

В. О. Хотюн, А. И. Захаров

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ
МАСШТАБИРУЕМОЙ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ
ДЛЯ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА**

94

Статья посвящена разработке типового проекта масштабируемой инфокоммуникационной инфраструктуры для торговых центров на примере «Z-ФОРТ». Произведены анализ выбранного объекта, расчет требуемой пропускной способности, составление технических требований. Также осуществлены поиск технических решений и обзор сетевых технологий. Приведенный материал позволил разработать типовый проект масштабируемой инфокоммуникационной инфраструктуры для торговых центров.

Paper is devoted to the development of model project of scalable infocommunication infrastructure for shopping centers using the example of the «Z-FORT» shopping center. The analysis of the selected object, the calculation of the required throughput, the preparation of technical requirements. A search was also made for the necessary technical solutions and a review of the necessary network technologies. The cited material allowed us to develop a model project for scalable infocommunication infrastructure for shopping centers.

Ключевые слова: сетевые технологии, инфокоммуникационные технологии, масштабируемая сеть, сетевая инфраструктура торгового центра, типовой проект.

Keywords: network technologies, infocommunication technologies, scalable network, shopping center network infrastructure, model project.

На данный момент основными агрегаторами торговых площадей являются торговые центры. Инфокоммуникационная инфраструктура выступает их важнейшей составляющей, к которой предъявляются высокие требования. Она позволяет владельцам торговых центров привлечь значительные дополнительные доходы и оптимизировать внутренние процессы, обеспечить качественной связью своих сотрудников и посетителей торгового центра. Все это возможно только при наличии в торговом центре хорошо спланированной и масштабируемой сетевой инфраструктуры.

Калининград — один из ведущих регионов по обеспеченности качественными торговыми площадями среди городов с населением до 500 000 человек в России [1]. Сегодня в городе начато строительство нескольких крупных торговых центров. Один из них — «Z-ФОРТ» с размером торговых площадей 8500 м². Данный торговый центр является типовым объектом проектирования инфокоммуникационной сети.



Цель работы: расчет нагрузки для масштабируемой инфокоммуникационной инфраструктуры типового торгового центра, проектирование масштабируемой инфокоммуникационной инфраструктуры торгового центра «Z-ФОРТ».

Постановка задачи

Существует ряд базовых технологий и элементов, входящих в инфокоммуникационную инфраструктуру каждого современного торгового центра. В связи с этим инфокоммуникационная инфраструктура делится на три обобщенных сегмента.

1. Проводная сеть доступа, которая включает IP-телефонию и телекоммуникационные розетки, подведенные к каждому арендатору в количестве, которое зависит от общей арендованной площади.

2. Беспроводная сеть доступа. Этот сегмент включает точки доступа и контроллер точек доступа.

3. Сеть доступа для IP-видеокамер. Этот сегмент агрегирует трафик со всех камер торгового центра, включает коммутаторы для агрегирования потока данных IP-видеокамер, IP-видеокамеры.

Для возможности дальнейшего масштабирования инфокоммуникационной сети необходимо на этапе проектирования обеспечить запас производительности оборудования.

Таким образом, для достижения цели работы нужно произвести анализ объекта и рассчитать нагрузку на сеть, которую будет производить каждый из обобщенных сегментов сети, применяя в расчетах коэффициент запаса сети.

Анализ объекта

Для поэтапного проектирования сетевой инфраструктуры необходима качественная и количественная оценка необходимой пропускной способности сети.

На первом этапе для анализа предполагаемой нагрузки произведен анализ количества помещений объекта, который осуществлен на основании архитектурного проекта выбранного торгового центра. Количество арендуемых помещений (арендаторов) равно 162, общая площадь арендуемых помещений – 6047,7 м².

На втором этапе произведен анализ посещаемости торгового центра «Z-ФОРТ». Для этого собрана статистика среднемесячной посещаемости торговых центров Калининграда с сопоставимой торговой площадью и расположением. Для объективной оценки соотношения торговых площадей и посещаемости взяты для сбора статистики торговых центров был рассчитан коэффициент посещаемости X :

$$X = \frac{P}{S}, \quad (1)$$

где P – среднесуточная посещаемость, человек / день; S – общая площадь, м².



Под среднесуточной посещаемостью понимается отношение количества посещений торгового центра к количеству дней в месяце.

Собранная статистика и рассчитанные коэффициенты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчет коэффициента посещаемости торговых центров.

Название ТЦ	Средняя посещаемость за месяц	Общая площадь, м ²	Среднесуточная посещаемость	Коэффициент посещаемости
«Европа»	844 192	60 000	28 140	0,469
«Акрополь»	480 000	42 000	16 000	0,381
«Эпицентр»	570 000	21 500	19 000	0,884

96

Затем требуется рассчитать среднесуточную P и среднечасовую P' посещаемость выбранного торгового центра:

$$P = X \cdot S, \quad P = 0,578 \cdot 27053 = 15637 \text{ чел.}$$

При рабочих часах торгового центра с 10 до 21 среднечасовая посещаемость находится по формуле

$$P' = \frac{P}{11}, \quad P' = \frac{15637}{11} = 1422 \text{ чел./час.}$$

Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результат расчета среднесуточной и среднечасовой посещаемости торгового центра «Z-форт»

Общая площадь, м ²	Площадь первых двух этажей, м ²	Среднесуточная посещаемость	Среднечасовая посещаемость	Коэффициент посещаемости
27 054	13 043,6	15 637	1422	0,578

Коэффициент посещаемости необходим для дальнейшего использования в методике расчета нагрузки.

Описание методики расчета нагрузки

Исходя из вышеописанного деления инфокоммуникационной инфраструктуры на три обобщенных сегмента, целесообразно производить расчет необходимой пропускной способности для каждого из сегментов в отдельности.

Формула для расчета пропускной способности представлена ниже:

$$V = K_3 \sum_i V_{H,i} (1 + K_{H,T,i}), \quad (2)$$

где i – порядковый номер сегмента сети, $i=1,2, 3, \dots, n$; V – требуемая пропускная способность, Мбит/с; $V_{H,i}$ – предполагаемая нагрузка i -го



сегмента сети, Мбит/с; $K_{н.т.i}$ – коэффициент служебного и неучтенного трафика i -го сегмента сети (0,05–0,07); K_3 – коэффициент запаса для будущего развития сети (1,2–2).

Для детерминирования коэффициентов примем их за средние значения, находящиеся в приведенных выше пределах:

$$K_{н.т.} = 0,06, K_3 = 1,6, Q = 0,5.$$

При расчете генерируемой нагрузки для IP-телефонии используем формулу (2). В данном случае за генерируемую сегментом IP-телефонии нагрузку примем максимальное значение одновременно совершаемых звонков, помноженное на пропускную способность, необходимую для совершения одного звонка в хорошем качестве. За максимальное значение одновременно совершаемых звонков примем количество арендаторов торгового центра, равное 162. Затем рассчитаем пропускную способность, необходимую для одного вызова. Данная величина зависит от применяемого кодека в SIP-телефонии. Выберем распространенный кодек G.729. Согласно [2], скорость голосового трафика при использовании данного кодека рассчитывается по следующим формулам:

$$X = X_1 + X_2 + X_3, \quad (3)$$

где X – общий размер пакета данных; X_1 – заголовок MP; X_2 – сжатый заголовок IP/UDP/RTP; X_3 – размер полезной части голосового пакета.

Далее рассчитаем значение PPS, которое представляет количество пакетов, которое нужно передавать каждую секунду для поддержки скорости кодека:

$$PPS = (S / X_3), \quad (4)$$

где S – скорость кодека.

Следующий этап – расчет пропускной способности на один вызов P :

$$P = X \cdot PPS. \quad (5)$$

Для кодека G.729: $X_1 = 6$ байт, $X_2 = 2$ байта, $X_3 = 20$ байт, $S = 8$ Кбит/с.

При расчете нагрузки для обобщенных сегментов сети с помощью формулы (2) необходимо определить предполагаемую нагрузку, приходящуюся на i -й сегмент сети, и количество абонентов в обобщенных сегментах сети.

Расчет нагрузки

Расчет нагрузки производится для каждого обобщенного сегмента в отдельности. Произведем расчет нагрузки для первого обобщенного сегмента инфокоммуникационной инфраструктуры.

За количество подключаемых абонентов целесообразно взять количество арендуемых помещений (162). Для расчета нагрузки, приходящейся на всех абонентов, определим потребность различных арендато-



ров в пропускной способности. Среди услуг, предоставляемых арендаторам, существуют пакеты с различной пропускной способностью. Типовые решения по услугам связи представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результат расчета пропускной способности и типовые решения.

Пропускная способность, Мбит/с	Процент арендаторов	Количество арендаторов	Пропускная способность, Мбит/с
50	52 %	84	4200
10	24 %	39	390
30	14 %	23	690
100	10 %	16	1600
<i>Итого</i>		162	6880

98

Таким образом, за предполагаемую общую нагрузку для данного обобщенного сегмента примем 6880 Мбит/с. Рассчитаем требуемую пропускную способность сегмента сети:

$$V_1 = 1.6 \cdot (6880 + 0.06 \cdot 6880) = 11669 \text{ Мбит / с.}$$

В данный сегмент входит IP-телефония. Применим вышеописанную методику расчета для данной части сегмента сети:

$$X = 6 + 2 + 20 = 28 \text{ байт} = 224 \text{ бита ,}$$

$$PPS = 8 / 160 = 0.05 ,$$

$$P = 0.05 \cdot 224 = 11.2 \text{ кбит / с.}$$

Поскольку максимальное количество одновременно совершаемых звонков равно 162, то общая пропускная способность для IP-телефонии равняется 1,77 Мбит/с. Используем формулу (2) для окончательного расчета:

$$V_2 = 1.6 \cdot (1.77 + 0.06 \cdot 1.77) = 3.3 \text{ Мбит / с.}$$

Для второго обобщенного сегмента – беспроводной локальной сети – общая пропускная способность равна средней пропускной способности, предоставляемой для одного абонента, помноженной на количество одновременно подключаемых абонентов через беспроводной сегмент локальной сети. Согласно общепринятой методике, основанной на статистической информации [5], число одновременно подключаемых абонентов примем равным числу среднечасовой посещаемости торгового центра с коэффициентом 0,2. Величина будет равна 285 абонентам, которые одновременно подключаются к беспроводному сегменту. Средняя пропускная способность для данного случая равна 10 Мбит/с. Эта величина является средним потреблением трафика в мобильной сети и собрана статистическим путем. Рассчитаем полную пропускную способность для беспроводного сегмента сети по формуле (2):

$$V_3 = 1.6 \cdot (2850 + 0.06 \cdot 2850) = 4844 \text{ Мбит / с.}$$



Произведем расчет для обобщенного сегмента IP-видеонаблюдения. За полную пропускную способность для этого сегмента примем количество камер, помноженное на необходимую пропускную способность для одной камеры. По типовым требованиям к современным IP-камерам [3] пропускная способность для одной камеры равна 2 Мбит/с. Количество IP-видеокамер рассчитано из планирования покрытия видеонаблюдением торговых площадей центра, выполненного в программе AutoCAD.

Рассчитаем пропускную способность, необходимую для качественной работы обобщенного сегмента IP-видеонаблюдения:

$$V_4 = 1.6 \cdot (160 + 0.06 \cdot 160) = 176 \text{ Мбит / с.}$$

Проведя полный расчет для каждого из обобщенных сегментов, суммируем полные пропускные способности. Это позволит получить полную пропускную способность для всей инфокоммуникационной сети и вывести технические требования для сетевых активных устройств:

$$V_{\text{Общ}} = V_1 + V_2 + V_3 = 16682 \text{ Мбит / с.}$$

Следующим этапом проектирования является составление документации на сеть: общей схемы сети, схемы сетевого уровня, схемы канального уровня сети.

Составление общей схемы сети

Общая схема сети отражает модель и сегментацию сети (рис. 1). Для данного проекта была выбрана самая распространенная и универсальная модель сети — иерархическая. Сегментация отражает все обобщенные сегменты сети.

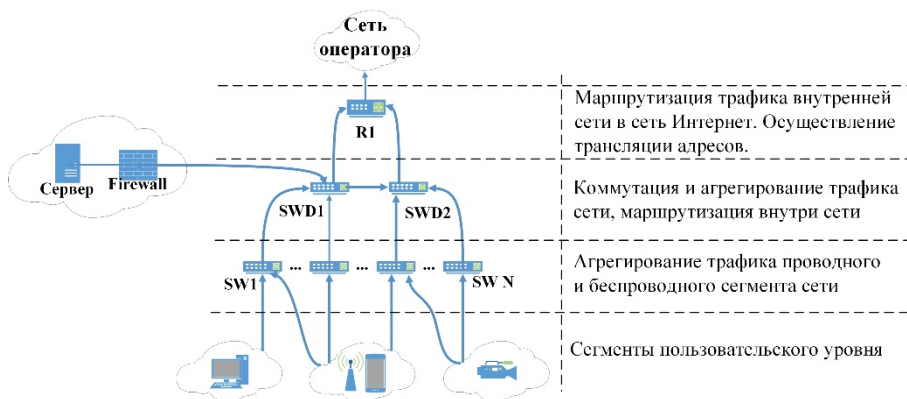


Рис. 1. Общая схема сети



Составление схемы сетевого и канального уровней сети

Основной схемой в документации является схема сетевого уровня (рис. 2). На ней изображены все сети агрегирования, которые прозрачны для устройств, работающих на сетевом уровне, а также все сетевые устройства их наименования и подсети, в которых находятся их порты. Эта схема максимально полно отображает топологию на сетевом уровне сети.

100

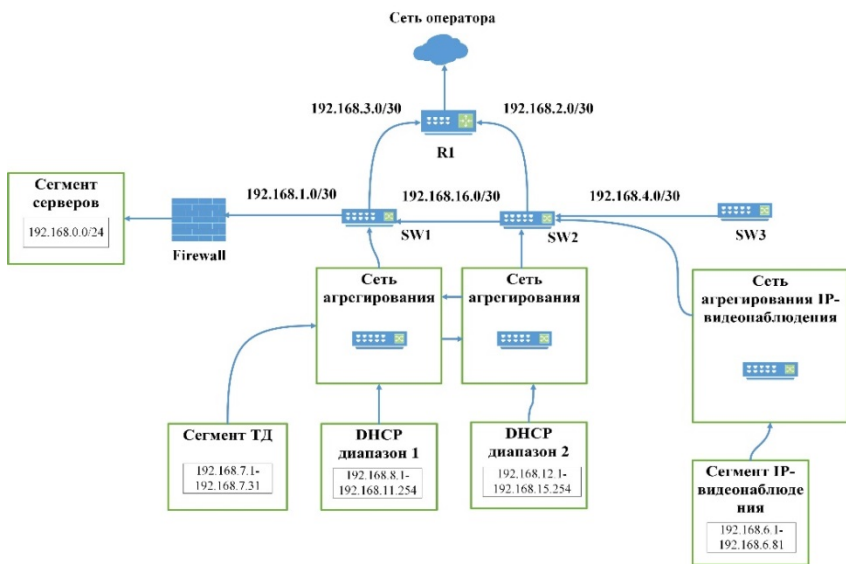


Рис. 2. Схема сетевого уровня сети

На структурной схеме канального уровня (рис. 3) подробно изображены уровень доступа, полная логическая топология, наименования всех виртуальных локальных сетей и устройств.

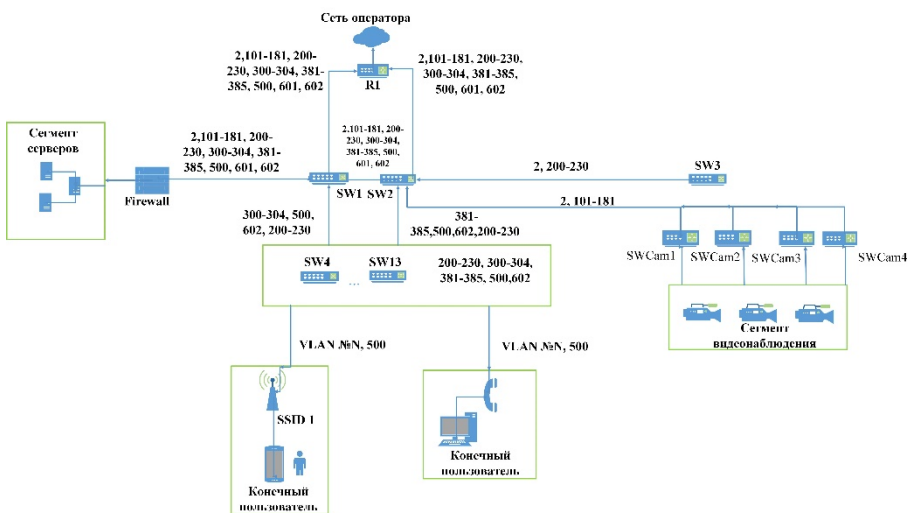


Рис. 3. Схема канального уровня сети



Заключение

В рамках данной работы произведен расчет нагрузки для масштабируемой инфокоммуникационной инфраструктуры типового торгового центра, состоящий из следующих этапов:

1) анализ выбранного объекта, подсчет количества помещений (абонентов – 162), расчет коэффициента посещаемости торгового центра, который для ТЦ «Z-ФОРТ» равен 0,578;

2) расчет требуемой пропускной способности, которая равна 16682 Мбит/с;

3) составление схемы сетевого уровня сети, схемы канального уровня сети, общей схемы сети.

Результатом работы стало проектирование масштабируемой инфокоммуникационной инфраструктуры для торгового центра «Z-ФОРТ».

101

Список литературы

1. Рынок торговой недвижимости Калининграда – анализ и прогноз развития // Zdanie.info. URL: <https://zdanie.info/2393/2467/news/12440> (дата обращения: 11.12.2019).

2. VoIP – потребление полосы пропускания в расчете на вызов // CISCO. URL: https://www.cisco.com/cisco/web/support/RU/106/1068/1068305_bwidth_consume.pdf (дата обращения: 11.12.2019).

3. Куроуз Д., Росс К. Компьютерные сети: Нисходящий подход. М., 2016.

4. Одом У. Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ICND1 100–105. М., 2018.

5. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов. СПб., 2016.

6. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. СПб., 2019.

7. Кенин А.М. Практическое руководство системного администратора. СПб., 2013.

8. Ачилов Р.Н. Построение защищенных корпоративных сетей. М., 2013.

Об авторах

Владимир Олегович Хотюн – студент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: hotun98@mail.ru

Артем Игоревич Захаров – ассист., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: AIZakharov@kantiana.ru

The authors

Vladimir O. Hotyun, Undergraduate Student, I. Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: hotun98@mail.ru

Artyom I. Zhaharov, Assitant, I. Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: AIZakharov@kantiana.ru