РАЗДЕЛ КУРСОВОЙ РАБОТЫ «ПЛАНИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ»

# Пункт 1 Расчет пропускной способности каналов передачи данных

Одним из первых этапов планирования физического уровня сети является расчет пропускной способности каналов передачи данных, на основе которого происходит дальнейшее определение типов устройств и создание прототипа топологии сети. Для вышеуказанных расчетов следует применять концепцию трехуровневой сети, определяя минимальное необходимое количество портов снизу вверх.

Первый этап выполнения работы – определение количества портов на уровне доступа. Для этого требуется предварительно выделить необходимое количество АРМ (автоматизированных рабочих мест), МФУ (многофункциональных устройств), IP-телефонов и IP-камер, которые требуют проводного подключения к сети.

Выделим типовые рабочие места:

⎯ Тип 1: персональный компьютер последовательно подключенный к IP-телефону без повышенных требований к пропускной способности;

⎯ Тип 2: персональный компьютер последовательно подключенный к IP-телефону с повышенными требованиями к пропускной способности;

⎯ Тип 3: персональный компьютер без повышенных требований к пропускной способности;

⎯ Тип 4: персональный компьютер с повышенными требованиями к пропускной способности;

⎯ Тип 4: МФУ;

⎯ Тип 6: камера.

Стоит отметить, что в качестве IP телефона будут использоваться модели, в которые интегрирован двухпортовый коммутатор, что позволяет использовать одну линию связи для совместного использования телефона и компьютера с пропускной способностью до 1 Гбит\с.

В Таблице 1 представлен расчет портов уровня доступа для центрального кампуса, в Таблице 2 — для второго кампуса. Так как некоторые рассматриваемые отделы являются типовыми, например, такие как аудитории, кафедры, лаборатории и холлы этажей, в скобках после наименования отдела будет указываться их количество.

*Таблица 1 – Расчет портов уровня доступа для центрального кампуса*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название отдела** | **Тип устройства** | **Кол-во** | **Требования к каналу**  **передачи данных, Мбит/с** | **Портов**  **GigabitEthernet** | **Портов**  **FastEthernet** |
| Учебно- методический отдел | Тип 1 | 12 | 100 | 0 | 12 |
| Тип 5 | 3 | 100 | 0 | 3 |
| Кабинет ректора | Тип 2 | 1 | 1000 | 1 | 0 |
| Тип 5 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Кабинет секретаря ректора | Тип 1 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Тип 5 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Лекторий (4) | Тип 3 | 3 | 100 | 0 | 12 |
| Тип 6 | 2 | 100 | 0 | 8 |
| Переговорная | Тип 3 | 13 | 100 | 0 | 13 |
| Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Ректорат | Тип 2 | 8 | 1000 | 8 | 0 |
| Тип 5 | 3 | 100 | 0 | 3 |
| Бюро пропусков | Тип 1 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Комната охраны | Тип 1 | 4 | 100 | 0 | 4 |
| Бухгалтерия | Тип 1 | 3 | 100 | 0 | 3 |
| Тип 5 | 3 | 100 | 0 | 3 |
| Отдел финансов | Тип 1 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Тип 5 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Кадровый отдел | Тип 1 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Тип 5 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Холл 1 этажа | Тип 6 | 9 | 100 | 0 | 9 |

*Продолжение Таблицы 1*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название отдела** | **Тип устройства** | **Кол-во** | **Требования к каналу**  **передачи данных, Мбит/с** | **Портов**  **GigabitEthernet** | **Портов**  **FastEthernet** |
| Аудитории 206-  406, 207-407, 201-  401 (9) | Тип 3 | 1 | 100 | 0 | 9 |
| Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 9 |
| Аудитории 205-  405 (3) | Тип 3 | 16 | 100 | 0 | 48 |
| Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 3 |
| Аудитории 208-  408, 203-403 (6) | Тип 3 | 16 | 100 | 0 | 96 |
| Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 6 |
| Аудитории 209-  409 (3) | Тип 3 | 16 | 100 | 0 | 48 |
| Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 3 |
| Лаборатория Л2 (3) | Тип 3 | 1 | 100 | 0 | 3 |
| Тип 6 | 3 | 100 | 0 | 9 |
| Аудитории 202-  402 (3) | Тип 3 | 15 | 100 | 0 | 45 |
| Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 3 |
| Аудитории 204-  404 (3) | Тип 3 | 17 | 100 | 0 | 51 |
| Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 3 |
| Кафедры (6) | Тип 1 | 2 | 100 | 0 | 12 |
| Тип 3 | 3 | 100 | 0 | 18 |
| Тип 5 | 2 | 100 | 0 | 12 |
| Архив | Тип 3 | 1 | 100 | 0 | 1 |
|  | Тип 6 | 3 | 100 | 0 | 3 |

*Продолжение Таблицы 1*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название отдела** | **Тип устройства** | **Кол-во** | **Требования к каналу**  **передачи данных, Мбит/с** | **Портов**  **GigabitEthernet** | **Портов**  **FastEthernet** |
| Канцелярия | Тип 3 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Chill зона | Тип 3 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Тип 6 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Учебный отдел | Тип 1 | 6 | 100 | 0 | 6 |
| Тип 5 | 4 | 100 | 0 | 4 |
| Инфраструктурный отдел | Тип 3 | 3 | 100 | 0 | 3 |
| Серверная | Тип 6 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Отдел исследований,  отдел коллективного проектирования | Тип 1 | 2 | 100 | 0 | 4 |
| Телекоммуникационная | Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 5 |
| Управление по работе с абитуриентами | Тип 1 | 3 | 100 | 0 | 3 |
| Тип 5 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Медпункт | Тип 3 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Летняя терасса | Тип 6 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Столовая | Тип 6 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Кухня | Тип 6 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Отдел рекламы и связи с общественностью | Тип 1 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Тип 5 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Холл 2-5 этажей | Тип 6 | 4 | 100 | 0 | 16 |
| Итого | - | - | 61400 | 9 | 524 |

*Таблица 2 – Расчет портов уровня доступа для второго кампуса*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название отдела** | **Тип устройства** | **Количество** | **Требования к каналу**  **передачи данных, Мбит/с** | **Портов**  **GigabitEthernet** | **Портов**  **FastEthernet** |
| Преподавательская | Тип 3 | 1 | 100 | 0 | 1 |
| Кафедра | Тип 1 | 2 | 100 | 0 | 2 |
| Тип 5 | 3 | 100 | 0 | 3 |
| Медпункт | Тип 3 | 4 | 100 | 0 | 4 |
| Охрана | Тип 3 | 5 | 100 | 0 | 5 |
| Холл | Тип 3 | 6 | 100 | 0 | 6 |
| Камеры | Тип 6 | 7 | 100 | 0 | 7 |
| Итого | - | - | 2800 | 0 | 28 |

Следующий шаг подразумевает расчет количества портов на уровне агрегации. Следует упомянуть о том, что на данном этапе используется коэффициент перехода с уровня доступа на уровень агрегации, который рассчитывается из требований к узлам в соответствии с оказываемой на них нагрузкой.

Для рассматриваемого предприятия коэффициент перехода для всех отделов принимается равным 40%, так как среднее значение находится в районе 40-60%. Значение 40% было выбрано из учета отсутствия специфичных сервисов с высокими требованиями к сети. Отдельно для камер коэффициент перехода принимается равным 20%, так как такого значения более чем достаточно для передачи изображение хорошего качества.

Расчет количества портов на уровне агрегации без учета резервирования для центрального кампуса представлен в Таблице 3, для второго кампуса — в Таблице 4. Суммарные требования на отдел были вычислены путем сложения произведений пропускных способностей каналов передачи данных и количества соединяемых устройств (данная информация взята из Таблицы 1 и Таблицы 2 соответственно). При переводе полученного значения в количество портов GigabitEthernet применяется округление в большую сторону для обеспечения гарантированного покрытия оказываемой на сеть нагрузки.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Этаж | Рабочие места | Коэффициент | Трафик на уровне агрегации | Камеры | Коэффициент | Трафик на уровне агрегации | Итого |
| 1 | 15500 | 0,4 | 6200 | 1900 | 0,2 | 380 | 3700 |
| 2 | 11400 | 0,4 | 4560 | 1700 | 0,2 | 340 | 4900 |
| 3 | 11400 | 0,4 | 4560 | 1700 | 0,2 | 340 | 4900 |
| 4 | 11400 | 0,4 | 4560 | 1700 | 0,2 | 340 | 4900 |
| 5 | 2900 | 0,4 | 1160 | 1800 | 0,2 | 360 | 1880 |
| Итого | 52600 | - | 21040 | 8800 | - | 1760 | 22280 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Этаж | Рабочие места | Коэффициент | Трафик на уровне агрегации | Камеры | Коэффициент | Трафик на уровне агрегации | Итого |
| 1 | 2100 | 0,4 | 840 | 700 | 0,2 | 140 | 980 |
| Итого | 2100 | - | 840 | 700 | - | 140 | 980 |

Итоговые расчеты количества портов для площадки центрального кампуса представлены в Таблице 5, для площадки второго кампуса — в Таблице 6. Вычисление числа портов на уровне ядра производилось путем деления суммарного откорректированного объема трафика, полученного в Таблицах 3 и 4, на пропускную способность каналов GigabitEthernet.

*Таблица 5 – Итоговый расчет портов для площадки центрального кампуса*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Уровень** | **Порты GigabitEthernet** | **Порты FastEthernet** |
| Доступ | 9 | 524 |
| Агрегация | 29 | - |
| Ядро | ? | - |
| Выхода | ? | ? |

*Таблица 6 – Итоговый расчет портов для площадки второго кампуса*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Уровень** | **Порты GigabitEthernet** | **Порты FastEthernet** |
| Доступ | 0 | 28 |
| Агрегация | 2 | - |
| Выход | 2 | - |

# Пункт 2 Прототипирование сети

Для дальнейшей разработки физической топологии сети требуется определить спецификацию и количество промежуточных устройств для центрального кампуса и второго кампуса на основании предыдущих данных о числе конечного оборудования.

Именование сетевых устройств на всех площадках производилось по следующему шаблону:

* для коммутаторов уровня доступа:  
  «SW\_этаж\_порядковый-номер\_ACC\_уровень-устройства\_Rambutan»;
* для коммутаторов уровня агрегации:  
  «SW\_этаж\_порядковый-номер\_AGR\_ Rambutan»;
* для коммутаторов уровня ядра:  
  «SW\_этаж\_порядковый-номер\_COR\_ Rambutan»;
* для маршрутизаторов: «R\_порядковый номер\_Rambutan».

Для центрального кампуса и второго кампуса далее представлена планировка здания с указанием на ней расположения сетевых устройств в коммутационных шкафах (Рисунки 1-7), информация о спецификации промежуточных устройств (Таблица 7), краткая спецификация содержимого коммутационных шкафов (Таблица 8), а также итоговый план подключения оборудования по портам (Таблица 8).

*Таблица 7 – Спецификация промежуточных устройств прототипа*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модель устройства** | **Имя устройства** | **Общее количество портов (с модулями расширения)** | **Используемые порты (названия, количество)** | **Свободные порты (названия, количество)** |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F1-001-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 20 портов GigabitEthernet 0/1-0/20 | 4 порта GigabitEthernet 0/21-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F1-002-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 20 портов GigabitEthernet 0/1-0/20 | 4 порта GigabitEthernet 0/21-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F1-003-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 11 портов GigabitEthernet 0/1-0/11 | 13 портов GigabitEthernet  0/12-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F1-004-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 19 портов GigabitEthernet 0/1-0/19 | 5 портов GigabitEthernet  0/20-0/24 |
| Коммутатор 2960 | SW-F1-005-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 14 портов FastEthernet 0/1-0/14 | 10 портов FastEthernet 0/15-0/24, 2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F2-006-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 9 портов FastEtherne 0/1-0/9,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 15 портов FastEthernet 0/10-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F2-007-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 9 портов FastEthernet 0/1-0/9,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 15 портов FastEthernet 0/10-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F2-008-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 17 портов FastEthernet 0/1-0/17,  2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 | 7 портов FastEthernet, 0/18-0/24 |
| Коммутатор 2960 | SW-F2-009-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F2-010-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 14 портов GigabitEthernet 0/1-0/14 | 10 портов GigabitEthernet 0/15-0/24 |

*Продолжение Таблицы 7*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модель устройства** | **Имя устройства** | **Общее количество портов (с модулями расширения)** | **Используемые порты (названия, количество)** | **Свободные порты (названия, количество)** |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F2-011-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 3 порта GigabitEthernet 0/1-0/3 | 21 порт GigabitEthernet 0/4-0/24 |
| Коммутатор 2960 | SW-F2-012-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F2-013-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 14 портов FastEthernet 0/1-0/14,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 10 портов FastEthernet 0/15-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F2-014-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F2-015-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 20 портов FastEthernet 0/1-0/20 | 4 порт FastEthernet 0/21-0/24,  2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F3-016-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 9 портов FastEtherne 0/1-0/9,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 15 портов FastEthernet 0/10-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F3-017-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 9 портов FastEthernet 0/1-0/9,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 15 портов FastEthernet 0/10-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F3-018-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 17 портов FastEthernet 0/1-0/17,  2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 | 7 портов FastEthernet, 0/18-0/24 |

*Продолжение Таблицы 7*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модель устройства** | **Имя устройства** | **Общее количество портов (с модулями расширения)** | **Используемые порты (названия, количество)** | **Свободные порты (названия, количество)** |
| Коммутатор 2960 | SW-F3-019-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F3-020-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 14 портов GigabitEthernet 0/1-0/14 | 10 портов GigabitEthernet 0/15-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F3-021-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 3 порта GigabitEthernet 0/1-0/3 | 21 порт GigabitEthernet 0/4-0/24 |
| Коммутатор 2960 | SW-F3-022-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F3-023-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 14 портов FastEthernet 0/1-0/14,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 10 портов FastEthernet 0/15-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F3-024-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F3-025-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 20 портов FastEthernet 0/1-0/20 | 4 порт FastEthernet 0/21-0/24,  2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F4-026-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 9 портов FastEtherne 0/1-0/9,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 15 портов FastEthernet 0/10-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |

*Продолжение Таблицы 7*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модель устройства** | **Имя устройства** | **Общее количество портов (с модулями расширения)** | **Используемые порты (названия, количество)** | **Свободные порты (названия, количество)** |
| Коммутатор 2960 | SW-F4-027-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 9 портов FastEthernet 0/1-0/9,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 15 портов FastEthernet 0/10-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F4-028-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 17 портов FastEthernet 0/1-0/17,  2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 | 7 портов FastEthernet, 0/18-0/24 |
| Коммутатор 2960 | SW-F4-029-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F4-030-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 14 портов GigabitEthernet 0/1-0/14 | 10 портов GigabitEthernet 0/15-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F4-031-ACC-L3\_Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 3 порта GigabitEthernet 0/1-0/3 | 21 порт GigabitEthernet 0/4-0/24 |
| Коммутатор 2960 | SW-F4-032-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F4-033-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 14 портов FastEthernet 0/1-0/14,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 10 портов FastEthernet 0/15-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F4-034-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 16 портов FastEthernet 0/1-0/16,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/17-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |

*Продолжение Таблицы 7*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модель устройства** | **Имя устройства** | **Общее количество портов (с модулями расширения)** | **Используемые порты (названия, количество)** | **Свободные порты (названия, количество)** |
| Коммутатор 2960 | SW-F4-035-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 20 портов FastEthernet 0/1-0/20 | 4 порт FastEthernet 0/21-0/24,  2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F5-036-ACC-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 19 портов GigabitEthernet 0/1-0/19 | 5 портов GigabitEthernet 0/20-0/24 |
| Коммутатор 2960 | SW-F5-037-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 5 портов FastEthernet 0/1-0/5 | 19 портов FastEthernet 0/6-0/24,  2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 |
| Коммутатор 2960 | SW-F5-038-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 17 портов FastEthernet 0/1-0/17 | 19 портов FastEthernet 0/18-0/24,  2 порта GigabitEthernet 0/1-0/2 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F5-039-ACC-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 6 портов GigabitEthernet 0/1-0/6 | 18 портов GigabitEthernet 0/7-0/24 |
| Коммутатор 2960 | SW-FS-001-ACC-L2-Rambutan | 24 порта FastEthernet, 2 порта GigabitEthernet | 11 портов FastEthernet 0/1-0/11,  1 порт GigabitEthernet 0/1 | 8 портов FastEthernet 0/12-0/24,  1 порт GigabitEthernet 0/2 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F1-001-AGR-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 6 портов GigabitEthernet 0/1-0/6 | 18 портов GigabitEthernet 0/7-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F1-002-AGR-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 7 портов GigabitEthernet 0/1-0/7 | 17 портов GigabitEthernet 0/7-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F1-003-AGR-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 6 портов GigabitEthernet 0/1-0/6 | 18 портов GigabitEthernet 0/7-0/24 |

*Продолжение Таблицы 7*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модель устройства** | **Имя устройства** | **Общее количество портов (с модулями расширения)** | **Используемые порты (названия, количество)** | **Свободные порты (названия, количество)** |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F2-001-AGR-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 13 портов GigabitEthernet 0/1-0/13 | 13 портов GigabitEthernet 0/14-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F3-001-AGR-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 13 портов GigabitEthernet 0/1-0/13 | 13 портов GigabitEthernet 0/14-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F4-001-AGR-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 13 портов GigabitEthernet 0/1-0/13 | 13 портов GigabitEthernet 0/14-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F5-001-AGR-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 8 портов GigabitEthernet 0/1-0/8 | 16 портов GigabitEthernet 0/9-0/24 |
| Коммутатор L3 3650 24 PS | SW-F5-001-COR-L3-Rambutan | 24 порта GigabitEthernet | 7 портов GigabitEthernet 0/1-0/7 | 17 портов GigabitEthernet 0/7-0/24 |
| РОУТЕР |  |  |  |  |

*Таблица 8 – Краткая спецификация содержимого коммутационных шкафов*

|  |  |
| --- | --- |
| **Коммутационный шкаф** | **Устройства** |
| 1-1 | SW-F1-001-ACC-L3\_Rambutan |
| 1-2 | SW-F1-002-ACC-L3\_Rambutan |
| 1-3 | SW-F1-003-ACC-L3\_Rambutan |
| 1-4 | SW-F1-004-ACC-L3\_Rambutan |
| 1-5 | SW-F1-005-ACC-L2-Rambutan |
| 1-C | SW-F1-001-AGR-L3-Rambutan  SW-F1-002-AGR-L3-Rambutan  SW-F1-003-AGR-L3-Rambutan |
| 2-1 | SW-F2-006-ACC-L2-Rambutan  SW-F2-007-ACC-L2-Rambutan |
| 2-2 | SW-F2-008-ACC-L2-Rambutan |
| 2-3 | SW-F2-009-ACC-L2-Rambutan |
| 2-4 | SW-F2-010-ACC-L3\_Rambutan |
| 2-5 | SW-F2-011-ACC-L3\_Rambutan |
| 2-6 | SW-F2-012-ACC-L2-Rambutan  SW-F2-013-ACC-L2-Rambutan |
| 2-7 | SW-F2-014-ACC-L2-Rambutan |
| 2-C | SW-F2-015-ACC-L2-Rambutan  SW-F2-001-AGR-L3-Rambutan |
| 3-1 | SW-F3-016-ACC-L2-Rambutan  SW-F3-017-ACC-L2-Rambutan |
| 3-2 | SW-F3-018-ACC-L2-Rambutan |
| 3-3 | SW-F3-019-ACC-L2-Rambutan |
| 3-4 | SW-F3-021-ACC-L3\_Rambutan |
| 3-5 | SW-F3-022-ACC-L3\_Rambutan |
| 3-6 | SW-F3-023-ACC-L2-Rambutan  SW-F3-024-ACC-L2-Rambutan |
| 3-7 | SW-F3-025-ACC-L2-Rambutan |
| 3-C | SW-F3-020-ACC-L2-Rambutan  SW-F3-001-AGR-L3-Rambutan |
| 4-1 | SW-F4-026-ACC-L2-Rambutan  SW-F4-027-ACC-L2-Rambutan |
| 4-2 | SW-F4-028-ACC-L2-Rambutan |
| 4-3 | SW-F4-029-ACC-L2-Rambutan |
| 4-4 | SW-F4-031-ACC-L3\_Rambutan |
| 4-5 | SW-F4-032-ACC-L3\_Rambutan |
| 4-6 | SW-F4-033-ACC-L2-Rambutan  SW-F4-034-ACC-L2-Rambutan |
| 4-7 | SW-F4-035-ACC-L2-Rambutan |
| 4-C | SW-F4-030-ACC-L2-Rambutan  SW-F4-001-AGR-L3-Rambutan |
| 5-1 | SW-F5-038-ACC-L2-Rambutan |
| 5-2 | SW-F5-036-ACC-L3-Rambutan |
| 5-C | SW-F5-037-ACC-L2-Rambutan  SW-F5-038-ACC-L2-Rambutan  SW-F5-001-AGR-L3-Rambutan  SW-F5-001-COR-L3-Rambutan |

Рисунок 1 — Планировка 1 этажа центрального кампуса

Рисунок 2 — Планировка 2 этажа центрального кампуса

Рисунок 3 — Планировка 3 этажа центрального кампуса

Рисунок 4 — Планировка 4 этажа центрального кампуса

Рисунок 5 — Планировка 5 этажа центрального кампуса

Рисунок 6 — Планировка второго кампуса

Рисунок 7 — Легенда

Таблица 2 – План подключения оборудования по портам

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Коммутационный шкаф** | **Название устройства** | **Порт** | **Описание подключения** |
| Шкаф 1 | SW\_1\_L3\_DZETA | GigabitEthernet 0/1-0/9 | SW\_9\_AGG\_DZETA |
| *GigabitEthernet 0/10-0/11* | *SW\_9\_AGG\_DZETA* |
| GigabitEthernet 0/12-0/13 | PC\_1, 4\_DZETA |
| GigabitEthernet 0/14-0/19 | IPC\_1-3, 25, 29-30\_DZETA |
| *GigabitEthernet 0/20* | *PC\_11\_DZETA* |
| *GigabitEthernet 0/21-0/24* | *IPC\_4-7\_DZETA* |
| SW\_1\_L2\_DZETA | GigabitEthernet 0/1 | SW\_9\_AGG\_DZETA |
| *GigabitEthernet 0/2* | *SW\_9\_AGG\_DZETA* |
| FastEthernet 0/1-0/4 | PC\_2-3, 101-102\_DZETA |
| FastEthernet 0/5-0/8 | MFU\_1-3, 44\_DZETA |
| FastEthernet 0/9-0/12 | IPT\_1-3, 19\_DZETA |
| *FastEthernet 0/13-0/18* | *PC\_5-10\_DZETA* |
| *FastEthernet 0/19-0/20* | *IPT\_4-5\_DZETA* |
| Шкаф 2 | SW\_2\_L3\_DZETA | GigabitEthernet 0/1-0/9 | SW\_10\_AGG\_DZETA |
| *GigabitEthernet 0/10-0/11* | *SW\_10\_AGG\_DZETA* |
| GigabitEthernet 0/12 | PC\_11\_DZETA |
| GigabitEthernet 0/13-0/16 | IPC\_4-7\_DZETA |
| *GigabitEthernet 0/17-0/18* | *PC\_1, 4\_DZETA* |
| *GigabitEthernet 0/19-0/24* | *IPC\_1-3, 25, 29-30\_DZETA* |
| SW\_2\_L2\_DZETA | GigabitEthernet 0/1 | SW\_10\_AGG\_DZETA |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Коммутационный шкаф** | **Название устройства** | **Порт** | **Описание подключения** |
|  |  | *GigabitEthernet 0/2* | *SW\_10\_AGG\_DZETA* |
| FastEthernet 0/1-0/6 | PC\_5-10\_DZETA |
| FastEthernet 0/7-0/13 | MFU\_4-10\_DZETA |
| FastEthernet 0/14-0/15 | IPT\_4-5\_DZETA |
| *FastEthernet 0/16-0/17* | *PC\_101-102\_DZETA* |
| *FastEthernet 0/18-0/21* | *IPT\_1-3, 19\_DZETA* |
| Шкаф 3 | SW\_3\_L3\_DZETA | GigabitEthernet 0/1-0/8 | SW\_11\_AGG\_DZETA |
| *GigabitEthernet 0/9-0/10* | *SW\_11\_AGG\_DZETA* |
| GigabitEthernet 0/11-0/15 | PC\_96-100\_DZETA |
| GigabitEthernet 0/16-0/22 | IPС\_19-24, 28\_DZETA |
| SW\_3\_L2\_DZETA | GigabitEthernet 0/1 | SW\_11\_AGG\_DZETA |
| *GigabitEthernet 0/2* | *SW\_11\_AGG\_DZETA* |
| FastEthernet 0/1-0/5 | MFU\_39-43\_DZETA |
| FastEthernet 0/6-0/10 | IPT\_14-18\_DZETA |
| *FastEthernet 0/11-0/20* | *PC\_71-80\_DZETA* |
| Шкаф 4 | SW\_4\_L3\_DZETA | GigabitEthernet 0/1-0/8 | SW\_12\_AGG\_DZETA |
| *GigabitEthernet 0/9-0/10* | *SW\_12\_AGG\_DZETA* |
| GigabitEthernet 0/11-0/17 | PC\_61-66, 95\_DZETA |
| GigabitEthernet 0/18-0/22 | IPC\_14-18\_DZETA |
| SW\_4\_L2\_DZETA | GigabitEthernet 0/1 | SW\_12\_AGG\_DZETA |

Для резервирования требуется выделить элементы инфраструктуры, которые участвуют в важных для предприятия бизнес-процессах, и выбрать модель и способ резервирования каждого такого элемента инфраструктуры.

Основными элементами инфраструктуры, которые участвуют в важных для работы высшего учебного заведения процессах, являются элементы уровней агрегации и ядра, т.к. именно они обеспечивают работоспособность всей сети, а также элементы отвечающие за работоспособность управляющего звена (ректорат) и безопасность (охрана). Такие элементы будут зарезервированы по модели 2N+1 для точной и бесперебойной работы. Итоговый план резервирования конечных устройств центрального офиса, произведенный в соответствии с вышеописанным алгоритмом, представлен в Таблице 9.

*Таблица 9 — План резервирования конечных устройств в центральном офисе*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Основной коммутатор** | **Устройства, подлежащие резервированию** | **Коммутатор резервирования** |
| SW\_1\_L3\_DZETA | PC\_1, 4\_DZETA | SW\_2\_L3\_DZETA |
| IPC\_1-3, 25, 29-30\_DZETA |
| SW\_2\_L3\_DZETA | PC\_11\_DZETA | SW\_1\_L3\_DZETA |
| IPC\_4-7\_DZETA |
| SW\_3\_L3\_DZETA | PC\_96-100\_DZETA | SW\_6\_L3\_DZETA |
| IPС\_19-24, 28\_DZETA |
| SW\_4\_L3\_DZETA | PC\_61-66, 95\_DZETA | SW\_7\_L3\_DZETA |
| IPC\_14-18\_DZETA |
| SW\_5\_L3\_DZETA | PC\_12\_DZETA | SW\_8\_L3\_DZETA |
| IPC\_8-13, 26-27\_DZETA |
| SW\_1\_L2\_DZETA | PC\_101-102\_DZETA | SW\_2\_L2\_DZETA |
| IPT\_1-3, 19\_DZETA |
| SW\_2\_L2\_DZETA | PC\_5-10\_DZETA | SW\_1\_L2\_DZETA |
| IPT\_4-5\_DZETA |
| SW\_3\_L2\_DZETA | IPT\_14-18\_DZETA | SW\_5\_L2\_DZETA |
| SW\_5\_L2\_DZETA | PC\_71-80\_DZETA | SW\_3\_L2\_DZETA |
| SW\_4\_L2\_DZETA | IPT\_10-11\_DZETA | SW\_12\_L2\_DZETA |
| PC\_41-50\_DZETA |
| SW\_6\_L2\_DZETA | PC\_81-90\_DZETA | SW\_7\_L2\_DZETA |
| SW\_7\_L2\_DZETA | PC\_91-94\_DZETA | SW\_6\_L2\_DZETA |
| IPT\_12-13\_DZETA |
| SW\_8\_L2\_DZETA | PC\_13-21\_DZETA | SW\_11\_L2\_DZETA |
| IPT\_6-9\_DZETA |
| SW\_9\_L2\_DZETA | PC\_40\_DZETA |
| SW\_10\_L2\_DZETA | PC\_51-60\_DZETA |

Соединения, добавленные коммутаторам доступа в целях резервирования, в Таблице 8 выделены курсивом.

Расчет портов для подключения коммутаторов уровня доступа к коммутаторам уровня агрегации представлен в Таблице 10. Вычисление происходило на основании Таблицы 8 при коэффиенте перехода с уровня

доступа на уровень агрегации, для всех МФУ, IP-телефонов и ПК отделов равном 0.4, для ПК руководства — 0.5, для IP-камер — 0.7.

*Таблица 10 — Расчет портов коммутаторов уровня доступа для подключения к устройствам уровня агрегации для центрального офиса*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название устройства** | **Объем трафика на уровне доступа** | **Объем трафика при переходе на уровень агрегации** | **Количество портов GigabitEthernet для подключения к коммутатору уровня агрегации** |
| SW\_1\_L3\_DZETA | 13000 | 8500 | 9 |
| SW\_1\_L2\_DZETA | 2000 | 800 | 1 |
| SW\_2\_L3\_DZETA | 13000 | 8500 | 9 |
| SW\_2\_L2\_DZETA | 2100 | 840 | 1 |
| SW\_3\_L3\_DZETA | 12000 | 7400 | 8 |
| SW\_3\_L2\_DZETA | 2000 | 800 | 1 |
| SW\_4\_L3\_DZETA | 12000 | 7000 | 8 |
| SW\_4\_L2\_DZETA | 2000 | 800 | 1 |
| SW\_5\_L2\_DZETA | 1500 | 600 | 1 |
| SW\_6\_L2\_DZETA | 1600 | 640 | 1 |
| SW\_7\_L2\_DZETA | 2000 | 800 | 1 |
| SW\_5\_L3\_DZETA | 9000 | 6200 | 7 |
| SW\_8\_L2\_DZETA | 2400 | 960 | 1 |
| SW\_9\_L2\_DZETA | 2400 | 960 | 1 |
| SW\_10\_L2\_DZETA | 1500 | 600 | 1 |
| SW\_6\_L3\_DZETA | 12000 | 7400 | 8 |
| SW\_7\_L3\_DZETA | 12000 | 7400 | 8 |
| SW\_8\_L3\_DZETA | 9000 | 6200 | 7 |
| SW\_11\_L2\_DZETA | 2400 | 960 | 1 |
| SW\_12\_L2\_DZETA | 1200 | 480 | 1 |
| Итого: |  |  | 76 |

Таким образом, на уровне агрегации для покрытия нагрузки на сеть

потребуется установить как минимум четыре коммутатора по 24 GigabitEthernet порта каждый (⌈76 / 24 ≈ 3,16⌉ = 4). Однако итоговое количество данных устройств в системе будет принято равным 8 в целях гарантированного

обеспечения свободных портов для нужд резервирования и для последующего подключения к аппаратуре выходного уровня.

Резервирование устройств на уровне агрегации будет производиться по модели N + X. Между каждым коммутатором доступа и соответствующим ему устройством агрегации будут проложены дополнительные связи: для коммутаторов доступа уровня L3 их количество будет равно 2, для коммутаторов доступа уровня L2 — 1. Коммутаторы агрегации, в свою очередь, будут соединены между собой по топологии «кольцо». Каждое соединение, образующее данную топологию, будет продублировано для обеспечения максимальной надежности связности.

Соединения, добавленные для обеспечения нужд резервирования на уровне агрегации, в Таблице 8 также выделены курсивом.

В Таблице 11 представлен расчет количества портов 10GigabitEthernet для подключения коммутаторов агрегации к устройствам выходного уровня. Вычисление сетевой нагрузки, оказываемой подключенными к коммутаторам агрегации устройствами, производилось на основе Таблиц 8 и 9.

*Таблица 11 — Расчет портов коммутаторов уровня агрегации для подключения к устройствам выходного уровня для центрального офиса*

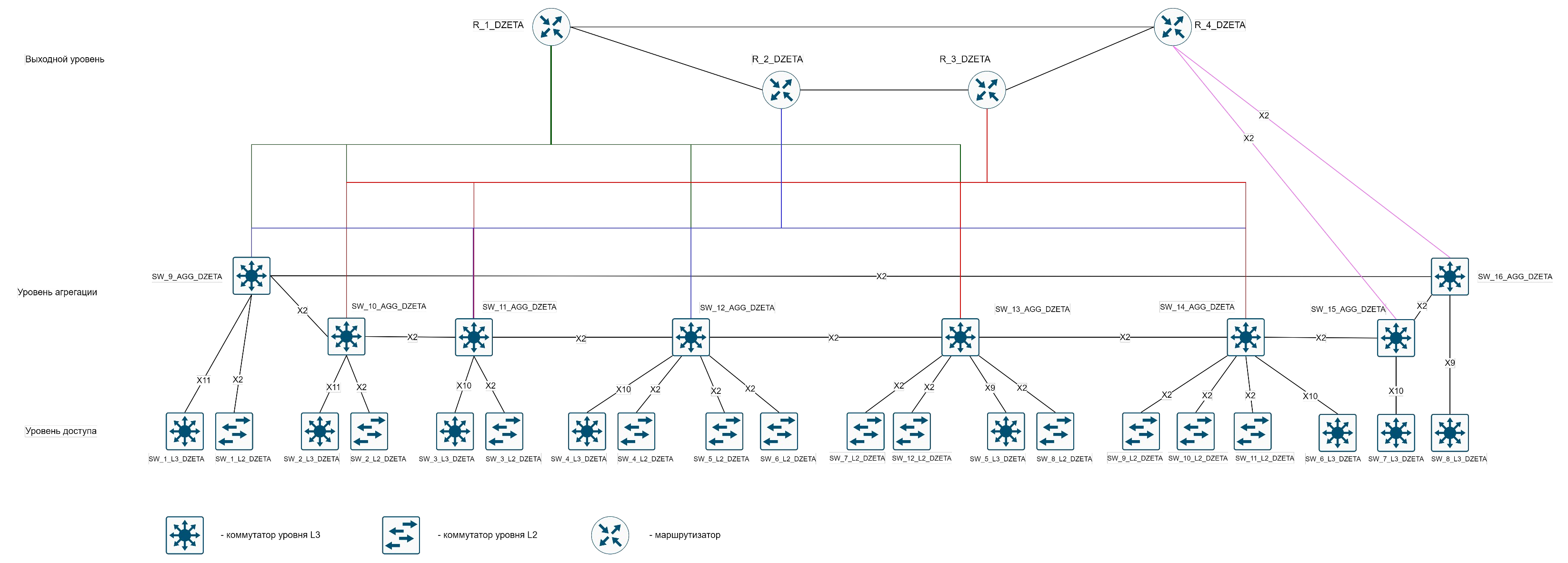
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название устройства** | **Объем трафика на уровне агрегации** | **Количество портов 10GigabitEthernet для подключения к маршрутизатору** |
| SW\_9\_AGG\_DZETA | 9300 | 1 |
| SW\_10\_AGG\_DZETA | 9340 | 1 |
| SW\_11\_AGG\_DZETA | 8200 | 1 |
| SW\_12\_AGG\_DZETA | 9040 | 1 |
| SW\_13\_AGG\_DZETA | 8840 | 1 |
| SW\_14\_AGG\_DZETA | 9920 | 1 |
| SW\_15\_AGG\_DZETA | 7400 | 1 |
| SW\_16\_AGG\_DZETA | 6200 | 1 |
| Итого: |  | 8 |

Для построения выходного уровня сети предприятия будут использованы

маршрутизаторы модели 4331, имеющие два слота расширения. Для каждого устройства в один из этих слотов будет установлен модуль NIM-ES2-4, позволяющий добавить аппаратуре четыре порта GigabitEthernet. Таким образом, итоговое число портов GigabitEthernet маршрутизатора будет увеличено с 3 до 7.

Количество маршрутизаторов, используемых в системе, будет равно 4. Все коммутаторы уровня агрегации, кроме SW\_15-16\_AGG\_DZETA, будут зарезервированы в соответствии с моделью 3N/2. Для коммутаторов SW\_15-16\_AGG\_DZETA избыточность связей будет организована по схеме N + 1. Все маршрутизаторы будут соединены между собой по схеме «кольцо» без дублирования связей: резервирование на уровне агрегации и оптимальное распределение нагрузки, обеспечиваемое моделью 3N/2, позволит продолжить работу системы даже в случае множественных отказов межроутерных соединений.

Итоговый вид физической топологии сети центрального офиса представлен на Рисунке 5.



**Рисунок 5 — Физическая топология сети центрального офиса**

29

Далее необходимо провести аналогичные расчеты для площадки типового филиала. На Рисунке 6 представлена планировка здания типового филиала с указанием сетевого оборудования, в Таблице 12 отражена спецификация функционирующих на рассматриваемой площади промежуточных устройств, в Таблице 13 определен план подключения оборудования по портам. В нумерацию коммутационного оборудования для типового филиала включен индекс F, для того чтобы визуально разграничить данные устройства от аналогичной аппаратуры в центральном офисе.

30

47