

Федеральное агентство связи

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(ФГОБУ ВПО «СибГУТИ»)

О.Г. Шерстнева

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ

Краткие методические указания

Новосибирск 2019

1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ УСЛУГ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ

Услуги, которые предоставляет проектируемая сеть:

1 Передача речи (телефонная связь) – данная услуга будет реализована на базе средств IP-телефонии, то есть будет применяться IP-телефония в чистом виде (программный IP-телефон плюс персональный компьютер и выход на ТФОП).

2 Видеотелефония (одновременная передача видео и речи через Ethernet-сеть между двумя абонентами) – будет реализована и доступна только с персональных компьютеров, оснащенных камерами, на каждом персональном компьютере должно быть специализированное программное обеспечение (ПО). Она будет доступна только внутри нашей мультисервисной сети.

3 Доступ к базам данных (информационные базы – SkyNet, правовые базы, бухгалтерские базы 1С) – размещены на некотором количестве серверов. Доступ к базам данных осуществляется с распределением прав доступа.

4 Доступ к ресурсам файл-серверов (место для хранения каких-либо общих файлов, домашние папки пользователей, видео и аудио файлы, а также архивы ПО):

- доступ к ресурсам файл-серверов в пределах мультисервисной сети регламентируется администратором, этот доступ более широкий для пользователя;

- доступ к ресурсам файл-серверов через Интернет – ограничен.

5 Доступ в Интернет – для пользователей, которым предоставлена возможность пользования данной услугой.

6 Интранет-радио (радиовещание по локальной сети) – данная услуга работает только в пределах нашей сети, через Интернет она не доступна.

7 Электронная почта (e-mail) предполагает создание отдельного почтового сервера. Он будет связан с Интернет.

8 Web-сервер – предполагается создание собственного web-сервера с предоставлением возможности пользователям сети размещать свои собственные ресурсы.

2. СТРУКТУРА СЕТИ

Сеть состоит из трех уровней:

- магистральная сеть. Этот уровень представлен магистральным коммутатором (МК);

- сеть уровня отдела/доступа. Эту сеть составляют коммутаторы уровня отдела, концентраторы, каналы, соединяющие концентраторы и коммутаторы уровня отдела;

- терминальная сеть. Эту сеть составляет терминальное оборудование (рабочие станции WS, IP-телефоны, DSL-модемы и т. д.).

Часть сети, ограниченная одним коммутатором уровня отдела/доступа, называется сегментом сети.

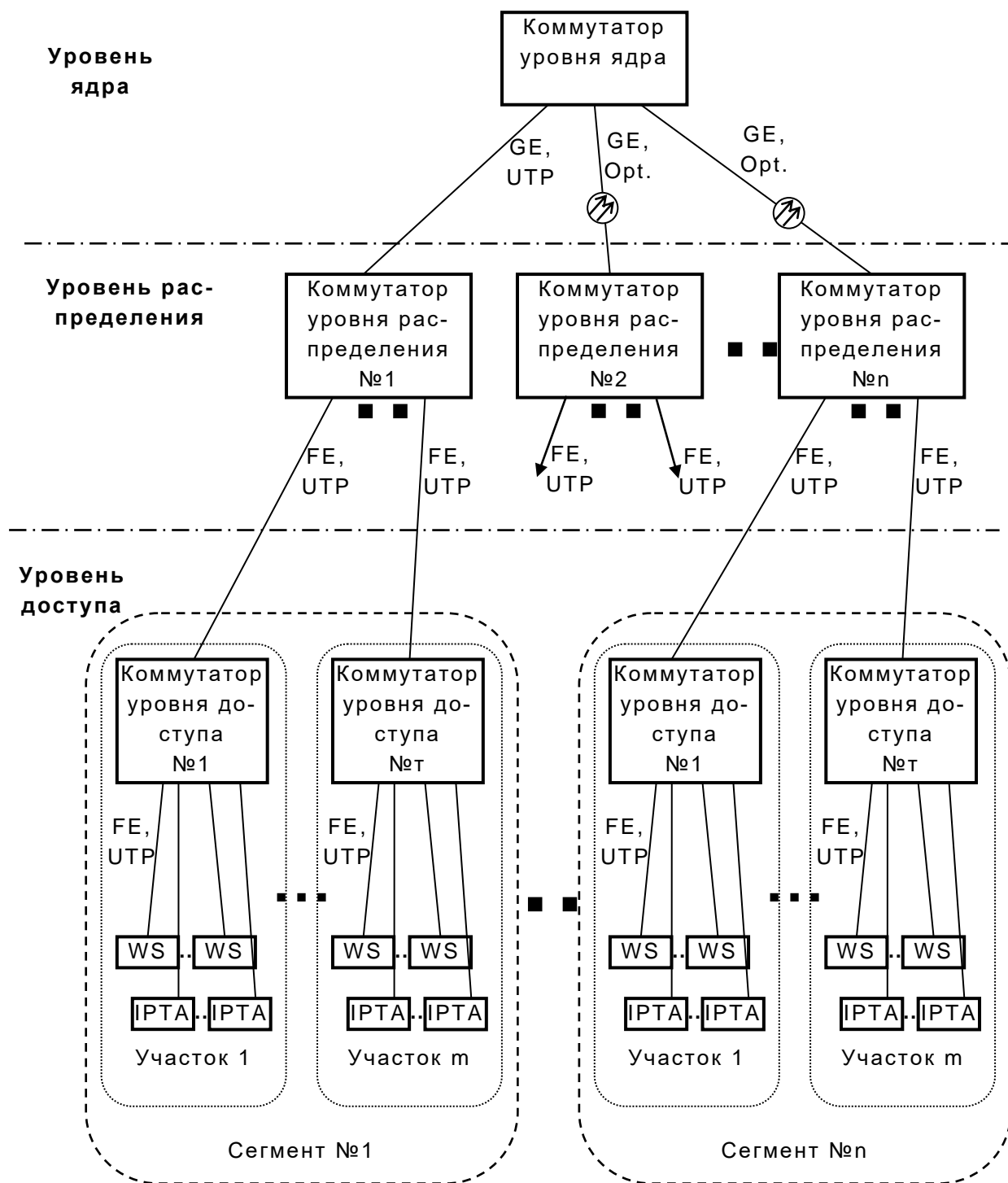


Рисунок 2.1 - Архитектура проектируемой корпоративной сети

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ

Состав используемого оборудования и материалов приведен на рисунке 3.

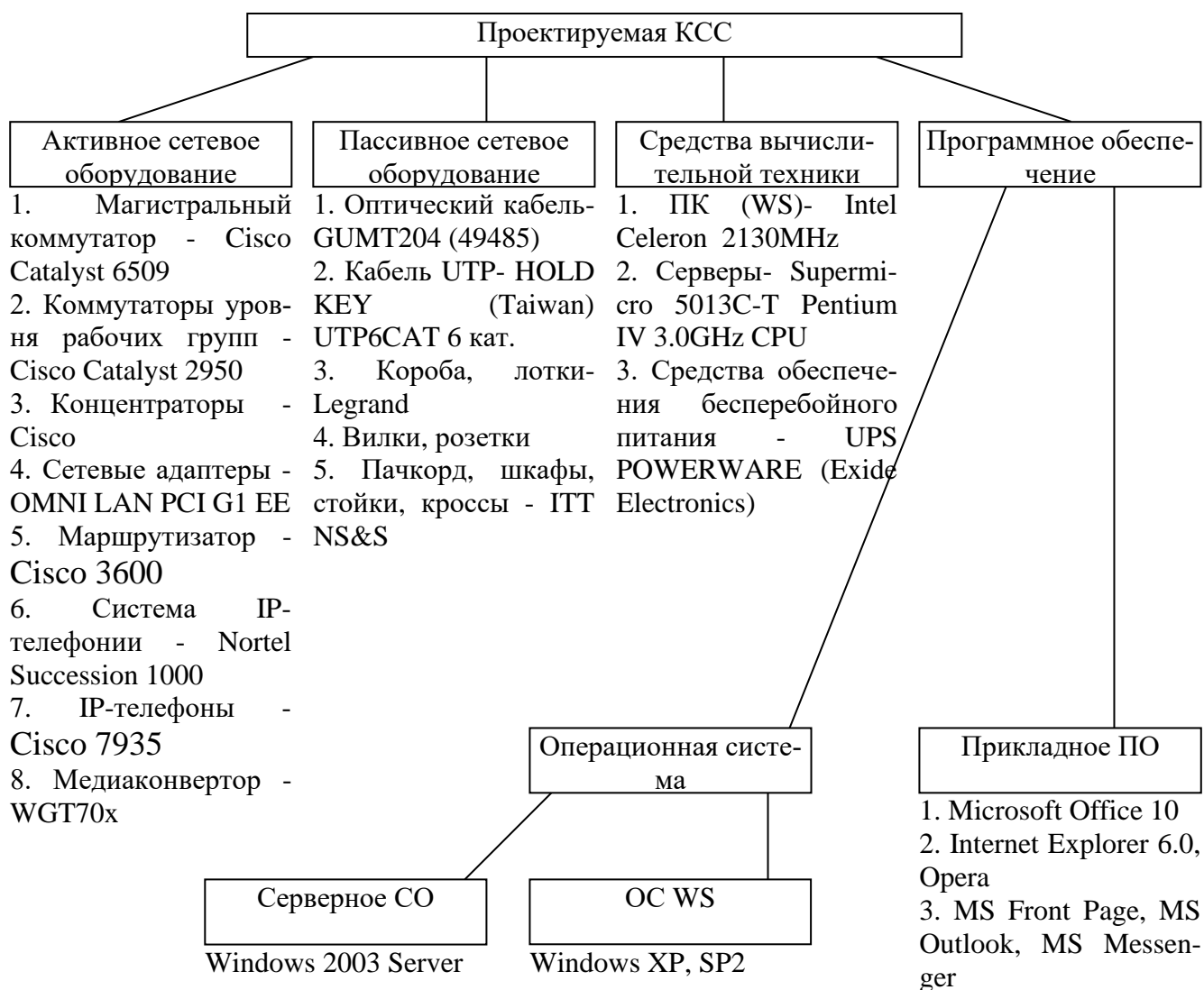


Рисунок 3.1 – Состав используемого оборудования и материалов

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходными данными для расчета корпоративной сети являются:

1. Общее количество точек подключения к сети, шт. - $E_{\text{П}}$
2. Доля аппаратных IP-телефонов, % - D_{IPT}
3. Минимальная требуемая полоса пропускания для рабочих станций (WS), Мбит/с – $V_{\text{min. mp}}$
4. Количество серверов, шт. - N_{SRV}
5. Количество зданий, штук - $N_{\text{зд}}$
6. Расстояние между зданиями, метров - $L_{\text{зд}}$
7. Количество этажей в здании - $N_{\text{эт}}$
8. Вид доступа в Интернет

В качестве примера выполним расчет корпоративной сети со следующими исходными данными:

$$\begin{aligned}E_{\text{П}} &= 470 \text{ шт.}; \\D_{\text{IPT}} &= 19\%; \\V_{\text{min. mp}} &= 1,5 \text{ Мбит/с}; \\N_{\text{зд}} &= 4 \text{ шт.}; \\N_{\text{SRV}} &= 4 \text{ шт.}; \\L_{\text{зд}} &= 600 \text{ м}; \\N_{\text{эт}} &= 5\end{aligned}$$

5. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА

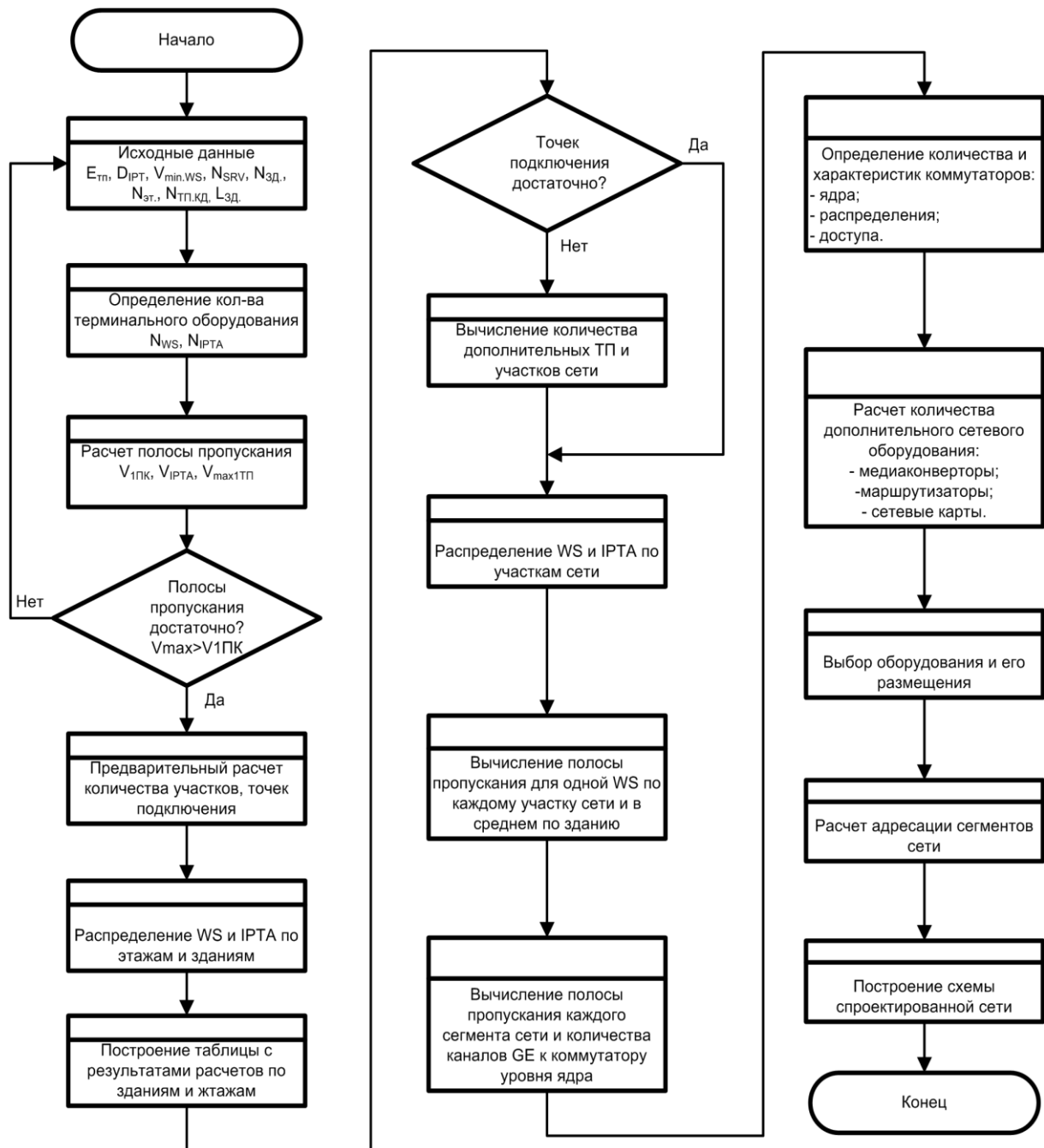


Рисунок 5.1 - Алгоритм расчета корпоративной сети

6 РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ В СЕГМЕНТАХ СЕТИ И НА УРОВНЕ ЯДРА

В качестве терминального оборудования в проектируемой сети используются рабочие станции и аппаратные IP-телефоны. Для расчетов принимается условие, что аппаратные IP-телефоны не имеют встроенных Ethernet коммутаторов и подключаются к отдельному порту коммутатора доступа. Количество аппаратных IP-телефонов N_{IPTA} и рабочих станций N_{WS} рассчитывается в соответствии с исходными данными:

$$N_{IPTA} = \frac{E_{III} \cdot D_{IPT}}{100}, \quad (0.1)$$

$$N_{WS} = E_{III} - N_{IPTA}. \quad (0.2)$$

$$N_{IPTA} = \frac{470 \cdot 19}{100} = 90 \text{ шт.}$$

$$N_{WS} = 470 - 90 = 380 \text{ шт.}$$

В соответствии с выбранной архитектурой построения сети в каждый из FE-портов коммутатора уровня распределения включен коммутатор уровня доступа, имеющий 8 портов, один из которых использован для подключения к коммутатору уровня распределения. Следовательно, каждый в коммутатор уровня доступа возможно включить 7 устройств (ПК, IP-телефон). В данном случае коммутатор уровня доступа организует общий канал с пропускной способностью до 100 Мбит/с, разделяемый несколькими подключенными к коммутатору устройствами. Учитывая эту особенность технологии Ethernet, максимальная теоретическая часть полосы пропускания общего канала $V_{max\ III}$ для каждого из подключенных к коммутатору устройств определяется следующим образом:

$$V_{max\ III} = \frac{V_{кан}}{N_{ПК}}, \quad (0.3)$$

где

$V_{кан}$ – пропускная способность канала к коммутатору уровня распределения. Для FE $V_{кан} = 100$ Мбит/с;

$N_{ПК}$ – число точек подключения, использующих канал к коммутатору уровня распределения. Для восьмипортового коммутатора $N_{ПК} = 7$.

$$V_{max\ III} = \frac{100}{7} = 14,28 \text{ Мбит/с.}$$

Минимальная полоса пропускания, требуемая для каждой из рабочих станций, при использовании всех услуг одновременно определяется следующим образом:

$$V_{ПК} = V_{min. mp} \cdot 1024 + V_{IPT} + V_{ВГЛФ} + V_{СТРАД}, \quad (0.4)$$

где

$V_{IPT} = 64 \cdot 1,25 = 80$ кбит/с - часть полосы пропускания, используемая службой передачи речи;

$V_{ВГЛФ} = 768 \cdot 1,25 = 960$ кбит/с - часть полосы пропускания, используемая службой видеотелефонии;

$V_{СТРАД} = 128 \cdot 1,25 = 160$ кбит/с - часть полосы пропускания, используемая службой сетевого радио;

$V_{min,mp}$ - минимальная требуемая полоса пропускания для остальных служб в Мбит/с.

Множитель 1,25 - учитывает передачу служебной информации. Для расчетов берется 25% от соответствующей части полосы пропускания выделяемых для служб.

$$V_{1ПК} = 1,5 \cdot 1024 + 80 + 960 + 160 = 2736 \text{ кбит/с}$$

Получаем, что $V_{1ПК} < V_{max 1П}$, следовательно, выделяемой для каждой станции полосы пропускания будет достаточно для предоставления всех видов услуг даже в том случае, когда в концентратор включены только рабочие станции.

Полагаем, что распределение аппаратных IP-телефонов и рабочих станций по зданиям, этажам и коммутаторам доступа приблизительно равномерное.

Количество участков сети определяется следующим образом:

$$N_{уч} = \frac{E_{ТП}}{N_{ТП,1к}}. \quad (0.5)$$

Полученный результат округляется до целого в большую сторону.

$$N_{уч} = \frac{470}{7} = 68.$$

Используя полученное значение $N_{уч}$, в дальнейшем учитывается тот факт, что $N_{уч}$ обязательно увеличится, так как необходимо иметь небольшой резерв на случай выхода из строя портов или экстренную необходимость подключения новых устройств.

В каждом здании располагается следующее количество участков сети:

$$N_{уч1зд} = \frac{N_{уч}}{N_{зд}}, \quad (0.6)$$

$$N_{уч1зд} = \frac{68}{4} = 17.$$

Распределение количества участков сети по зданиям отражено в таблице Таблица 0.1.

Таблица 0.1- Распределение количества участков сети по зданиям

Номер здания, i	1	2	3	4	Всего
Количество участков, $N_{уч1зд}$	17	17	17	17	68

Определяется количество участков сети, которые будут расположены на каждом этаже соответствующего здания:

$$N_{уч1эт} = \frac{N_{уч1здi}}{N_{эт}}. \quad (0.7)$$

На каждый этаж распределяется примерно одинаковое количество участков. Если значение дробное, то для одних этажей берется целая часть, а для других – к целой части добавляется единица. Если значение $N_{уч1эт}$ целое, берется одинаковое значение для всех этажей. В любом случае, для каждого здания в итоге сумма количества участков в i-ом здании должна получиться равной значению из таблицы Таблица 0.1.

Распределение участков сети по этажам каждого здания сводится в таблицу 6.2.

Таблица 0.2 - Распределение участков сети по этажам каждого здания

Этаж, j	Номер здания, i			
	1	2	3	4
	Количество участков на этаже $N_{уч1этj}$			
1	3	3	3	3
2	3	3	3	3
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	4	4	4	4
Всего	17	17	17	17

Определим количество аппаратных IP-телефонов в каждом здании:

$$N_{IPTA1зд} = \frac{N_{IPTA}}{N_{зд}}. \quad (0.8)$$

Для случаев дробных или целых значений $N_{IPTA1зд}$ – поступаем аналогично расчету количества участков в каждом здании, используем те же принципы.

Распределение аппаратных IP-телефонов по зданиям сводятся в таблицу Таблица 0.3.

Таблица 0.3 - Распределение аппаратных IP-телефонов по зданиям

Номер здания, i		1	2	3	4	Всего
Количество аппаратных IP-телефонов, $N_{IPTA1зд}$, шт.		22	22	23	23	90

Определим количество рабочих станций, устанавливаемых в каждом здании, следующим образом:

$$N_{WS1зд} = \frac{N_{WS}}{N_{зд}}. \quad (0.9)$$

Для случаев дробных или целых значений поступаем так же, как в предыдущих расчетах.

Распределение рабочих станций по зданиям сводятся в таблицу Таблица 0.4.

Таблица 0.4 - Распределение рабочих станций по зданиям

Номер здания, i	1	2	3	4	Всего
Количество WS, $N_{WS1\text{эт}i}$, шт.	95	95	95	95	380

Определим *предполагаемое* количество точек подключения на каждом этаже в каждом здании в соответствии с полученными данными (таблица 0.2):

$$N_{ТП1\text{эт}j} = N_{уч1\text{эт}j} \cdot N_{ТП1К}. \quad (0.10)$$

Полученные данные сводятся в таблицу 0.5. Сначала заполняется столбец таблицы со значениями $N_{ТП1\text{эт}j}$ для здания i (i=1 до 4), затем столбец с количеством WS на каждом этаже здания i, которое определяется следующим образом:

$$N_{WS1\text{эт}j} = \frac{N_{WS1\text{эт}i}}{N_{\text{эт}}}. \quad (0.11)$$

В случае дробных значений $N_{WS1\text{эт}j}$ поступаем так же, как в расчете величин $N_{уч1\text{эт}}$.

Добавим еще один столбец с количеством аппаратных IP-телефонов на каждом этаже здания i, количество определяется произвольно, исходя из общего количества IP-телефонов в здании i (таблица 0.3) и распределяется приблизительно равномерно по этажам здания. Добавим следующий столбец с суммой значений предыдущих двух столбцов - это будет столбец с *полученным* количеством точек подключения. Затем добавим еще один столбец с разностью значений полученного количества точек подключения и предполагаемым количеством $N_{ТП1\text{эт}}$ (первый столбец) для здания i. Если значение в этом столбце равно 0 или отрицательное, это значит, что емкости участков сети на этаже j здания i хватает для включения всех ТП. Если значение столбца больше 0, то соответствующей емкости недостаточно и необходимо организовать на этом этаже еще m-ое количество участков (m=1 и более, определяется относительно числа 7, например, если разность равна 2, то достаточно m=1, если 9, то необходимо уже m=2). Поэтому для здания i добавим еще один столбец с указанием количества дополнительных участков на всех этажах. Если дополнительные участки не организуются (емкости хватает), в соответствующем столбце ставим 0. Дополнительные участки необходимы, так как нужно обеспечить небольшой резерв. В некоторых зданиях этот резерв будет организован «сам собой» за счет свободной емкости участков на некоторых этажах. В завершение добавим еще один столбец для здания i с общим количеством участков для каждого этажа (из таблицы 0.2 плюс дополнительные участки). В таблице Таблица 0.5 отразим расчеты для каждого здания.

Теперь необходимо распределить рабочие станции и IP-телефоны по участкам. Распределение производим произвольно, приблизительно равномерно, учитывая данные в таблице Таблица 0.5. ($N_{WS1\text{эт}}$, $N_{ИРТА1\text{эт}}$, общее количество участков), для каждого здания и этажа.

Распределение рабочих станций (WS) и IP-телефонов сводим в таблицу 0.6. Число столбцов для участков в таблице выбираем по наибольшему значе-

нию столбца общего количества участков для здания *i* из таблицы 0.5. На этаже, где каких-либо участков нет, в соответствующей ячейке таблицы ставим прочерк.

Таблица 0.5 - Количество точек подключения на каждом этаже в каждом здании

Здание 1							
Этажи, j	N _{ТП1этj} предпол.	N _{WS1этj}	N _{ИРТА1этj}	N _{ТП1этj} получ.	Дополн. ТП	Дополн. участки	Общее кол-во участков
1	21	19	4	23	2	1	4
2	21	19	5	24	3	1	4
3	21	19	5	24	3	1	4
4	28	19	4	23	-5	0	4
5	28	19	4	23	-5	0	4
Всего	119	95	22	117	-	3	20
Здание 2							
Этажи, j	N _{ТП1этj} предпол.	N _{WS1этj}	N _{ИРТА1этj}	N _{ТП1этj} получ.	Дополн. ТП	Дополн. участки	Общее кол-во участков
1	21	19	5	24	3	1	4
2	21	19	4	23	2	1	4
3	21	19	2	21	0	0	3
4	28	19	6	25	-3	0	4
5	28	19	5	24	-4	0	4
Всего	119	95	22	117	-	2	19
Здание 3							
Этажи, j	N _{ТП1этj} предпол.	N _{WS1этj}	N _{ИРТА1этj}	N _{ТП1этj} получ.	Дополн. ТП	Дополн. участки	Общее кол-во участков
1	21	19	2	21	0	0	3
2	21	19	2	21	0	0	3
3	21	19	2	21	0	0	3
4	28	19	8	27	-1	0	4
5	28	19	9	28	0	0	4
Всего	119	95	23	118	-	0	17
Здание 4							
Этажи, j	N _{ТП1этj} предпол.	N _{WS1этj}	N _{ИРТА1этj}	N _{ТП1этj} получ.	Дополн. ТП	Дополн. участки	Общее кол-во участков
1	21	19	0	19	-2	0	3
2	21	19	2	21	0	0	3
3	21	19	2	21	0	0	3
4	28	19	11	30	2	1	5
5	28	19	8	27	-1	0	4
Всего	119	95	23	118	-	1	18

Таблица 0.6 - Распределение рабочих станций и IP-телефонов

Здание 1										
Этажи, j	Участки, m									
	1		2		3		4			
	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT		
1	5	1	5	1	5	1	4	1		
2	5	2	5	1	5	1	4	1		
3	5	1	5	2	5	1	4	1		
4	5	1	5	1	5	1	4	1		
5	5	1	5	1	5	1	4	1		
Всего	25	6	25	6	25	5	20	5		
Этажи, j	Здание 2									
	Участки, m									
	1		2		3		4			
	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT		
1	5	1	5	1	5	2	4	1		
2	5	1	5	1	5	1	4	1		
3	7	0	6	1	6	1	-	-		
4	5	2	5	2	5	1	4	1		
5	5	1	5	0	5	2	4	2		
Всего	27	5	27	4	25	7	16	5		
Этажи, j	Здание 3									
	Участки, m									
	1		2		3		4			
	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT		
1	6	1	6	1	7	0	-	-		
2	6	0	6	1	7	0	-	-		
3	6	1	6	1	7	0	-	-		
4	5	2	5	2	5	2	4	2		
5	5	2	5	2	5	2	4	3		
Всего	28	5	28	7	31	6	8	4		
Этажи, j	Здание 4									
	Участки, m									
	1		2		3		4		5	
	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT	WS	IPT
1	6	0	6	0	7	0	-	-	-	-
2	6	1	6	1	7	0	-	-	-	-
3	6	0	6	1	7	0	-	-	-	-
4	4	2	4	3	4	2	4	2	3	2
5	5	2	5	2	5	2	4	2	-	-
Всего	27	5	27	7	30	4	8	4	3	2

Используя полученную таблицу Таблица 0.6, определим полосу пропускания в кбит/с, которая будет выделена каждой WS на каждом участке сети на каждом этаже следующим образом:

$$V_{yч1WSmj} = \frac{V_{кан} \cdot 1024 - K_{IPTmj} \cdot V_{IPT}}{K_{WSmj}}, \quad (0.12)$$

где m - номер участка (из таблицы Таблица 0.6);
 j - номер этажа (из таблицы Таблица 0.6);
 $V_{кан} = 100$ Мбит/с;
 $V_{IPT} = 80$ кбит/с;
 K_{IPTmj} - количество IP-телефонов, включенных в участок m на этаже j (из таблицы Таблица 0.6);
 K_{WSmj} - количество WS, включенных в участок m на этаже j (из таблицы 0.6).

Значения $V_{yч1WSmj}$ округляются до 2 знака после запятой. Рассчитанные значения $V_{yч1WSmj}$ сведем в таблицу

Таблица 0.7, где добавим для каждого участка каждого этажа еще один столбец с разностью $V_{yч1WSmj} - V_{1ПК}$, которая показывает значение дополнительной полосы пропускания, получаемой каждой станцией, расположенной на участке m этажа j .

Также определим среднее значение $V_{yч1WS}$ по каждому участку, а затем - по каждому зданию следующим образом:

$$V_{cp1WSyчm} = \frac{\sum_{j=1}^j V_{yч1WSmj}}{N_{эм}}, \quad (0.13)$$

$$V_{cp1WSзdi} = \frac{\sum_{m=1}^m V_{cp1WSyчm}}{N_{yчзdi}}. \quad (0.14)$$

где $N_{yчзdi}$ - берется из таблицы 0.5, столбец «Общее количество участков» для здания i ;

$V_{yч1WSmj}$ - только что рассчитанные значения из этой же таблицы 5.7.

Число столбцов для участков в таблице выбираем по наибольшему значению столбца общего количества участков для здания i из таблицы Таблица 0.5. На этаже, где каких-либо участков нет, в соответствующей ячейке таблицы ставим прочерк. Средние значения округляем до второго знака после запятой (таблица 6.7).

Таблица 0.7 - Расчет полосы пропускания

Здание 1								
Этажи, j	Участки, m							
	1		2		3		4	
	Vyч1W Smj	Vyч1W Smj- V1ПK	Vyч1WS mj	Vyч1WS mj- V1ПK	Vyч1WS mj	Vyч1WS mj- V1ПK	Vyч1WS mj	Vyч1WS mj-V1ПK
1	20464	17728	20464	17728	20464	17728	25580	22844
2	20448	17712	20464	17728	20464	17728	25580	22844
3	20464	17728	20448	17712	20464	17728	25580	22844
4	20464	17728	20464	17728	20464	17728	25580	22844
5	20464	17728	20464	17728	20464	17728	25580	22844
Всего	102304	88624	102304	88624	102320	88640	127900	114220
Средн. знач. по участку	20460,8		20460,8		20464		25580	
Средн. знач. по зданию	21741,4							
Здание 2								
Этажи, j	Участки, m							
	1		2		3		4	
	Vyч1W Smj	Vyч1W Smj- V1ПK	Vyч1WS mj	Vyч1WS mj- V1ПK	Vyч1WS mj	Vyч1WS mj- V1ПK	Vyч1WS mj	Vyч1WS mj-V1ПK
1	20464	17728	20464	17728	20448	17712	25580	22844
2	20464	17728	20464	17728	20464	17728	25580	22844
3	14628, 57	11892,5 7	14617,14	11881,14	20464	17728		
4	20448	17712	20448	17712	20464	17728	25580	22844
5	20464	17728	20480	17744	20448	17712	25560	22824
Всего	96468, 57	82788,5 7	96473,14	82793,14	102288	88608	102320	91376
Средн. знач. по участку	19293,71		19294,63		20457,6		20464	
Средн. знач. по зданию	19877,49							

Продолжение таблицы 6.7.

Здание 3										
Этажи, j	Участки, m									
	1		2		3		4			
	Vyч1W Smj	Vyч1W Smj- V1ПK	Vyч1W Smj	Vyч1WS mj- V1ПK	Vyч1WS mj	Vyч1WS mj- V1ПK	Vyч1WS mj	Vyч1WS mj-V1ПK		
1	17066, 67	14330, 67	17053,3 3	14317,33	14617,14	11881,14	-	-		
2	17066, 67	14330, 67	17053,3 3	14317,33	14628,57	11892,57	-	-		
3	17053, 33	14317, 33	17053,3 3	14317,33	14628,57	11892,57	-	-		
4	20448	17712	20448	17712	20448	17712	25560	22824		
5	20448	17712	20448	17712	20432	17696	25560	22824		
Всего	92082, 67	78402, 67	92055,9 9	78375,99	84770,28	71074,28	51120	45648		
Средн. Знач. по участку	18416,53		18411,2		16954,06		25560			
Средн.знач по зданию	19835,44									
Здание 4										
Этажи, j	Участки, m									
	1		2		3		4		5	
	Vyч1W Smj	Vyч1W Smj- V1ПK	Vyч1W Smj	Vyч1W Smj- V1ПK	Vyч1W Smj	Vyч1W Smj- V1ПK	Vyч 1WS mj	Vyч1 WSmj - V1ПK	Vyч 1WS mj	Vyч1 WSm j- V1П K
1	17066, 67	14330, 67	17066, 67	14330, 67	14628, 57	11892, 57	-	-	-	-
2	17053, 33	14317, 33	17053, 33	14317, 33	14628, 57	11892, 57	-	-	-	-
3	17066, 67	14330, 67	17053, 33	14317, 33	14628, 57	11892, 57	-	-	-	-
4	25560	22824	25540	22804	25560	22824	2556 0	22824	3408 0	3134 4
5	20448	17712	20448	17712	20448	17712	2556 0	22824	-	-
Всего	97194, 67	83514, 67	97161, 33	83481, 33	89893, 71	76213, 71	5112 0	45648	3408	3134 4
Средн. знач. по участку	19438,93		19432,27		17978,74		25560		3408	
Средн. знач. по зданию	17163,59									

Определим количество свободных портов на участках сети в каждом здании на каждом этаже следующим образом (используем данные таблицы Таблица 0.6):

$$N_{\text{участка}j} = 7 - (K_{WSmj} + K_{IPTmj}). \quad (0.15)$$

Результаты расчетов сведем в таблицу Таблица 0.8. Число столбцов для участков в таблице выбираем по наибольшему значению столбца общего количества участков для здания *i* из таблицы Таблица 0.5. На этаже, где каких-либо участков нет, в соответствующей ячейке таблицы ставим прочерк.

Таблица 0.8 – Количество свободных портов на участках сети

Здание 1				
Этажи, j	Участки, m			
	1	2	3	4
1	1	1	1	2
2	0	1	1	2
3	1	0	1	2
4	1	1	1	2
5	1	1	1	2
Всего	4	4	5	10
Здание 2				
Этажи, j	Участки, m			
	1	2	3	4
	Количество свободных портов на участке			
1	1	1	0	2
2	1	1	1	2
3	0	0	0	-
4	0	0	1	2
5	1	2	0	1
Всего	3	4	2	7
Здание 3				
Этажи, j	Участки, m			
	1	2	3	4
	Количество свободных портов на участке			
1	1	0	0	-
2	1	0	0	-
3	0	0	0	-
4	0	0	0	1
5	0	0	0	0
Всего	2	0	0	1

Продолжение таблицы Таблица 0.8

Здание 4					
Этажи, j	Участки, m				
	1	2	3	4	5
	Количество свободных портов на участке				
1	1	1	0	-	-
2	0	0	0	-	-
3	1	0	0	-	-
4	1	0	1	1	2
5	0	0	0	1	-
Всего	4	1	1	2	2

Определим необходимую полосу пропускания каналов уровня ядра (минимальную и максимальную) в каждом сегменте сети, в Мбит/с, следующим образом (используем данные из таблиц Таблица 0.3, Таблица 0.4 и

Таблица 0.7):

$$V_{\text{max1сегimin}} = \frac{N_{WS1\text{зdi}} \cdot V_{1\text{ПК}} + N_{IPTA1\text{зdi}} \cdot V_{IPT}}{1024}, \quad (0.16)$$

$$V_{\text{max1сегimax}} = \frac{N_{WS1\text{зdi}} \cdot V_{cp1WS\text{зdi}} + N_{IPTA1\text{зdi}} \cdot V_{IPT}}{1024}. \quad (0.17)$$

где i - номер сегмента (здания)

Рассчитанные значения $V_{\text{max1сегimin}}$ и $V_{\text{max1сегimax}}$ (округленные до второго знака после запятой) для каждого сегмента сведем в таблицу Таблица 0.9. В одной строке укажем значения $V_{\text{max1сегimin}}$ в Мбит/с, в другой - $V_{\text{max1сегimax}}$ в Мбит/с.

Таблица 0.9 - Полоса пропускания каналов уровня ядра

Параметры	Сегмент, i				
	1	2	3	4	Всего ($N_{\text{Gbкобщ}}$)
$V_{\text{max1сегimin}}$	255,25	255,25	255,63	255,63	-
$V_{\text{max1сегimax}}$	2018,74	1845,82	1842	1594,12	-

Определим требуемое количество гигабитных каналов уровня ядра:

$$N_{Gbki} = \frac{V_{max1cesimax}}{1024}. \quad (0.18)$$

В таблицу Таблица 0.10 сведем требуемое количество гигабитных каналов от сегментов сети к коммутатору уровня ядра.

Таблица 0.10 - Число гигабитных каналов от сегментов сети.

Параметры	Сегмент, i				
	1	2	3	4	Всего (N _{Gbкобщ})
N _{Gbki}	2	2	2	2	8

Использование нескольких гигабитных каналов возможно благодаря наличию в коммутаторах возможности объединения портов или установки нескольких интерфейсных модулей.

7 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ УСТРОЙСТВ И ДЛИН КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Определим требуемое количество портов коммутатора уровня ядра. следующим образом:

$$N_{пмагком} = N_{Gbкобщ} + N_{SRV} + N_{ПСИРТ}, \quad (7.1)$$

где N_{ПСИРТ} - число портов для подсистемы IP-телефонии, в нашем случае достаточно N_{ПСИРТ}=1;

N_{Gbкобщ} общее количество каналов между коммутатором уровня ядра и коммутаторами уровня распределения (из таблицы 0.10):

$$N_{пмагком} = 8 + 4 + 1 = 13$$

Требуемое количество портов может быть обеспечено одним коммутатором уровня ядра.

$$K_{магком} = 1$$

Количество коммутаторов уровня распределения будет равно количеству сегментов сети (или количеству зданий N_{зд}):

$$K_{комотд} = N_{зд}; \quad (7.2)$$

$$K_{комотд} = 4.$$

Число портов одного коммутатора уровня распределения N_{пкомотд} определяется исходя из общего количества участков сети на всех этажах в здании i (таблица 0.5). Если общее количество участков в здании меньше или равно 24, берется N_{пкомотд}=24, если количество участков больше 24, берется N_{пкомотд}=48. Для проектируемой сети все коммутаторы уровня распределения будут иметь 24 порта.

Количество IP-телефонов и рабочих станций было определено в предыдущем разделе:

$$N_{ИРТА} = 90,$$

$$N_{WS} = 380.$$

Коммутатор уровня ядра устанавливается в одном и здании в непосредственной близости от коммутатора распределения этого здания (возможна

установка в одну стойку). Подключение между этими коммутаторами выполняется кабелем UTP (витая пара) с использованием интерфейсов.

В случае отсутствия у коммутатора уровня ядра и коммутаторов уровня распределения оптических интерфейсов 1000Base-X требуется применение медиаконверторов. Количество медиаконверторов $K_{\text{мконв}}$, принимается равным удвоенному количеству гигабитных каналов от сегментов сети, расположенных не в одном здании с коммутатором уровня ядра. Кроме того, возможно, требуется один медиаконвертор N_{internet} для маршрутизатора, если канал в Интернет подключается по оптической линии связи, а у маршрутизатора отсутствует интерфейс 1000Base-X.

$$K_{\text{мконв}} = 2 \cdot (N_{\text{Gb.общ}} - N_{\text{UTPk}}) + [N_{\text{internet}}], \quad (7.3)$$

где [...] - указывают на необязательность параметра;

N_{UTPk} - количество гигабитных каналов, организованных на витой паре. Величина N_{UTPk} выбирается, исходя из расположения МК, обычно равна единице или двум.

$$K_{\text{мконв}} = 2 \cdot (8 - 2) + 1 = 13 \text{ шт.}$$

При наличии оптических интерфейсов у коммутаторов применение медиаконверторов не требуется.

Количество маршрутизаторов, управляющего и шлюзового оборудования подсистемы IP-телефонии, выбирается равным единице каждого вида:

$$K_{\text{ROUT}} = 1,$$

$$K_{\text{ПСИРТ}} = 1.$$

Количество сетевых карт для рабочих станций (10/100 Мбит/с) принимаем равным количеству рабочих станций плюс примерно 1% резерв:

$$K_{\text{сет.карт}} = \text{int}(1,01 \cdot N_{\text{WS}}) \quad (7.4)$$

где int() - операция округления до целого числа.

При наличии сетевых интерфейсов 100Base-TX, встроенных в материнскую плату рабочих станций, применения отдельных сетевых карт не требуется.

$$K_{\text{сет.карт}} = 1,01 \cdot 380 = 384 \text{ шт.}$$

Количество сетевых карт 1000Base-T для серверов принимается равным количеству серверов плюс одна на запас:

$$K_{\text{серв.карт}} = N_{\text{SRV}} + 1 \quad (7.5)$$

$$K_{\text{серв.карт}} = 4 + 1 = 5 \text{ шт.}$$

При наличии сетевых интерфейсов 1000Base-T, встроенных в материнскую плату серверов, применения отдельных сетевых карт не требуется.

Количество концентраторов определяем как сумму числа участков сети на всех этажах всех зданий (табл.5.5.) плюс один в резерв:

$$K_{конц} = \left(\sum_{N_{зд}}^{i=1} N_{учобщзд i} \right) + 1, \quad (7.6)$$

где $N_{учобщзд i}$ – общее количество участков сети в здании I (данные из таблицы 0.5).

$$K_{конц} = (20 + 19 + 17 + 18) + 1 = 75 \text{ шт.}$$

Для связи коммутаторов уровня распределения с коммутатором уровня ядра расположенных в разных зданиях применяется многоволоконный оптический кабель.

Определим общую длину оптического кабеля с учетом запаса 1%:

$$\begin{aligned} L_{ок} &= 1,01 \cdot L_{зд} \cdot (N_{зд} - 1); \\ L_{ок} &= 1,01 \cdot 600 \cdot (4 - 1) = 1818 \text{ м.} \end{aligned} \quad (7.7)$$

Минимальное количество волокон в кабеле выбирается исходя из количества гигабитных каналов к коммутатору распределения. Кроме того, необходимо предусмотреть наличие резервных волокон (2 шт.).

$$\begin{aligned} N_{ОВ} &= 2 \cdot N_{Gbxi} + 2; \\ N_{ОВ} &= 2 \cdot 2 + 2 = 6 \end{aligned} \quad (7.8)$$

Длина кабеля UTP (витая пара) определяется исходя из размещения точек подключения, размещения коммутаторов и концентраторов, этажного плана конкретных зданий. В нашем случае большинство необходимых параметров неизвестно, поэтому рассчитать длину кабеля UTP не представляется возможным.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНА АДРЕСАЦИИ СЕТИ

При определении плана адресации проектируемой сети необходимо учитывать, что количество смонтированных портов коммутаторов уровня доступа больше числа точек подключения заданных в исходных данных. Свободные порты коммутаторов уровня доступа могут быть использованы для организации дополнительных точек подключения. Определим максимально возможное число точек подключения к коммутаторам доступа:

$$\begin{aligned} N_{ТП.общ} &= (K_{конц} - 1) \cdot N_{ТП1К}; \\ N_{ТП.общ} &= (75 - 1) \cdot 7 = 518 \text{ шт.} \end{aligned} \quad (8.1)$$

Так как количество точек подключения равно 518, выбираем класс В, так как в классе С возможное количество узлов не превышает 254.

Число подсетей N_{SN} возьмем равным количеству сегментов сети (количеству зданий $N_{зд}$):

$$\begin{aligned} N_{SN} &= N_{зд}; \\ N_{SN} &= 4 \end{aligned} \quad (8.9)$$

Вычислим число точек подключения в каждом сегменте сети:

$$N_{ТП1SNi} = N_{уч.облщ.зді} \cdot N_{ТП1К}. \quad (8.10)$$

Для проектируемой сети с использованием восьмипортовых коммутаторов уровня доступа $N_{ТП1К} = 7$, соответственно:

$$N_{ТП1SNi} = N_{уч.облщ.зді} \cdot 7.$$

Результаты расчетов сведены в таблицу Таблица 8.1.

Таблица 8.1 – Количество точек подключения в каждом сегменте сети

Сегмент, i	1	2	3	4	Всего
Число точек подключения, $N_{ТП1SN}$	140	133	119	126	518

Используя полученные данные: выбранный пул адресов, число подсетей и количество точек подключения в каждой из подсетей, определим маску каждой подсети, адрес всей подсети, адреса первой и последней точек подключения в каждой подсети.

Все полученные данные плана адресации сети сведены в таблицу Таблица 8.2.

Таблица 8.2 – План адресации проектируемой сети

Подсеть	Параметры			
	Маска подсети	Адрес подсети	Адрес первой ТП в подсети	Адрес последней ТП в подсети
1				
2				
3				
4				

9 СОСТАВ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ

Параметры, отражающие конфигурацию спроектированной сети, сведены в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Параметры используемого оборудования

Параметры	Значение
Количество коммутаторов уровня ядра	
Производитель и модель коммутатора уровня ядра	
Количество портов одного коммутатора уровня ядра (использовано портов)	
Количество коммутаторов уровня распределения	
Производитель и модель коммутатора уровня распределения	
Количество портов одного коммутатора уровня распределения	
Количество коммутаторов уровня доступа	
Число точек подключения уровня доступа (всего/фактических/свободных)	
Производитель и модель коммутаторов уровня доступа	
Количество рабочих станций (WS)	
Количество IP-телефонов	
Количество FastEthernet-сетевых карт	
Количество серверных сетевых карт GbE+FE	
Число серверов	
Производитель и модель маршрутизатора	
Интерфейсы маршрутизатора	
Производитель и модель подсистемы IP-телефонии	
Общая длина оптического кабеля, метров	

10. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА КСС

ВНИМАНИЕ

**Привести структурную схему спроектированной КСС.
На схеме предусмотреть доступ к ТфОП и Internet.**