

TƏBİƏT VƏ TEXNİKA ELMLƏRİ BÖLMƏSİ

УДК 081.511; 681.513.3

ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ СВОЙСТВА САМОПОДОБИЯ ТРАФИКА

АЛМАЗ АЛИ КЫЗЫ АЛИЕВА

доктор философии по технике, доцент

Мингячевирский государственный университет

Резюме

В статье рассматриваются показатели качества функционирования мультисервисных телекоммуникационных сетей на базе архитектурных концепции NGN (Next Generation Network) и FN (Future Network) с использованием новых инновационных технологий. На основе проведенного исследования предложен метод расчета функционирования сетей связи общего типа при использовании технологии построения распределенных сетей: SDN (Software Defined Networking), NFV (Network Functions Virtualization), и IMS (Internet Protocol Multimedia Subsystem) с учетом фрактальных процессов свойств трафика. Учитывая последние, получены аналитические выражения для оценки таких комплексных показателей: максимальная пропускная способность системы аппаратно-программных комплексов (АПК), вероятностно-временные характеристики (ВВХ) полезных и служебных трафиков.

Ключевые слова: качество обслуживания, мультисервисные сети связи, SDN, мультимедийная услуга, инновационные технологии, NFV, пропускная способность, QoS

Введение

Развитие новых и фундаментальных аспектов направления Четвёртой промышленной революции FIR (The Fourth Industrial Revolution) и сетевых инфраструктур цифровой экономики и создания стратегических планов карта цифровизации требует оптимального распределения физическими и информационными ресурсами мультисервисных телекоммуникационных сетей (МТС) на базе концепций NGN (Next Generation Network) и FN (Future Network) при использовании инновационных технологий.

Фундаментальные Четвёртой промышленной революции FIR, следующих NGN и будущих поколения FN сетей связи является синтез и взаимодействие технологий следующих трёх блоков: физического, цифрового, биологического. К таким перспективным и инновационным технологиям для построения и развития будущих МТС относятся прежде всего следующие [1; 2]:

- SDN (Software Defined Networking), NFV (Network Functions Virtualization), IMS (Internet Protocol Multimedia Subsystem) и технологии построения распределенных сетей;

- оптические WDM&DWDM (Wavelength Division Multiplexing & Dense WDM) технологии;

- мобильные технологии LTE (Long Term Evolution), UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), технологии семейства – новые радио NR (5 G New Radio) и 5G/IMT-2020;

- технологии IoT (Internet of Things), промышленный Интернет и технологии геолокации;

- технологии облачных вычислений (CC) и больших данных (IDC) и Big data;

- технологии информационной безопасности, квантовые технологии, способы и средства искусственного интеллекта.



Известно [2; 3; 4], что концепция построения телекоммуникационной инфраструктуры информационного общества – NGN была определена МСЭ-Т в рекомендациях серии Y.2000. На основе четвертой концепции трансформации сетей связи ITU-T приняло первые рекомендации серии Y.3000 по концепции FN и в рекомендации ITU-T Y.3001 заданы четыре целевые установки создания Будущих сетей с использованием технологии SDN, NFV и мультимедийной платформы IMS [4; 5; 6].

Интенсивный рост требований абонентов к качеству услуг связи, предоставляемых операторами сетей телекоммуникаций, ставит перед производителем комплекс вопросов, связанных с созданием АПК мультисервисных сетей с коммутацией каналов и пакетов, обеспечивающих гарантированное качество обслуживания QoS (Quality of Service) и качества воспроизведения QoE (Quality of Experience) трафиков.

Задача исследования высокоэффективных мультисервисных сетей связи, именно с оценкой качества функционирования оборудования АПК для гарантированного качества оказываемых мультимедийных услуг – «Triple Play Services» является наиболее актуальной.

В [2; 3; 6] установлено, что объединения конвергентных сетей связи происходит на основе современных единых инновационных технологических принципов МТС следующего поколения NGN и FN. В [7, 8] исследованы характеристики качества функционирования телекоммуникационных сетей передачи трафика и определены показатели, такие как пропускная способность, надежность и стоимость системы связи.

Однако, анализ и синтез этих работ показал, что оценка качества функционирования МТС с заданным показателем QoS и QoE вызывает множество проблем при передаче потоков пакетов полезного и сигнального трафика по широкополосным каналам связи и интеграции разных видов обслуживания трафиков (речь, данные, HTML, факсы, Internet, видео).

В данной работе наши исследования посвящены решению проблемы анализа и синтеза показателей качества функционирования мультисервисных телекоммуникационных сетей на базе архитектурных концепций NGN и FN, использующих эффективные компьютерных технологии SDN, NFV и IMS.

Общая постановка задачи

Известно, что одной из ключевых проблем в развитии телекоммуникации и информационных систем является обеспечение показателей QoS&QoE полезного и служебного трафиков мультисервисной сети NGN и FN [3; 5; 6].

С целью гарантированного QoS и QoE трафиков в мультисервисных сетях телекоммуникации необходимо обеспечить определенные показатели: средняя задержка при передаче потока пакетов, емкость буферных накопителей входного порта технологии SDN, NFV и IMS, пропускная способность, а также вероятность потерь при передаче потоков пакетов. Причем каждый обслуживаемый трафик (речь, данные, HTML файлы, видео) предъявляет определенные требования к показателям емкости канала связи и АПК.

Проведенный анализ параметров, описывающих мультимедийный трафик с коммутацией каналов и пакетов показывает [2; 5; 8], что при математическом моделировании процессов обслуживания трафиков, кроме традиционных нагрузочных характеристик требуется также учитывать значение коэффициента Хэрста, характеризующего степень мультифрактальности сетевого трафика. На основе теории фрактальных процессов, показатель коэффициента Хэрста H , который выражается следующим образом [2; 8]:

$$H = 1 - 0,5\beta, \quad 0 < \beta < 1, \quad (1)$$

Здесь, значение β – указывает, как медленно убывает зависимость в $X(t)$. Это означает, что чем меньше β , тем сильнее зависимость в $X(t)$. Таким образом, интерпретацию можно дать показателю Хэрста H самоподобного рода, лежащему в диапазоне $0,5 < H < 1$.

Учитывая вышеизложенные и важность построения МТС на базе NGN и FN с использованием инновационных технологий SDN, NFV и IMS, следует обратить особое внимание на показатели качества функционирования этой системы и построения сетей связи [1; 7]. При этом, возникает важная задача – разработка методов расчета показателей качества функционирования мультисервисных телекоммуникационных сетей, которая зависит как от алгоритма работы АПК, так и от производительности отдельных звеньев телекоммуникационных сетей, которые базируются на современных технологиях как SDN, NFV, так и IMS.

Исследуемые показатели качества функционирования МТС на базе архитектурных концепций NGN и FN, использующих технологии SDN, NFV и IMS в условиях заданной надежности и информационной безопасности, функционально описываются следующей зависимостью:

$$Q_{K\Phi}(\lambda_i) = W[L_{\text{до}}(\lambda_i), I_i, C_{\text{max}}(\lambda_i, H), K_i], \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где $L_{\text{до}}(\lambda_i)$ – среднее время ожидания пакета в очереди на обслуживание в системе с учетом скорости поступления входящего потока λ_i при обработке i -го трафика, $i = \overline{1, n}$; K_i – коэффициент сохранения отказоустойчивости аппаратно-программных средств при обработке i -го потока трафика, $i = \overline{1, n}$; I_i – коэффициент информационной безопасности функционирования аппаратно-программных средств при обработке i -го потока трафика, $i = \overline{1, n}$; $C_{\text{max}}(\lambda_i, H)$ – пропускные способности системы аппаратно-программных комплексов технологии SDN, NFV и IMS с учетом коэффициента Хэрста H и скорости поступления входящего потока λ_i при передаче i -го потока трафика, $i = \overline{1, n}$.

Учитывая (2) математическая формулировка задачи предлагаемого метода расчета показателей качества функционирования МТС, построенной в соответствии с концепцией NGN и FN, описывается следующим функциональным преобразованием мультимедийного трафика:

$$Q_{K\Phi}(\lambda_i) : \{t_{\text{ex}}\} \rightarrow \{\lambda_i\} \left| \begin{array}{l} K_i \geq K_{i.\text{доп}}, \quad i = \overline{1, n} \\ L_{\text{до}}(\lambda_i) \leq L_{\text{до.доп}}(\lambda_i) \\ C_{\text{max}}(\lambda_i, H) \leq C_{\text{max.доп}}(\lambda_i, H), \quad i = \overline{1, n} \\ I_i \leq I_{i.\text{доп}}, \quad i = \overline{1, n} \end{array} \right. , \quad (3)$$

при следующих ограничениях

$$P_{i.n} \leq P_{i.n.\text{доп}}, T_{\text{зад}}(\lambda_i) \leq T_{\text{зад}}^{\text{доп}}(\lambda_i), P_{\text{отк.}} \leq P_{\text{отк.}}^{\text{доп}}, \quad i = \overline{1, n} \quad (4)$$

Где, $P_{i.n}$ – вероятность потери пакетов при передаче i -го потока полезного и служебного трафиков; $T_{\text{зад}}(\lambda_i)$ – время задержки пакета от момента его поступления до момента отправки с учетом скорости поступления входящего потока λ_i ; $P_{\text{отк.}}$ – вероятность отказа в обслуживании пакету поступающего трафика; $P_{i.n.\text{доп}}$, $T_{\text{зад}}^{\text{доп}}(\lambda_i)$, $P_{\text{отк.}}^{\text{доп}}$, $L_{\text{до.доп}}(\lambda_i)$, $C_{\text{max.доп}}(\lambda_i, H)$, $K_{i.\text{доп}}$ и $I_{i.\text{доп}}$ – соответственно, допустимое значение величины вероятности потерь пакетов, времени задержки пакета, вероятность отказа, среднее время ожидания пакета в очереди на обслуживание в системе, пропускная способность, коэффициент сохранения



отказоустойчивости и коэффициент информационной безопасности функционирования АПК при передаче i -го потока пакетов, $i = \overline{1, n}$.

Выражения (2), (3) и (4) определяют сущность рассматриваемого нового подхода с учетом свойства природа мультифрактальности трафика, на основе которого предлагается методов расчета показателей качества функционирования МТС.

Схема функционирования модели звена мультисервисных сетей

Для выполнения целевой функции (3) и (4) необходимо создать схему функционирования модели звена сети связи, которая создает основу предлагаемого метода расчета мультисервисных телекоммуникационных сетей при оказании интегрированного (IntServ) и дифференцированного (DiffServ) качества обслуживания полезного и служебного пакетов [3; 5].

Представленная схема функционирования модели звена сети (рис.1.) при реализации алгоритма «End to end», состоит из следующих функциональных блочно-модульных систем: буферный накопитель (БН) входного порта, модуль управления трафиком, коммутатор ATM, аппаратно-программный комплекс SDN, NFV и IMS, шлюз-IP и виртуальный маршрутизатор ATM и IP и др.

В данном случае, алгоритм функционирования предлагаемой сети заключается в пересылке информации от источника сообщения до получателя при наличии виртуального канала связи (КС). Управление передачей мультимедийным трафиком начинается с входного порта сети и заканчивается виртуальным маршрутизатором на выходе из сети связи. Виртуальные маршрутизаторы в трактах систем передачи могут выделять и обрабатывать в первую очередь чувствительные к задержкам пакеты речи, а также видео с использованием протокола MPLS (Multiprotocol Label Switching). С помощью протокола MPLS реализуется передача IP-пакетов на втором уровне ATM сети.

На базе рис.1 происходит процесс конвергенция в сетях связи коммутации пакетов различного по своей природе самоподобного и фрактального трафика, что является одной из причин проявления мультифрактального характера полезного и служебного трафиков.

Учитывая свойства самоподобия поступающей трафиков в сетях связи, коэффициент загрузки КС $\rho(H_i)$ при обслуживании потока i -го пакетов трафиков определяется следующим образом:

$$\rho(H_i) = \frac{\mu_i^{-1}}{N_k} \cdot \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot f(H_i) \leq 1, \quad i = \overline{1, n}, \quad (5)$$

Где, $f(H_i)$ – функция, учитывающая свойство мультифрактальности поступающих трафиков и равна $f(H_i) = 2H_i$; H_i – коэффициент Хэрста для самоподобного трафика потока i -го пакета, $i = \overline{1, n}$; λ_i и μ_i – скорость обслуживания самоподобных потоков i -го пакета, $i = \overline{1, n}$.



Рис. 1. Структурно-функциональная схема и модели процессов мультисервисных сетей

Выражение (5) с учетом коэффициента Хэрста определяет эффективное использование аппаратно-программных комплексов технологии SDN, NFV и IMS и качество управления самоподобных трафиком QoS и QoE.

Анализ модели мультифрактального полезного и служебного трафиков

Проведенный анализ современных компьютерных технологий SDN, NFV и IMS в МТС при оказании мультимедийных услуг показывает, что необходимо рассматривать вектор нагрузки, состоящий из нескольких компонент, каждая из которых должна отражать свойства и природа мультифрактального трафика некоторых групп пользователей с одинаковыми конвергентными характеристиками [2; 7].

В данном случае, в МТС рассматривается, что деление на компоненты трафиков осуществлено таким образом, что каждая из них описывает трафик принципиально различного происхождения: например одна – голосовой трафик λ_p , вторая – трафик данных λ_d , третья – видео трафиков λ_v в режиме реального времени. При этом, можно считать, что эти компоненты трафика статистически независимыми. В связи с этим становится понятным, что обслуживаемый трафик должен рассматриваться как сумма нескольких компонент [2, 8]:

$$X_i^i(H) = \lambda_i \cdot t + Z_i^i(H) \cdot (a_i \cdot \lambda_i)^{0,5}, \quad i = \overline{1, k}, \quad (6)$$

где $X_i^i(H)$ – i -ая компонента процесса X с учетом H в момент времени t ; a_i – характеризует дисперсию этого потока пакета полезного и служебного трафиков в единицу времени; $Z_i^i(H)$ – фрактальное броуновское движение со значением параметра Хэрста H в момент времени t .

Из (6) следует, что исследуемом смесь нескольких процессов с различными значениями параметра Хэрста на основе теории фрактальных процессов, учитывающие требование параметров QoS и QoE при обслуживании мультимедийных услуг типа “Triple Play services”.

Исследования и анализ характеристик пропускной способности сетей связи

Для оценки показателей сетей на основе алгоритма расчета необходимо обратить особое внимание на требуемую скорость передачи звеньев $V_{i,mr}$, $i = \overline{1, n}$ по заданной скорости поступления входного нагрузка самоподобного трафика λ_i . При этом загрузке системы связи $(\rho(\lambda_i, H)) < 1$, матрице маршрутов $\Lambda_i = [\lambda_i, \eta_i]$, $i = \overline{1, n}$ и количеству аппаратно-программных комплексов $N_{i,т}$, $i = \overline{1, n}$.

Одним из ключевых показателей качества функционирования трактов системы передачи и маршрутизации потоков мультифрактальных пакетов трафика является максимальное значение пиковой пропускной способности (Peak-rate throughput), характеризующее максимальное число пакетов, которое звено может передавать в единицу времени.

Максимальное значение пиковой пропускной способности при передаче i -го потока пакетов при допустимом числе АПК $N_{i,т,доп}$ в звеньях сетей связи определяется следующим выражением:

$$C_{i,м.п}(\eta_i, N_{i,т,доп}) = \sum_{i=1}^n [V_{i,mr} \cdot N_{i,т,доп}], \quad i = \overline{1, n} \quad (7)$$

Из алгоритма работы звена МТС следует, что среднее время задержки передачи пакетов состоит из временных характеристик трактов систем передачи мультифрактального трафика и зависит от количества $N_{i,т}$ блочно-модульных систем АПК, которые приводят к возрастанию $T_{i,ср.з}$. Кроме того, очереди пакетов в БН терминала и передача трафика по звеньям мультисервисных сетей вызывают также задержки в передаче пакетов [8]. При этом емкость



БН входного порта $N_{i,бн}$ ограничена их допустимой памятью и определяется неравенством $N_{i,бн} \leq \overline{N_{i,бн..доп}}$, $i = \overline{1, n}$.

Учитывая данные требования и скорости поступления входного нагрузка $\lambda_{i,вх}$, емкость БН входного порта SDN при допустимом значении $T_{i,ср.з.доп}$ при передаче i -го потока трафика определяется следующим образом:

$$N_{i,бн}(T_{i,ср.з.} \leq T_{i,ср.з.доп.}) = (\lambda_{i,вх} - V_{i,мг}) \cdot t_{i,з.вп} + \Delta N_i, \quad \lambda_{i,вх} \geq V_{i,мг} \quad (8)$$

где ΔN_i – максимальный всплеск при передаче i -го потока пакетов, $i = \overline{1, n}$; $t_{i,з.вп}$ – среднее время задержки при передаче i -го потока трафика во входной порт, $i = \overline{1, n}$.

Исследования и оценка ВВХ сетей на базе NGN и FN

Учитывая закону сохранения в очереди [4; 6], при FIFO дисциплин, а также не прерывания обслуживания и свойства мультифрактальности трафика в узле АПК, среднее время ожидания обслуживания пакетов определяется выражением:

$$E[T_{ож}(f(H), V_{ck})] = L_{cd}[\rho(H), C_s^2] \cdot [\mu \cdot \rho(H) \cdot N_k]^{-1}, \quad (9)$$

где $L_{cd}[\rho(H), C_s^2]$ – общая длина очереди полезного и служебного пакетов в системе АПК.

На основе (9) и коэффициент вариации входящего процесса C_s^2 и скорость работы АПК при малых нормах потерь пакетов $P_n(\lambda) \rightarrow \min$, общая длина очереди пакетов в системе АПК общего типа определяется следующим образом:

$$L_{cd}[\rho(H), C_s^2] = L_n^{ce} \cdot \frac{1 + C_s^2}{2 \cdot (1 - \rho)} \cdot \lambda \cdot \frac{f(H)}{V_{ck}} \cdot b_i^2 \cdot [\lambda \cdot (\mu \cdot N_k)^{-1}] \cdot \rho(H). \quad (10)$$

Проведены численных вычисления с учетом алгоритмов расчета моделей ВВХ сетей NGN и FN и свойств нагрузки мультифрактальности трафика с внедрением программная среда MATLAB 9.0 и пакетов Signal Processing Communications [5; 6; 8]. И численных результатов построены семейства графической зависимости

$$L_{cd}[\rho(H), C_s^2] = F[L_i^{ce}, \rho, V_{ck}, \rho(H)], \quad C_s^2 = 1,0.$$

Далее, рассмотрена зависимость общие длины очереди пакетов от коэффициента загрузки звена АПК сети при заданном коэффициенте вариации C_s^2 (рис. 2.).

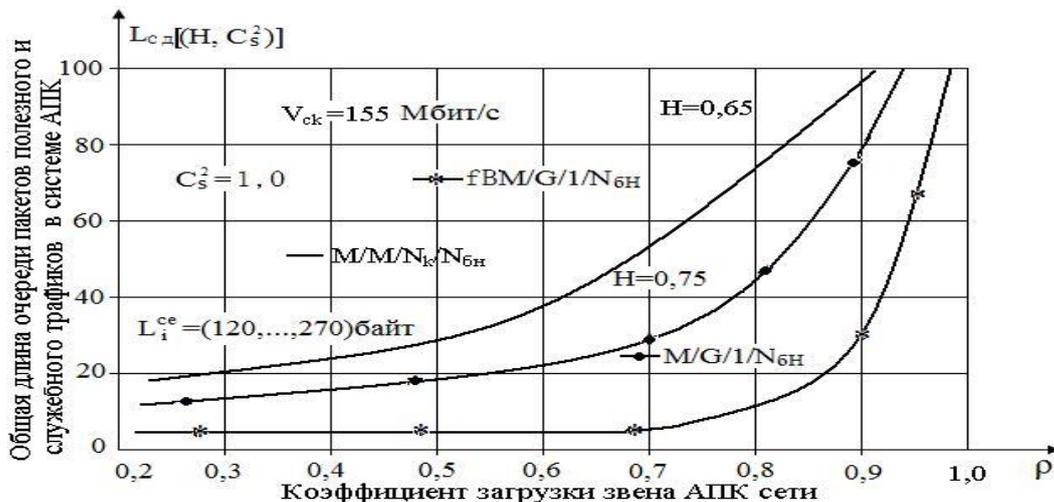


Рис. 2. Семейства графической зависимости общей суммарной длины очереди пакетов от коэффициента загрузки звена АПК сети

В случае мультифрактальности полезного и служебного трафиков, проведенный анализ семейства графической зависимости показывает, что:

- при увеличении коэффициента загрузки звена АПК сети $\rho \geq (0,70, \dots, 0,85)$, отвечают требованиям эффективного использования информационных и сетевых ресурсов;

- при длине $L_i^{ce} = (120, \dots, 270)$ байт, $H = 0,75$, $V_{наз.} = (0,20, \dots, 0,40)$ Эрл, $V_{ck} \leq 155$ Мбит/с и $C_s^2 = 1,0$, общая длина очереди полезного и служебного пакетов в узле сети, значительно уменьшается по сравнению с простейшим входящим потоком пакетов.

- однако, стоит отметить, что на рис.2 заметное изменение начинается со значений $\rho \geq 0,65$ при системе $fBM / G / 1 / N_{он}$.

Далее, проведены проверки адекватности предложенного метода расчета, учитывающие свойства нагрузки мультифрактальности передаваемого трафика. При этом использованы рекомендации МСЭ-Т E.800, Q.543, Y.3001, I.352, Y.1530, G.114 и Y.3400 описывающие требования к традиционным мультимедийным услугам связи, поскольку именно они предоставляются с помощью узлов сети связи NGN и FN [2; 8; 9].

Теперь можно оценить общую потерь пакетов $P_{i.on}$ i -потока трафика в сети связи. С целью решения данной задачи, предполагаем, что $P_{i.on} \leq P_{i.on.don}$. Тогда общая величина потерь пакетов полезного и служебного трафика в сети определяется выражением [3; 4; 8]:

$$P_{on}(\lambda, N_{он}) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - P_{i.on}(\lambda)]^{N_m} \leq P_{i.on.don}(\lambda), \quad (11)$$

Где, N_m – общая количество АПК в сетях связи, которые в маршрутах используется передача потока пакетов трафиков.

Из (8), (9), (10) и (11) следует, что показатели качества QoS и QoE при обслуживании потока пакетов трафиков ограничены допустимыми значениями, которые являются условиями качества функционирования АПК в мультисервисных сетях связи на базе FN.

Заключение

Предложен метод расчета, оценивающих системных показателей качества функционирования МТС, который учитывает природных мультифрактальных процессов, построенной в соответствии с концепцией NGN, использующие SDN, IMS и NFV технологии Будущих сетей FN.

И получены аналитические выражения для оценки показателя пропускной способности системы аппаратно-программных комплексов, ВВХ полезных и служебных самоподобных трафиков при ограниченных физических ресурсах, обеспечивающих гарантированное качество обслуживания QoS и QoE потоков пакетов.

Список использованной литературы

1. Шваб Клаус. Четвёртая промышленная революция: перевод с английского. М.: Изд-во «Э», 2017, 208 с.
2. Ibrahimov B.G. and Alieva A.A. An Approach to Analysis of Useful Quality Service Indicator and Traffic Service with Fuzzy Logic / 10th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perceptions - ICSCCW-2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019, vol.1095, pp.495-504. Springer Nature Switzerland AG 2020
3. Ibrahimov B.G., Ismaylova S.R. The Effectiveness NGN/IMS Networks in the Establishment of a Multimedia Session // American Journal of Networks and Communications, 2018, vol.7, no.1, pp.1-5
4. Галькин А.М., Симонина О.А., Яновский Г.Г. Анализ характеристик сетей NGN с учетом свойств самоподобия трафика // Электросвязь, 2010, № 12, с.23–25.



5. Васильев К.К., Служивый М.Н. Математическое моделирование инфокоммуникационных систем. М.: Горячая линия–Телеком, 2018, 236 с.
6. Bianco, V., Fajardo J.O., Cianonoulakis et.all. Technology pillars in the architecture of future 5G mobile networks: NFV, MEC and SDN // Computer Standarts & Interfaces, 2017, v.54, part 4, pp.216-228
7. Valiyev V.M., Ibrahimov B.G., Alieva A.A. About one resource control task and optimization throughput in multiservice telecommunication networks // T-Comm, 2020, v.14, no.6, pp. 48-52
8. Шелухин О.И., Осин А.В., Смольский С.М. Самоподобие и фракталы. Телекоммуникационные приложения. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 368 с.

Əliyeva A. Ə.

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Mingachevir Dövlət Universiteti

Trafiklərin özünə bənzərlik xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla çoxxidmətli telekommunikasiya şəbəkələrinin fəaliyyət keyfiyyətinin tədqiqi

Xülasə

Innovativ texnologiyalardan istifadə etməklə, NGN və FN şəbəkələrin arxitektura konsepsiyaları bazasında çoxxidmətli telekommunikasiya şəbəkələrinin fəaliyyət keyfiyyətinin göstəriciləri təhlil edilmişdir. Tədqiqatların əsasında paylanmış şəbəkələrin qurulması texnologiyaları SDN, NFV və IMS bazasında, trafiklərin özünə bənzərlik xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla, baxılan şəbəkələrinin fəaliyyət keyfiyyətinin göstəricilərinin hesablanması üsulu təklif olunmuşdur. Faydalı və xidməti trafiklərin ehtimal-zaman xarakteristikaları və aparat-proqram komplekslərinin buraxma qabiliyyətinin göstəricilərini qiymətləndirmək üçün analitik ifadələr alınmışdır.

Açar sözlər: *xidmət keyfiyyəti, çoxxidmətli rabitə şəbəkələri, SDN, multimedia xidməti, yenilikçi texnologiyalar, NFV, buraxma qabiliyyəti, QoE*

Aliyeva A. A.

Doctor of Philosophy in Technics, Associate Professor
Mingachevir State University

Functional quality research multiservice telecommunication networks taking into account the self-similarity of traffic

Abstract

The indicators of the quality of functioning of multiservice telecommunication networks based on the architectural concepts of NGN (Next Generation Network) and FN (Future Network) with the use of innovative technologies are analyzed. Based on the study, a method is proposed for calculating the performance indicators networks using the technology building distributed communication networks, both SDN (Software Defined Networking), NFV (Network Functions Virtualization), and IMS (Internet Protocol Multimedia Subsystem), taking into account the property of self-similarity of traffic. Analytical expressions are obtained for assessing such complex indicators as the throughput of the system of hardware-software complexes, the probabilistic-temporal characteristics of useful and service traffic.

Keywords: *quality of service, multiservice communication networks, SDN, multimedia service, innovative technologies, NFV, throughput, QoE*