

## **ОТЗЫВ**

научного руководителя

на диссертационную работу Врублевского Сергея Сергеевича  
«Параметрический синтез виртуальной частной сети в сети электросвязи  
специального назначения», представляемую на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.13.15 – вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

На сегодняшний день в сети электросвязи специального назначения (СЭСН) наблюдается значительное увеличение объема передаваемых сообщений. Это обусловлено появлением и активным использованием следующих услуг: видеоконференцсвязь, IP-телефония, электронная почта, электронные карты местности, базы данных, что предполагает выполнение высоких требований качества обслуживания пользователей в соответствии с классом трафика, а также организацию обособления потоков трафика с целью обеспечения информационной безопасности. Организация разграничения пакетного трафика в СЭСН осуществляется путем применения технологии VPN – создание VPN-туннелей.

Использование IP-технологий делает СЭСН во многом схожими с сетями электросвязи общего пользования (СЭОП), однако можно выделить следующие отличительные особенности:

для СЭОП в качестве основного параметра используется пропускная способность VPN-туннеля, что в большей мере обусловлено возможностью оперативного увеличения пропускной способности отдельных направлений связи за счет существенного резерва ресурсов сети. Данная стратегия поведения операторов связи в СЭОП полностью обоснована и приводит к улучшению показателей качества обслуживания Quality of Service (QoS): задержки передачи пакета, джиттера и вероятности потери пакета, т. е. для СЭОП характерен механизм не прямого, а косвенного воздействия на показатели QoS за счет увеличения пропускной способности на участке сети;

в сети доступа в СЭСН есть высокоскоростные участки в десятки и сотни Мбит/с, а на транспортном уровне пропускная способность может существенно снижаться (до пропускной способности эквивалентной цифровому потоку E1 – 2048 кбит/с), что создает эффект «бутылочного горлышка», тем самым ухудшая показатели качества обслуживания пользователей;

Следовательно, для планирования VPN-туннелей в СЭСН необходимо применять дополнительные методы, учитывающие в качестве ресурса сети не только пропускную способность канала связи, но и задержку передачи

пакета, а также наличие низкоскоростных участков, что позволит максимально и сбалансированно использовать весь ресурс сети, а не только ресурс отдельных каналов связи. В связи с этим, диссертационная работа Врублевского С.С. посвященная разработке математических моделей, методов параметрического синтеза сети VPN, разработке функциональной структуры маршрутизатора и алгоритма управления ими, позволяющие повысить пропускную способность VPN-туннеля в сетях электросвязи специального назначения, является актуальной.

### **Научная оценка диссертации**

С учетом актуальности и значимости обозначенной научной задачи, диссертационная работа Врублевского С.С. посвящена развитию теоретических положений и практической реализации задач по повышению пропускной способности VPN-туннелей за счет их оптимального распределения в сети электросвязи специального назначения.

В диссертационной работе решены задачи математического моделирования виртуальной частной сети в сети электросвязи специального назначения с учетом задержки передачи пакета, параметрического синтеза виртуальной частной сети с учетом задержки передачи пакета.

Завершающим этапом диссертационной работы является разработка алгоритма администрирования VPN-туннелей и функциональной структуры маршрутизатора, отличающейся наличием блока маршрутизации VPN-туннелей.

Новыми результатами, значимыми для отрасли науки, области исследований и практики, представленными в диссертации в качестве положений, выносимых на защиту, являются:

предложена математическая модель виртуальной частной сети в сети электросвязи специального назначения, учитывающая влияние задержки передачи пакета на оценку запаса по пропускной способности для создаваемых VPN-туннелей, позволяющая с высокой точностью на этапе планирования сети определить требуемые ресурсы для ее создания при использовании различных способов маршрутизации;

решении задачи оптимального распределения VPN-туннелей виртуальной частной сети в сети электросвязи специального назначения по критерию максимальной пропускной способности при условии выполнения требований по задержке передачи пакета, в основу которого положено представление сети в виде двухвесового графа, учитывающего пропускную способность и задержку передачи пакета, и определение матрицы кратчайших расстояний на графе путем проведения операции унарного замыкания в тропическом полукольце.

разработке функциональных структур маршрутизатора, сервера и алгоритма администрирования VPN-туннелей в сети электросвязи специального назначения осуществляющих в режиме реального времени конфигурирование таблиц маршрутизации на основе оценки ресурсов сети, состояния каналов связи, загрузки коммутационных устройств с обеспечения требуемых характеристик качества обслуживания пользователей виртуальной частной сети.

Таким образом, положения, выносимые на защиту, содержат конкретные формулировки и отличительные признаки самостоятельно полученных новых научных результатов, характеризуют личный вклад соискателя и включают сравнительную оценку их научной и практической значимости.

Достоверность результатов диссертации обеспечивается четкой постановкой решаемых задач, обоснованным выбором исходных данных, корректностью принятых допущений и ограничений при моделировании телекоммуникационной сети специального назначения и процессов протекающих в ней, высокой сходимостью теоретически полученных результатов с данными натурных испытаний.

Работа имеет внутреннее единство, хорошо структурирована, написана грамотным, доступным языком, легко читается. Используется правильная терминология, установленные понятия, термины и определения. Иллюстрации способствуют восприятию и пониманию представленного материала.

Выводы по каждой главе и по работе в целом обобщают и заключают содержащийся в них материал, отражают полученные результаты с указанием степени их новизны и практической значимости.

Аналитический обзор литературы свидетельствует о широкой научной базе проведенного исследования, дает представление о современном состоянии его предметной области. Список публикаций автора соответствует основным научным результатам диссертации, а ссылки на используемые источники позволяют определить личный вклад соискателя в разработку научной задачи и отделить его от уже известных или полученных ранее авторских результатов.

Основные научные результаты, полученные соискателем, апробированы в ходе докладов на 9-ти международных и республиканских научных конференциях. Имеется акт о практическом использовании результатов исследования при выполнении опытно-конструкторской работы «Разработка аппаратно-программного комплекса средств коммутации и маршрутизации цифровых потоков для полевых систем связи» (открытое акционерное общество «АГАТ-СИСТЕМ»); акт о практическом использовании результатов исследования в ходе проведения оперативно-специального учения войск связи

Вооруженных Сил (Управление связи Генерального штаба Вооруженных Сил Республики Беларусь); акт о реализации научных исследований в образовательном процессе (УО «Военная академия Республики Беларусь»).

Соискатель опубликовал по теме диссертации 15 печатных работ, в том числе 6 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 9 тезисов докладов на научных конференциях, что соответствует требованиям ВАК к опубликованности результатов диссертационного исследования.

Диссертационная работа подготовлена к защите, оформлена в соответствии с требованиями ВАК и состоит из введения, общей характеристики, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений.

Врублевским С.С. самостоятельно выполнена квалификационная научная работа, содержащая новые научные результаты, заключающиеся в повышении пропускной способности VPN-туннелей в сети электросвязи специального назначения. Полученные новые результаты свидетельствуют о высокой научной квалификации соискателя, которая соответствует ученой степени кандидата технических наук.

#### **Характеристика научной, научно-педагогической и служебной деятельности соискателя**

Врублевский С.С. занимается научной работой с 2019 года. В адъюнктуре настойчиво и целенаправленно работал над углублением своей общетеоретической, военно-специальной и профессиональной подготовки. В ходе обучения овладел методами и средствами научных исследований, умением самостоятельно на высоком уровне вести научную и научно-педагогическую работу. В процессе работы над диссертацией проявил способности к серьезной научной работе, показал себя сформировавшимся научным работником, который умеет самостоятельно осуществлять научный поиск, правильно анализировать полученные результаты и доводить их до практической реализации. Научные исследования никогда не ограничивал только предметной областью своей диссертационной работы, а принимал самое активное участие в НИР, выполняемых на кафедре по заказу управления связи Генерального штаба Вооруженных Сил.

В настоящее время Врублевский С.С. проходит службу в должности старшего инженера учебной лаборатории кафедры связи факультета связи и автоматизированных систем управления учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь». В ходе работы над диссертационным исследованием и при подготовке и представлении материалов на международных технических конференциях Врублевский С.С. показал аргументированность в суждениях, точность в оценках и формулировках, умение вскрыть противоречия, выявить проблемы и обосновать возможные

пути их решения, выделить главное, критически осмыслить и обобщить полученные результаты. Постоянно работает над повышением своих профессиональных знаний, научных и инженерных навыков и умений, охотно перенимает передовой методический опыт.

### **Вывод**

Врублевский Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.15 – вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети за новые научно обоснованные результаты, заключающиеся в учёте, при математическом моделировании сети VPN, влияния задержки передачи пакета на оценку запаса по пропускной способности для создаваемых VPN-туннелей, позволяющая с высокой точностью определить требуемые ресурсы для ее создания, решение задачи оптимального распределения VPN-туннелей виртуальной частной сети в сети электросвязи специального назначения по критерию максимальной пропускной способности при условии выполнения требований по задержке передачи пакета, разработке функциональной структуры маршрутизатора и алгоритма администрирования VPN-туннелей в сети электросвязи специального назначения, осуществляющих в режиме реального времени конфигурирование таблиц маршрутизации на основе оценки ресурсов сети, состояния каналов связи, загрузки коммутационных устройств с обеспечения требуемых характеристик качества обслуживания пользователей виртуальной частной сети, что позволило повысить пропускную способность VPN-туннелей на 12 и 10 % для граничных значений задержки передачи пакета в 100 и 400 мс соответственно, по сравнению со способом организации VPN-туннелей при помощи протокола *RIP*, на 27 и 29 % при использовании протокола *OSPF*.

Научный руководитель  
заместитель директора по развитию  
первый заместитель директора  
ОАО «АГАТ-СИСТЕМ»  
кандидат технических наук, доцент

23.04.2024



Е.В. Машкин