

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

УО «Белорусская государственная академия связи», к.т.н., доцент

Е.А. Кудрицкая

«12» 06 2024 г.

**ОТЗЫВ**

оппонирующей организации УО «Белорусская государственная академия связи» на диссертацию Врублевского Сергея Сергеевича «Параметрический синтез виртуальной частной сети в сети электросвязи специального назначения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.15 «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети» (технические науки)

**1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки**

Содержание диссертации соответствует заявленной отрасли «технические науки» и паспорту специальности 05.13.15 «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети», утвержденному приказом ВАК Республики Беларусь от 30.04.2024 г. № 102, а именно п.2 – методы и алгоритмы для создания локальных и глобальных компьютерных систем, а также технических и программных средств для реализации корпоративных клиент-сервер и глобальных технологий обработки распределенной информации; п.3 – способы архитектурной организации вычислительных машин, комплексов, систем и сетей, а также новых технологий организации вычислительного процесса, в том числе создание встроенных вычислительных систем, систем на кристалле и сетей на кристалле для технических, биомедицинских и мультимедиа приложений реального времени.

**2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости**

Научный вклад Врублевского С.С. в решение задачи повышения пропускной способности VPN-туннелей в сети электросвязи специального назначения с учетом обеспечения качества обслуживания пользователей состоит в следующем.

1. Автором предложена математическая модель виртуальной частной сети (VPN) в сети электросвязи специального назначения, учитывающая качество обслуживания пользователей при оценке ресурса сети, выраженного в запасе по пропускной способности для создаваемых VPN-туннелей, что позволяет

получить более достоверные данные о состоянии сети при использовании различных способов маршрутизации;

2. Автором решена задача параметрического синтеза сети VPN в сети электросвязи специального назначения по критерию максимальной пропускной способности при учете поддержания заданного уровня задержки передачи пакета, в основу которого положено представление сети в виде двухвесового графа, учитывающего не только пропускную способность, но и задержку передачи пакета, и определение матрицы кратчайших расстояний между двумя вершинами графа при использовании тропической (идемпотентной) математики.

3. Автором разработан сервер и алгоритм администрирования VPN-туннелей, модернизирован маршрутизатор путем внедрения блока маршрутизации VPN-туннелей в сети электросвязи специального назначения, осуществляющих в режиме реального времени конфигурирование таблиц маршрутизации на основе оценки ресурса сети, состояния каналов связи, загрузки коммутационных устройств с обеспечения требуемых характеристик качества обслуживания пользователей на заданном уровне.

4. Соискателем предложены математические модели и методы параметрического синтеза сетей VPN также учитывающие в качестве резерва пропускную способность, но в условиях выполнения требований по обеспечению качества обслуживания пользователей в виде поддержания требуемого уровня задержки передачи пакета.

Научная значимость полученных Врублевским С.С. результатов заключается в повышении пропускной способности VPN-туннелей за счет их оптимального распределения в сети связи специального назначения.

Практическая значимость результатов диссертационной работы Врублевского С.С. состоит в создании алгоритма администрирования VPN-туннелей и структуры маршрутизатора, отличающегося наличием блока маршрутизации VPN-туннелей Министерства обороны Республики Беларусь. Данные решения могут использоваться в других сетях специального назначения с подобной структурой трафика в условиях высокой загрузки коммутационных устройств.

### **3. Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень**

Соискателю может быть присуждена искомая ученая степень за следующие результаты.

1. Математическая модель VPN в сети электросвязи специального назначения, разработанная в классе граф-комбинаторных моделей, отличающаяся от потоковой модели учетом задержки передачи пакета, позволяющая определить запас по пропускной способности для планируемых VPN-туннелей точнее на: от 7,6 до 15,2 % при использовании протокола RIP,

от 10,4 до 27,2 % при использовании протокола OSPF, от 60,5 до 81,3 % при использовании технологии Traffic Engineering.

2. Метод параметрического синтеза сети VPN, отличающийся учетом задержки передачи пакета и позволяющий при помощи математического аппарата тропической математики повысить пропускную способность VPN-туннеля для интерактивного трафика, при сравнении с существующими методами параметрического синтеза сети VPN на: 36,15 – 36,89 % при использовании протокола OSPF; 14,46 – 16,04 % при использовании протокола RIP.

3. Алгоритм администрирования VPN-туннелей и функциональная структура маршрутизатора, отличающаяся наличием блока маршрутизации VPN-туннелей, позволяющие повысить пропускную способность VPN-туннеля на 12 и 10 % для граничных значений задержки передачи пакета в 100 и 400 мс соответственно, по сравнению со способом организации VPN-туннеля при помощи протокола RIP, на 27 и 29 % при использовании протокола OSPF.

#### **4. Замечания по диссертации**

1. Автор не в полной мере раскрывает особенности математических моделей VPN, основанных на применении следующих математических инструментов: теории массового обслуживания, тензорного анализа, теории сетевых исчислений.

2. Автором не исследовано влияние использования протокола маршрутизации BGP на эффективность предложенных решений по повышению пропускной способности VPN-туннелей.

3. При оценке эффективности предложенного метода параметрического синтеза сети VPN не указан вид задержки передачи пакета (средняя либо пиковая).

4. В работе не приведена оценка времени сходимости сети при использовании разработанного алгоритма.

5. Не обосновано сравнение разработанного алгоритма по пропускной способности сети с протоколом RIP.

Приведённые выше замечания не снижают научной и практической значимости полученных результатов.

#### **5. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует**

На основании анализа содержания диссертации, используемых методов исследования и интерпретации полученных результатов, их научной и практической значимости можно сделать вывод, что научная квалификация автора работы Врублевского Сергея Сергеевича соответствует учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.15 «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети» (технические науки).

## 6. Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные в диссертационной работе Врублевского С.С. результаты могут быть использованы на практике специалистами, занимающимися проектированием, моделированием и анализом телекоммуникационных сетей различного назначения.

Предложенная математическая модель сети VPN может быть использована для оценки ресурса сети, выраженного в свободной (резервной) пропускной способности на этапе планирования сети VPN. Применение метода параметрического синтеза сети VPN позволит определить оптимальные маршруты для прокладки VPN-туннелей, а предложенные алгоритм администрирования VPN-туннелей и функциональная структура маршрутизатора с блоком маршрутизации VPN-туннелей может быть использована для повышения пропускной способности VPN-туннелей в сети специального назначения.

## 7. Заключение

Автор диссертационной работы Врублевский Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.15 «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети» (технические науки).

Диссертационная работа Врублевского Сергея Сергеевича рассмотрена на научном собрании Учреждения образования «Белорусская государственная академия связи» (протокол № 11 от 12 июня 2024г.) на основании приказа ректора академии № 145 от 10.06.2024 г., на котором соискатель выступил с докладом.

В голосовании приняли участие участники научного собрания, имеющие ученые степени доктора наук – 3 человека и кандидата наук – 12 человек.

**ЗА – 15, ПРОТИВ – НЕТ, ВОЗДЕРЖАЛОСЬ – НЕТ.**

Председатель научного собрания:

д.т.н., профессор,  
зав. кафедрой ЗОЖ



В.И. Курмашёв

Эксперт:

к.т.н., доцент,  
зав. кафедрой ТКС



С.И. Половня

Секретарь научного собрания:

к.ф.-м.н., доцент,  
зав. кафедрой ИКТ



С.Ю. Михневич