

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 654.1

Нерод Денис  
Игоревич

Методы повышения надежности  
в транспортных телекоммуникационных сетях

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-45 80 01 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Научный руководитель  
Тарченко Н.В.  
кандидат технических наук,  
доцент

Минск 2018

## **ВВЕДЕНИЕ**

Актуальность темы исследования магистерской диссертации обусловлена постоянным ростом объёма передаваемого трафика и необходимостью доставлять информацию потребителю с соответствующим качеством.

Показателю надежности уделяется пристальное внимание и для транспортных сетей значение коэффициента готовности постоянно повышается, приближаясь к значению 0,99999. Необходимо провести сравнительный анализ существующих способов повышения надежности в транспортных телекоммуникационных сетях, провести количественную оценку надежности транспортной сети, разработать программный продукт по расчету надежности транспортной сети произвольной топологии. Это, в свою очередь, позволит выявить влияние сетевых характеристик на надежность телекоммуникационных сетей.

Вопросам надежности транспортных сетей связи посвящены работы Егунова М.М., Шувалова В.П., Чепака В.С., Новикова Е.В., Полякова В.А., Алигулиева Э.А., Филина К.М., Попкова В.К., Мура Е., Шеннона К., Райншке К.. Все это подчеркивает важность и актуальность выбранной темы.

Практическая значимость магистерской диссертации заключается в возможности применять на практике полученные результаты исследования, как в учебных целях, так и для провайдеров телекоммуникационных услуг.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

Актуальность темы исследования.

Рост требований к качеству предоставляемых услуг со стороны пользователей, обусловленный активным проникновением телекоммуникаций во все сферы жизни, и обострение конкуренции, вызванное либерализацией рынка, заставляют операторов все больше заботиться о качестве обслуживания (Quality of Service, QoS). Соглашения об уровне обслуживания (Service Level Agreement, SLA), заключаемые как с конечными пользователями, так и между операторами, становятся важным атрибутом взаимоотношений на современном рынке. А надежность является одним из важнейших факторов, влияющих на QoS, в силу чего требования к надежности (чаще всего к готовности) включаются практически во все SLA. При этом за «сверхнормативные» простои в SLA, как правило, предусматриваются штрафные санкции.

Негативные последствия отказов не ограничиваются прямыми финансовыми потерями, обусловленными уменьшением доходов от предоставления услуг из-за простоев, и штрафными санкциями в случаях

нарушения SLA. Нельзя забывать и о потерях, связанных с недовольством клиентов и ухудшением имиджа компании, которые обусловлены:

- оттоком недовольных клиентов к конкурентам;
- снижением привлекательности оператора в глазах потенциальных клиентов;
- снижением привлекательности компании в глазах существующих и потенциальных партнеров, акционеров и инвесторов.

В современных условиях по транспортным сетям передается разнородная информация, которая должна доставляться потребителю с соответствующим качеством. Показателю надежности уделяется пристальное внимание и для транспортных сетей значение коэффициента готовности постоянно повышается, приближаясь к значению 0,99999. Вопросы повышения значения коэффициента готовности и его обеспечения связаны, в том числе и с внедрением на транспортных сетях новых телекоммуникационных технологий.

Цель магистерской диссертации – определение методов повышения надежности транспортных телекоммуникационных сетей.

Задачи исследования поставлены следующие:

- провести сравнительный анализ существующих способов повышения надежности в транспортных телекоммуникационных сетях;
- провести количественную оценку надежности транспортной телекоммуникационной сети на основе оборудования ОТН;
- разработать программный продукт по расчету надежности транспортной сети произвольной топологии.

Научная новизна.

Новизна полученных основных научных результатов заключается в следующем:

- исследование методов повышения надежности, которые позволяют учитывать особенности транспортных сетей, для которых разрабатывается программный продукт;
- подходы, описываемые в данной работе, могут быть применены и к другим областям, имеющим в основе большое количество регионально распределенных взаимодействующих элементов.

Практическая значимость: разработанный программный продукт по расчету надежности транспортных сетей связи позволяет внедрять решения, наиболее полно отвечающие запросам оператора связи. Данная программа позволяет производить оценку телекоммуникационной сети связи при ее эксплуатации, модернизации или расширении, что, в свою очередь, позволяет выявлять недостатки сети, моделировать ее существующие и проектируемые компоненты с более высокой надежностью. Помимо этого, при помощи программы можно оценивать и минимизировать расходы по строительству

новых участков сетей, что упрощают работу служб эксплуатации сети, чем повышают уровень обслуживания клиентов.

Апробация результатов исследования.

Вопросам надежности транспортных сетей связи посвящены работы Егунова М.М., Шувалова В.П., Чепака В.С., Новикова Е.В., Полякова В.А., Алигулиева Э.А., Филина К.М., Попкова В.К., Мура Е., Шеннона К., Райншке К.. Все это подчеркивает важность и актуальность выбранной темы.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В первой главе дана классификация телекоммуникационных сетей по ряду признаков:

- по функциональному назначению;
- по характеру образований и выделения каналов связи.

Даны определения следующим сетям:

- первичной;
- вторичной;
- магистральной;
- транспортной;
- абонентской;
- сети доступа;

Приведены основные концепции построения транспортных сетей, базирующихся на волоконно-оптических системах передачи. Дано описание уровневой модели транспортной сети OTN-OTN.

Представлена обобщенная структурная схема оптической системы передачи с мультиплексированием OTN, а также приведены стандартизированные скорости OTN.

Во второй главе приведен сравнительный анализ методов повышения надежности в транспортных сетях, основанных на оптических технологиях.

Описаны методы обеспечения аппаратной надежности.

Проведен сравнительный анализ методов защиты потоков для разных технологий транспортных сетей, выявлены их общие и отличительные свойства.

В третьей главе рассматриваются вопросы количественной оценки показателей надежности.

Приведены эксплуатационно-технические показатели надежности окончного и промежуточного сетевого оборудования, основные формулы для расчета.

Также рассмотрены основные показатели надежности линейного тракта, сетевого тракта, предложены формулы для расчета.

В четвертой главе проанализированы варианты расчета надежности для различных структурных схем организации сетевых трактов:

- последовательная и параллельная структуры;
- метод прямого замещения;
- метод декомпозиции.

В пятой главе описан процесс разработки программного продукта по расчету надежности транспортных сетей связи, который позволяет внедрять решения, наиболее полно отвечающие запросам оператора связи. Разработана блок-схема программного продукта. Программа позволяет производить оценку надежности телекоммуникационной сети связи при ее эксплуатации, модернизации или расширении, что, в свою очередь, позволяет выявлять недостатки сети, моделировать ее существующие и проектируемые компоненты с более высокой надежностью. Помимо этого, при помощи программы можно оценивать и минимизировать расходы по строительству новых участков сетей, что упрощают работу служб эксплуатации сети и повышает уровень качества обслуживания клиентов.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе проведения исследования был произведен сравнительный анализ методов повышения надежности в транспортных сетях, были рассмотрены количественные показатели надёжности, приведено описание структурных схем надежности, а также была разработана программа для расчета коэффициента готовности транспортной телекоммуникационной сети.

Основные выводы:

1 Транспортная телекоммуникационная сеть является сложной технологической системой. Для того, чтобы предложить методы повышения надежности транспортной сети необходимо чётко определить понятие транспортная телекоммуникационная сеть, определить по каким критериям оценивается надежность транспортной сети и определить их количественные показатели.

2 Коэффициент готовности транспортной сети один из важнейших параметров сети. Были рассмотрены формулы для расчета  $K_g$  ориентированные на работу по оптоволокну.

3 Для сетей связи можно выделить два основных аспекта надежности, которые условно называются аппаратным и структурным. Надежность системы можно повысить, используя различные методы. При этом каждый раз надо выбирать пригодный метод с учетом характеристик системы.

4 Все методы повышения надежности сетей связи можно свести к следующим основным:

- резервирование;
- уменьшение среднего времени восстановления работоспособного состояния;
- уменьшение интенсивности отказов системы;
- сокращение времени непрерывной работы.

5 Реализация указанных методов должна осуществляться на этапе проектировании, при строительстве, при эксплуатации транспортной телекоммуникационной сети.

6 Автоматизированный расчет коэффициента готовности позволяет выявлять недостатки сети, моделировать ее существующие и проектируемые компоненты с более высокой надежностью. Также позволяет оценивать и минимизировать расходы по строительству новых участков сетей.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

А.1 – Тарченко Н.В. Программное средство проектирования инфокоммуникационных сетей с требуемым коэффициентом готовности / Н.В. Тарченко, Д.И. Нерод // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X Междунар. науч.-метод. конф. – Минск, 2017 – С.340.