, насколько нам известно, проведена впервые. По поводу третьего могу сказать, что можно было бы решить и задачу многокритериальной оптимизации, но на практике мы с такой задачей не сталкивались. Другой вопрос – при минимизации времени обнаружения нарушения, чтобы не слишком увеличивать затраты, можно задать дополнительное ограничение по затратам, но это не вносит существенного изменения в алгоритм.

Председатель

Кто хочет выступить?

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Можно, если я начинал вопросы. Мне кажется, что многие вопросы вызвало название диссертации. Оно такое, о чем говорилось и на НТС и потом, оно очень глобальное: «Методы и алгоритмы повышения контроля многомерного рассеяния показателей...», но это целое большое научное направление. Если б в названии было б, что повышение эффективности, там и так далее на основании карт Шухарта или на основе использования обобщенной дисперсии, даже там где-то алгоритм Хотеллинга, я думаю, вопросов было бы меньше гораздо. То, что при таком названии в обзоре нет других подходов, потому что именно в процессах задачи о разладке это целое направление, о котором, как я и сказал, не сказано ни слова, что при таком названии, конечно, кажется таким упущением явным. Т.е. минимизация эллипсоида рассеяния, это один из критериев, из классических критериев по классификации, но их несколько критериев, как выбирается этот об этом тоже не говорится. Тем более на предварительных обсуждениях эти же вопросы задавались, так или иначе. Немножко есть ощущение, что диссертация немножко сыровата, потому что на самом деле вы говорите о новых методах, а это использование известных методов по-новому назначению, что тоже достойная задача, как таковая. Но, взвешивая «за» и «против», с учетом выступления научного руководителя, продолжения работы по этой тематике и получение новых результатов, которые, я так понимаю, не вошли в диссертацию, я буду голосовать «за».

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Ну я оказался не одинок, я специально не читал обзор отзывов и так далее, я выслушал доклад и смотрю, что те вопросы, которые я задал, он лежат в русле тех замечаний, которые от Агата поступили, от ведущей организации поступили и так далее. Т.е. я напомним, что рассматривается три метода и, соответствующим образом, три предметных области различных и никак не расшифровывается где информационные характеристики, там и там берутся, не ссылаясь на эти карты и так далее, но это видно по отзывам. Я даже как бы внутреннее определение дал: у авторов возникла определенная информационная избыточность когда они знают о чем говорят, но не написали это где-то там и в докладе это не прозвучало, они понимают эти формулировки и так далее и работу, на мой взгляд, спасает то, что авторы идут от общего к частному, с определенным грузом ошибок, информационного умолчания каких-то позиций и поэтому, я считаю, что работа вообще достойная, я даже про себя так подумал, что нельзя ли это все в телекоммуникации где-то применить для «мягких» решений, т.е. это обогащает нас вообще-то говоря, поэтому я буду голосовать «за» и поддерживаю эту работу. Спасибо.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Видимо у нас разные научные школы и разные подходы. Я считаю, по крайней мере в рамках того, чем мы занимались всегда, сначала формулируется какой-то показатель качества, ну, например, время до обнаружения разладки или обнаружения нарушений, потом рассматрива-

ются процедуры или находятся алгоритмы, которые отвечают минимуму этого времени, т.е. рассматриваются классы различных алгоритмов, процедур, в том числе, м.б. и обобщенной дисперсии, все, что угодно, но надо найти тот класс алгоритмов, который обеспечивает минимум заданного показателя качества. Здесь это вообще не просматривается, здесь предлагаются три алгоритма, просто так, из головы фактически, и говорят, что это лучше, чем то, что было. Правда, непонятно, что там было. В общем, конечно, и доклад и ответы на вопросы не впечатлили, но тем не менее Александр Куприянович, мне кажется, совершенно четко пояснил и что сделано и как сделано, и Наталья Олеговна тоже добавила к этому, так что я, полагаясь на мнение оппонентов, тем более так ярко выраженное, людей, которые внимательно все прочитали и видя, что диссертация хорошая, буду голосовать «за».

Д.т.н., профессор Пиганов М.Н.

Я просмотрел еще раз автореферат, хотелось бы, это уже как пожелание, чтобы в автореферате и диссертации в разделе «Актуальность» – вот эти ключевые слова расшифровались. Вы понимаете, вот стабильность, понятие стабильности, я начал обращать внимание на это во время пандемии, когда говорят: «состояние стабильное», что такое стабильное состояние, у меня сидело много врачей, я не могу понять, что они понимали под стабильным состоянием. У нас же в этом плане все определено: стабильность – это свойство сохранять постоянное состояние и параметры и закон распределения погрешностей параметров. Поэтому, что понимает автор под стабильностью в данном случае систем, было бы неплохо одним абзацем написать. Ну, что касается эффективности, на эту тему неплохо написано в журнале «Надежность и качество сложных систем», кстати, там можно найти и ответ на вопрос, что такое сложная система техническая. Ну эффективность она бывает экономическая, эффективность бывает информационная, в принципе какая угодно. Эти понятия должны быть четко написаны. Ну, я считаю, что работа хорошая, все квалификационные признаки налицо, считаю, что диссертация соответствует заявленной специальности и буду голосовать «за».

Председатель

Кто еще хочет выступить? Нет желающих?

Соискателю предоставляется заключительное слово.

Соискатель

Я бы хотела поблагодарить, прежде всего, всех тех, кто принимал участие в обсуждении моей работы, всех тех, кто сегодня присутствовал здесь за проявленный интерес к работе.

Также хочу поблагодарить моего научного руководителя, д.т.н, профессора Клячкина Владимир Николаевича, который все эти годы направлял мои исследования.

Я благодарю своих оппонентов за внимательное прочтение моей работы, за доброжелательное отношение и ценные замечания.

Председатель

Объявляется перерыв на голосование. Прошу голосовать.

Председатель

Коллеги! Продолжаем нашу работу. Слово предоставляется ученому секретарю Совета для оглашения результатов тайного голосования.

Ученый секретарь

Результаты голосования следующие: из 16 членов диссертационного совета «за» проголосовали 15, «против» – 1.

Председатель

Уважаемые коллеги прошу утвердить протокол тайного голосования. (принято единогласно).

Таким образом, на основании результатов тайного голосования (за – 15 , против – 1) диссертационный совет Д212.277.04 при Ульяновском государственном техническом университете признает, что диссертация **Алексеевой А.В.** содержит новые решения в методах и алгоритмах повышения эффективности контроля многомерного рассеяния показателей функционирования сложных технических систем, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 "Положения" ВАК), и присуждает **Алексеевой Анастасии Валерьевне** ученую степень кандидата технических наук по специальностям **05.13.01.**

Председатель

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации **Алексеевой А.В.** Есть предложение принять его за основу. Нет возражений? (Нет). Принимается.

Какие будут замечания, дополнения к проекту заключения?

(Обсуждение проекта) .

Председатель

Есть предложение принять заключение в целом с учетом редакционных замечаний. Нет возражений? Принимается единогласно.

Заключение объявляется соискателю.

*ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.04, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО*

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 07.09.2022 г. № 13

О присуждении Алексеевой Анастасии Валерьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы и алгоритмы повышения эффективности контроля многомерного рассеяния показателей функционирования сложных технических систем» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии и промышленность)» принята к защите 18.05.2022 (протокол заседания № 4) диссертационным советом Д212.277.04, созданным на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32) №678/НК от 18.11.2020.

Соискатель Алексеева Анастасия Валерьевна 15 мая 1989 года рождения.

В 2017 году соискатель окончила магистратуру в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», работает инженером по стандартизации в АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения».

Диссертация выполнена на кафедре «Прикладная математика и информатика» в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»

Научный руководитель – доктор технических наук (05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), Клячкин Владимир Николаевич, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет, профессор кафедры «Прикладная математика и информатика», профессор

Официальные оппоненты:

Иванов Александр Куприянович – доктор технических наук, ФНПЦ АО «НПО «Марс», комплексный научно-исследовательский отдел-2, главный научный сотрудник

Седова Наталья Олеговна – доктор физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «УлГУ», кафедра информационной безопасности и теории управления, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург в своем положительном отзыве, подписанном Фроловой Еленой Александровной д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой инноватики и интегрированных систем качества указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, а полученные новые результаты имеют научную ценность и практическую значимость.

Соискатель имеет 22 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 22 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ. Общий объем опубликованного материала составляет 5,3 п.л., авторский вклад 60%. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах отсутствуют.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Алексеева А.В. Повышение эффективности статистического контроля многомерного рассеяния процесса // Автоматизация процессов управления. 2020. № 3 (61). С. 101-107.

2. Клячкин В.Н., Алексеева А.В. Оптимизация параметров алгоритма обобщенной дисперсии при статистическом контроле процесса // Автоматизация процессов управления. 2021. № 3 (65). С. 41-47.

3. Клячкин В.Н., Алексеева А.В. Оценка стабильности функционирования гидроагрегата по результатам мониторинга вибраций // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2019. № 3. С. 11-18.

4. Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е., Иванова (Алексеева) А.В. Система статистического анализа и контроля стабильности вибраций гидроагрегата // Программные продукты и системы. 2018. № 3. С. 620-625.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов, все отзывы положительные.

1. ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» (г. Брянск). Отзыв подписан заведующим кафедрой «Компьютерные технологии и системы», д.т.н., доцентом А.В. Аверченковым. Замечания: 1) На рисунках нет расшифровки ряда сокращений – СДС, ЭВСС, СЛ, УСЛ. 2) Из блок-схемы (рис. 4) не видно, как проверяется нормальность распределения показателей, как проводится нормализация.

2. ООО «Телесофт» (г. Санкт-Петербург). Отзыв подписан руководителем отдела статистических исследований и разработок, к.т.н. В.Н. Лукиным. Замечание: В автореферате приведены результаты мониторинга показателей для трех технических объектов – системы управления гидроагрегата, системы очистки воды, система производства теплоизоляционных плит, однако не указаны конкретные значения – насколько изменилась эффективность контроля по каждому из них?

3. АО «Концерн «Моринформсистема-Агат» (г. Москва). Отзыв подписан начальником отдела научной работы, д.т.н., доцентом О.Н. Андреевой. Замечания: 1) Для проведения контроля рассеяния предложено три варианта модификации карты обобщенной дисперсии, однако нет анализа того, какой из них лучше работает в конкретной ситуации. 2) Алгоритм обобщенной дисперсии – наиболее распространенный, но не единственный метод контроля многомерного рассеяния, однако в диссертации нет сравнения этих методов.

4. ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский Технологический университет» (г. Москва). Отзыв подписан заведующим кафедрой конструирования и производства радиоэлектронных средств, д.т.н., профессором С.У. Увайсовым. Замечания: 1) Оптимизация параметров контроля рассмотрена только для обычной карты обобщенной дисперсии, однако, в случае карты с предупреждающей границей результаты расчета могут существенно измениться. 2) Из результатов исследования не видно, в каких ситуациях необходимо обновлять параметры карты. 3) Не понятно, как определяются коэффициенты V_1 и V_2 для карты с предупреждающей границей (рис. 4).

5. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.» (г. Саратов). Отзыв подписан профессором кафедры «Системотехника и управление в технических системах», д.т.н., профессором Ю.Б. Томашевским. Замечания: 1) В автореферате отсутствует определение понятия сложной технической системы. Какие технические системы, по мнению автора, следует относить к классу сложных? 2) При формулировании задач диссертации автор говорит о

разработке методов (с.4 автореферата), но на с.15 автореферата (14 строка снизу) говорится о том, что «задачей диссертационного исследования является разработка методики контроля многомерного контроля». Из автореферата неясно, что именно разрабатывается автором: методы или все-таки методики? 3) Не показано, каким образом предложенный алгоритм адаптирован к индивидуальным наблюдениям в примере контроля системы водоочистки.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетенцией, научными достижениями и наличием публикаций в соответствующей отрасли науки. Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и совместных публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методы поиска оптимальных значений параметров алгоритма обобщенной дисперсии по критерию минимума времени обнаружения нарушения и минимума стоимости контроля,

предложены новые методы повышения эффективности контроля многомерного рассеяния, основанные на анализе структур специального вида на контрольной карте обобщенной дисперсии, применении предупреждающей границы и использовании алгоритма экспоненциально взвешенных скользящих средних,

доказана эффективность предложенных методов повышения чувствительности контроля многомерного рассеяния путем проведения статистических испытаний и обработкой информации по показателям функционирования для реальных технических объектов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана обоснованность методов, обеспечивающих повышение эффективности мониторинга показателей функционирования сложных технических систем: сокращение времени обнаружения нарушения и снижения стоимости контроля,

применительно к проблематике диссертации результативно, с получением обладающих новизной результатов использованы

методы системного анализа, теории вероятности, математической статистики, численные методы и методы оптимизации,

изложены результаты численного исследования стабильности функционирования реальных технических объектов,

раскрыты особенности и проблемы многомерного контроля рассеяния,

изучено влияние трех предложенных методов повышения эффективности на чувствительность алгоритма обобщенной дисперсии к нарушениям процесса.

проведена модернизация алгоритма обобщенной дисперсии с целью повышения его чувствительности к возможным нарушениям процесса.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в ООО «Евроизол» (г. Ульяновск) программный комплекс, позволяющий определять оптимальные значения параметров контроля прочностных показателей при производстве минераловатных теплоизоляционных плит, при этом стоимость контроля в результате оптимизации параметров снижена на 30% по сравнению с применением стандартного алгоритма обобщенной дисперсии,

определены возможности и условия применения предложенных методов повышения эффективности алгоритма обобщенной дисперсии.

создан программный комплекс для автоматизированного контроля рассеяния показателей, представляющий собой набор модулей, реализующих:

- контроль рассеяния процесса на базе алгоритма обобщенной дисперсии;
 - оценку средней длины серий при применении различных методов контроля;
 - мониторинг процесса,
- представлены рекомендации, позволяющие определять оптимальные параметры контроля алгоритма обобщенной дисперсии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты обосновываются корректным применением математического аппарата, подтверждаются вычислительными экспериментами и результатами практического использования,

теория построена на известных проверенных данных, которые в полной мере согласуются с ранее опубликованными данными по теме диссертации,

идея базируется на обобщении передового опыта и практических исследований ряда российских и зарубежных ученых по теме диссертации,

использованы сравнения авторских данных и результатов, полученных ранее,

установлено, что результаты численного исследования согласуются с предположениями, выдвигаемыми специалистами-экспертами по предметной области,

использованы представленные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения.

Личный вклад соискателя состоит в:

критическом анализе научных источников по теме диссертации, непосредственном участии на всех этапах выполнения исследования, включая разработку методов и алгоритмов оптимизации параметров контроля многомерного рассеяния, проведение статистических испытаний для оценки эффективности предложенных методов,

апробации результатов работы на реальных технических объектах, формулировке выводов,

подготовке результатов выполненных исследований к публикации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1) Предложены различные модификации карты обобщенной дисперсии, однако нет анализа того, какой из них лучше работает в конкретной ситуации.

2) Алгоритм обобщенной дисперсии – наиболее распространенный, но не единственный метод контроля многомерного рассеяния, однако в диссертации нет сравнения этих методов.

Соискатель Алексеева А.В. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы.

На заседании 07.09.2022 г. диссертационный совет принял решение: за новые научно-обоснованные решения в области контроля показателей функционирования сложных технических систем присудить Алексеевой А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против 1.

Защита окончена. Есть ли замечания по процедуре защиты? (Нет).
Поздравляет соискателя с успешной защитой. Благодарит членов
совета и всех участников за внимание.

Заседание объявляется закрытым.

Председатель Совета Д212-277.04
профессор

Ученый секретарь Совета Д212-277.04,
Доцент



Н.Г. Ярушкина

А.М. Наместников