

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора ПАО

«Интелтех» по научной работе доктор  
технических наук, доцент

И.А. Кулешов



2024 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

ФОКИНА Александра Борисовича, выполненной на тему: «Оценка надежности телекоммуникационных сетей на основе инверсий их состояний» и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

**Актуальность темы диссертации** не вызывает сомнений, однако, следует заметить, что положение дел, описанное в автореферате, сложилось, прежде всего, из-за неправильного задания требований к надежности телекоммуникационных сетей. При правильном подборе задаваемых показателей надежности и грамотно сформированном критерии отказа телекоммуникационной сети сложность оценки надежности может быть значительно снижена.

Автор справедливо заметил, что определение показателей надежности в сложноразветвленных сетях является непростой задачей, но, в то же время, нельзя согласиться с ним в том, что для решения таких задач не применимы известные методы. Еще во второй половине XX века были разработаны несколько методов решения подобных задач (метод прямого перебора, метод

разложения относительно особого элемента, метод минимальных путей и минимальных сечений, аналитико-статистический метод и др.). Разработанные методы не утратили актуальности.

Не ясно, что автор считает приемлемым временем получения точных значений показателей надежности. Процесс разработки достаточно длительный и как правило дефицита времени для расчетов надежности не возникает.

**Цель данного исследования** состоит в разработке методов расчета надежности телекоммуникационной сети. Достижение цели исследования обеспечивается решением **научных задач**, сущность которых состоит в проведении анализа существующих методов расчета вероятности связности современных телекоммуникационных сетей, разработке процедуры формирования множеств простейших подграфов телекоммуникационной сети, разработке методов расчета вероятностей связности телекоммуникационной сети на основе многопеременных инверсий.

**Объект исследования** – структурная надежность телекоммуникационной сети, поддерживающей механизмы обеспечения отказоустойчивости.

**Предмет исследования** – методы расчета вероятностей связности телекоммуникационной сети на основе простейших подграфов.

**Новизной обладает** ряд научных результатов диссертации, выносимых на защиту, к которым следует отнести:

1. Процедуру формирования множества простейших подграфов телекоммуникационной сети для двух-, все- и многополюсной связностей.

2. Методы расчета вероятностей связности телекоммуникационной сети на основе многопеременных инверсий отрицаний пересечений событий связности или несвязности графа для различных типов связности сети.

3. Метод расчета вероятностей связности телекоммуникационной сети, учитывающий реализованные механизмы обеспечения отказоустойчивости с различными архитектурами, защищаемыми участками и требуемым количеством маршрутов.

**Теоретическая значимость** результатов исследования состоит в дальнейшем развитии и совершенствовании процедур формирования множеств простейших подграфов для произвольной связности графа соответствующей телекоммуникационной сети, а так же в развитии методов построения форм перехода логических функций к замещению на основе многопеременных инверсий отрицания пересечения событий связности (несвязности) графа.

**Практическая значимость** результатов исследования состоит в том, что разработанные процедуры и методы доведены до программной реализации, позволяющей проводить расчет вероятностей связности разветвленной телекоммуникационной сети произвольной структуры.

**Обоснованность и достоверность** полученных научных результатов подтверждаются адекватным применением известных методов исследования, соответствующих предметной области, корректностью методик численного моделирования.

Результаты исследования изложены в 11 научных трудах (из которых в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК, – 2; в других рецензируемых изданиях – 9). Получен один патент и одно свидетельство о государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ.

При рассмотрении автореферата пришли к выводу, что автор комбинируя различные известные подходы к расчету надежности применил новый математический аппарат. При этом возникли сомнения в выигрыше по

трудоемкости расчетов предлагаемого метода по сравнению с методом прямого перебора с использованием свойства монотонности.

В автореферате несколько раз указывается о выигрыше в 1,8 раза во времени вычислений предлагаемого метода по сравнению с существующими. Интересны для сравнения абсолютные значения затрачиваемого времени. Если речь идет о секундах, минутах и даже часах, то конечно сокращение времени расчета почти в два раза не может не радовать, но насколько это критично? Гораздо важнее автоматизация процесса проведения расчета и сокращение рутинных процессов.

В целом работа производит положительное впечатление. Автор проделал большой объем полезной работы, результаты которой могут быть применены в организациях, занимающихся разработкой комплексов и систем связи. Однако есть несколько замечаний и вопросов.

1. Первая группа замечаний связана с неправильным использованием терминов. Согласно государственного стандарта ГОСТ РВ 0020-57.304-2019 п.3.1 оценка надежности – это совокупность операций, включающих определение значений показателей надежности и сопоставление их с заданными значениями. В автореферате автор ни где не упоминает сравнение полученных значений показателей надежности с требуемыми.

В математике единичным вектором называют вектор длина которого равна единице. Выражение «...единичный вектор длины  $l$ ...» с точки зрения математики некорректно (стр.18 автореферата, пояснение к формуле 32).

На стр.9 автореферата используется не известное понятие «блочный вектор», и он составляется из вектора...?

2. Следующее замечание связано с использованием в работе коэффициента готовности.

Коэффициент готовности упоминается при обосновании актуальности темы как наиболее часто используемый показатель надежности. Однако, учитывая порядок задания требований к надежности изложенный в ГОСТ РВ 0020-39.303-2019, для сложных телекоммуникационных сетей

использование коэффициента готовности нецелесообразно. Коэффициент готовности – это комплексный показатель надежности характеризующий безотказность и ремонтпригодность. Его можно рассматривать как вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени. Для сети в которой корреспонденты обмениваются сообщениями важно не только чтобы часть сети (задействованная при обмене или передаче информации) была работоспособна, но также важно чтобы работоспособность сохранялась в течении времени передачи. Поэтому выбор коэффициента готовности в качестве ключевого показателя сомнителен. Целесообразнее использовать коэффициент оперативной готовности или вероятность безотказной работы в течении некоторого заданного времени.

3. Каким образом выражение (1) автореферата будет являться математической моделью телекоммуникационной сети если в ней не учтены вершины (узлы), а учтены только ребра (линии связи)?

4. Не ясно что имеет ввиду автор говоря о представлении простейших подграфов в виде минимальных сечений?

5. Из автореферата не ясно зачем автор использует модель Эрдеша-Реньи генерации случайных графов, если в расчете надежности граф будет определяться структурой телекоммуникационной сети в которой детерминированы узлы и линии связи между ними.

Указанные замечания не повлияли на положительную оценку значимости представленной работы в целом.

Исходя из вышеизложенного представляется возможным сделать следующие **ВЫВОДЫ**: представленная диссертационная работа является завершенным научно-квалификационным трудом, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для теории и практики методов расчета надежности, соответствует требованиям критериев, представленным в «Положении о присуждении ученых степеней»,

предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы «Оценка надежности телекоммуникационных сетей на основе инверсий их состояний» ФОКИН Александр Борисович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Автореферат и отзыв рассмотрены и одобрены на заседании теоретической секции НТС ПАО «Интелтех», протокол № 5 от «4» апреля 2024 г.

Отзыв подготовили:

Начальник отдела надежности, к.т.н. по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», доцент (тел. (812)-448-19-01 доп.13-98)

Баринов Михаил Анатольевич

Заместитель начальника надежности, к.т.н. по специальности 20.01.09 «Военные системы управления, связи и навигации» (тел. (812)-448-19-01 доп. 14-70)

Бакаев Михаил Васильевич

Публичное акционерное общество «Информационные телекоммуникационные технологии» (ПАО «Интелтех»).

Адрес: 197342, Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 8.

Телефон: (812)448-95-97, (812)295-50-69. E-mail: [intelteh@inteltech.ru](mailto:intelteh@inteltech.ru),

Подписи начальника отдела надежности кандидата технических наук, доцента Баринова Михаила Анатольевича и заместителя начальника отдела надежности, кандидата технических наук Бакаева Михаила Васильевича заверяю.

Начальник отдела кадров ПАО «Интелтех»

Лебедева Елена Оттовна

« 5 » апрель 2024 г.

