



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ СФЕРЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ШАХТЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
(ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты)**

Факультет «Техника и технологии»

Кафедра «Информационные технологии и радиотехника»

Зав. кафедрой «ИС и РТ»

(подпись) Н.Н. Прокопенко

«____» _____ 2020 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе на тему:

**КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ СЕТЬ ООО
«ТЕХНОКУЗНИЦА» Г. ШАХТЫ**

Автор курсового проекта

(подпись, дата) Д.В. Кузнецов

Направление/специальность, профиль/специализация:

09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль «Информационные системы и технологии»

Обозначение курсового проекта (работы)

ИКСиС.100000.000 КР Группа ИСТ-Тб21

Руководитель КР
доцент А.Н. Береза

(подпись, дата)

Работа защищена

(оценка, дата)

(подпись)

Шахты
2020



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ СФЕРЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ШАХТЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
(ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты)**

Факультет «Техника и технологии»

Кафедра «Информационные технологии и радиотехника»

Зав. кафедрой «ИС и РТ»

_____ Н.Н. Прокопенко
(подпись)

«___» _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу по дисциплине «Инфокоммуникационные системы и сети»

Студент Кузнецов Дмитрий Владимирович
Группа ИСТ-Тб21

Обозначение курсовой работы: ИКСиС.100000.000 КР

Тема: КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ СЕТЬ ООО
«ТЕХНОКУЗНИЦА» Г. ШАХТЫ

Срок представления проекта (работы) к защите "___" _____ 2020 г.

Исходные данные для курсового проекта (работы)

- учебная литература;
- учебно-методическая литература;
- электронные ресурсы;
- статьи в научных журналах.

Содержание пояснительной записки

ВВЕДЕНИЕ:

Обозначить цели и задачи курсовой работы.

Наименование и содержание разделов:

1. Анализ технического задания;
2. Проектирование информационной сети;
3. Расчет затрат на проектирование сети.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Сформулировать выводы о спроектированной инфокоммуникационной сети

Руководитель работы

подпись, дата

А.Н. Береза

Задание принял к исполнению

подпись, дата

Д.В Кузнецов

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Анализ технического задания	5
1.1 Анализ структуры предприятия	5
1.2 Анализ зданий и помещений	8
1.3 Анализ парка вычислительной техники	11
1.4 Анализ используемого прикладного программного обеспечения.....	13
1.5 Анализ требований к проектируемой корпоративной информационной системе	15
2. Проектирование информационной сети	16
2.1 Разработка структурированной кабельной системы.....	16
2.2 Выбор активных сетевых компонентов.....	20
2.3 Распределение IP-адресов и сегментация сети	22
2.4 Настройка сетевых компонентов	23
2.5 Обеспечение безопасности сети.....	36
3. Расчет затрат на проектирование сети	37
3.1 Расчет количества кабеля и кабель-канала	37
3.2 Расчет стоимости работ.....	38
3.3 Общая смета разработки структурированной кабельной системы	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
ЛИТЕРАТУРА	42

					<i>ИКСиС.100000.000 КР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кузнецов Д.В.			Корпоративная инфокоммуникационная сеть ООО «ТехноКузница», г. Шахты	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Береза А.Н.					3	45
Реценз						ИСОиП (филиал) ДГТУ в г.Шахты ИСТ-Тб21		
Н. Контр.								
Утверд.								

ВВЕДЕНИЕ

Современные информационные технологии позволили вывести коммуникацию на качественно новый уровень. Без правильно спланированной корпоративной сети сегодня нельзя представить нормальную работу почти любого предприятия.

В рамках данной курсовой работы будет разработана корпоративная инфокоммуникационная сеть для обеспечения быстрого доступа к необходимой информации, и сопутствующей обработки и хранения, и предоставляющая надежный и безопасный доступ в Интернет.

В ходе выполнения курсовой работы будут решены следующие задачи:

- Разработана структурированная кабельная система, обслуживающая 150 компьютеров и 16 серверов.
- Выбраны и настроены сетевые компоненты.
- Выполнена организация безопасности сети.
- Проведен расчет затрат на построение сети.

					<i>ИКСиС.100000.000 КР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1. Анализ технического задания

Компания «ТехноКузница» специализируется на разработке программного обеспечения общего и специального назначения, а также на услугах аутсорсинга. В сферу интересов компании входят как настольные и web-приложения, так и построение сложных систем компьютерного зрения на базе алгоритмов сравнения и искусственных нейронных сетей.

1.1 Анализ структуры предприятия

Организационная структура — документ, схематически отражающий состав и иерархию подразделений предприятия. Организационная структура устанавливается исходя из целей деятельности и необходимых для достижения этих целей подразделений, выполняющих функции, составляющие бизнес-процессы организации.

Организационная структура определяет распределение ответственности и полномочий внутри организации. [1]

Компания ООО «ТехноКузница» имеет следующую организационную структуру предприятия, которая представлена на оргдиаграмме (Рисунок 1).

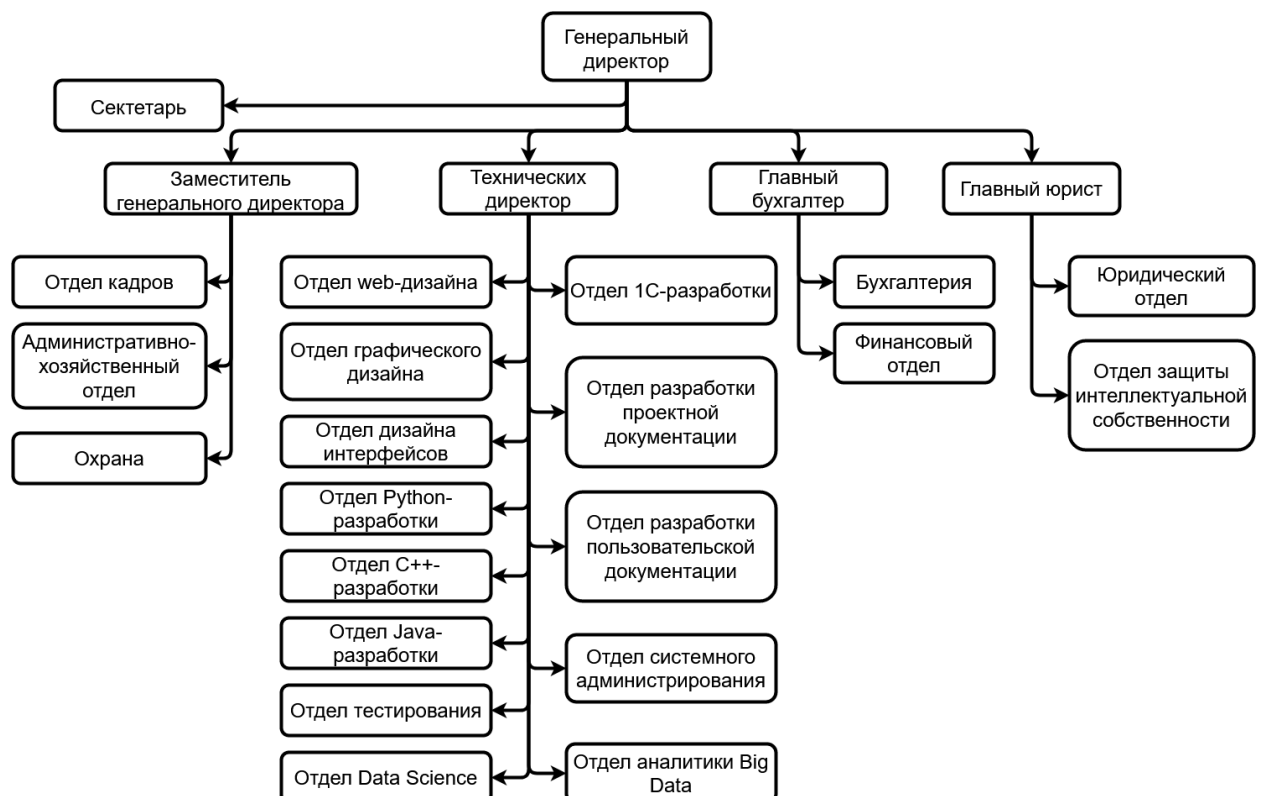


Рисунок 1. Организационная структура предприятия

Главой компании является генеральный директор. Он несет ответственность за сохранность и эффективное использование имущества предприятия, за последствия принимаемых решений, финансово-хозяйственные результаты деятельности компании. Функции генерального директора заключаются в общем руководстве производственно-хозяйственной деятельностью компании. [2]

Заместитель генерального директора занимается административно-хозяйственными вопросами, вопросами охраны офиса компании, и вопросами взаимодействия с кадрами.

Технический директор занимается вопросами контроля над отделами, связанными с разработкой программного обеспечения и обслуживания компьютерного оборудования компании, подчинен непосредственно генеральному директору.

Главный бухгалтер руководит бухгалтерией и финансовым отделом, подчинен непосредственно генеральному директору.

Главный юрист руководит юридическим отделом и отделом защиты интеллектуальной собственности.

Бухгалтерия занимается учетом текущих расходов компании, начислением заработной платы сотрудников компании и расчетами со сторонними организациями.

Финансовый отдел занимается прогнозированием долгосрочных расходов и инвестиций компании.

Юридический отдел занимается соблюдением законности оформления документов, урегулированием экономических отношений, заключением договоров, выставлением претензий, составлением правовых документов, подачей исков. [3]

Отдел защиты интеллектуальной собственности занимается вопросами правовой защиты и законности использования объектов интеллектуальной собственности.

Отдел кадров занимается подбором и установкой кадров согласно штатному расписанию компании, подчинен заместителю генерального директора.

Административно-хозяйственный отдел занимается обеспечением чистоты помещений и организации питания сотрудников компании, подчинен заместителю генерального директора.

Охрана занимается обеспечением безопасности и контролем доступа в офисное здание.

Отдел web-дизайна занимается разработкой сайтов и web-приложений, подчинен техническому директору.

Отдел графического дизайна занимается разработкой фирменного стиля, логотипов и иконок для программных продуктов компании, подчинен техническому директору.

Отдел дизайна интерфейсов занимается разработкой графических пользовательских интерфейсов для программных продуктов компании, подчинен техническому директору.

Отдел Python-разработки занимается разработкой программных продуктов на языке программирования Python, подчинен техническому директору.

Отдел C++-разработки занимается разработкой программных продуктов на языке программирования C++, подчинен техническому директору.

Отдел Java-разработки занимается разработкой программных продуктов на языке программирования Java, подчинен техническому директору.

Отдел тестирования занимается тестированием и выявлением ошибок и недочетов в программных продуктах компании, подчинен техническому директору.

Отдел Data Science занимается разработкой искусственных нейронных сетей, используемых в некоторых продуктах компании и для анализа больших данных, подчинен техническому директору.

Отдел аналитики Big Data занимается анализом больших данных, используемых при проектировании программных продуктов компании и планировании стратегии развития компании, подчинен техническому директору. Данный отдел тесно сотрудничает с отделом Data Science.

Отдел системного администрирования занимается поддержкой работоспособности и обслуживанием всего аппаратного обеспечения компании, в том числе серверов и локальной сети, подчинен техническому директору.

Отдел разработки пользовательской документации занимается разработкой инструкций по использованию продуктов компании для конечных пользователей, подчинен техническому директору.

Отдел разработки проектной документации занимается разработкой документов, корректирующих деятельность разработчиков в рамках отдельных проектов, подчинен техническому директору.

Отдел 1С-разработки занимается поддержкой продуктов 1С, используемых в компании, подчинен техническому директору.

1.2 Анализ зданий и помещений

Компания занимает одноэтажное офисное здание общей площадью застройки 2766,6 м². Общая площадь здания 2056,068 м², площадь малого северного корпуса 652,5 м², площадь основного южного корпуса 140,568 м². Высота здания 3 м, высота этажа 2,6 м. План здания и размеры помещений представлены на рисунке 2. В таблицы 1 приведены размеры и площади помещений и размещенные в них отделы.

Таблица 1. Размеры и площади помещений к рисунку 2.

№ Пом.	Помещение	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м ²
101	Пост охраны	4,6	3,9	17,94
102	Туалет	4,6	3,5	16,1
103	Туалет	4,6	3,5	16,1

104	Буфет	8,2	11,2	91,84
105	Юридический отдел Отдел защиты интеллектуальной собственности	7,8	11,2	87,36
106	Бухгалтерия Финансовый отдел	10,5	11,2	117,6
107	Кабинет секретаря	5,0	3,7	18,5
107a	Кабинет генерального директора	5,0	7,3	36,5
108	Кабинет технического директора	5,1	5,0	25,5
109	Административно- хозяйственный отдел	6,3	5,0	31,5
110	Кабинет заместителя генерального директора	5,0	5,0	25,0
111	Отдел системного администрирования	11,5	3,1	35,65
111a	Серверная	6,3	5,0	31,5
112	Отдел 1С-разработки	11,5	3,1	35,65
113	Отдел Data Science Отдел аналитики Big Data	11,5	6,0	69,0
114	Отдел дизайна интерфейсов	11,5	6,0	69,0
115	Отдел тестирования	11,5	6,0	69,0
116	Отдел разработки проектной документации Отдел разработки пользовательской документации	11,5	6,0	69,0
117	Отдел web-дизайна	11,5	6,0	69,0
118	Туалет	5,3	3,5	18,55
119	Туалет	5,3	3,5	18,55
120	Зона отдыха	11,5	6,0	69,0
121	Отдел графического дизайна	11,5	6,0	69,0
122	Отдел Java-разработки	11,5	9,0	103,5
123	Отдел C++-разработки	11,5	9,0	103,5
124	Отдел Python- разработки	11,5	9,0	103,5
125	Отдел кадров	11,5	3,1	35,65
T1	Холл	5,7	11,2	63,84

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ИКСuC.100000.000 КР

Лист

9

T2	Коридор	42,9	3,0	128,7
T3	Коридор	4,9	48,3	236,67
		0,7	5,4	3,78
		11,0	1,7	18,7

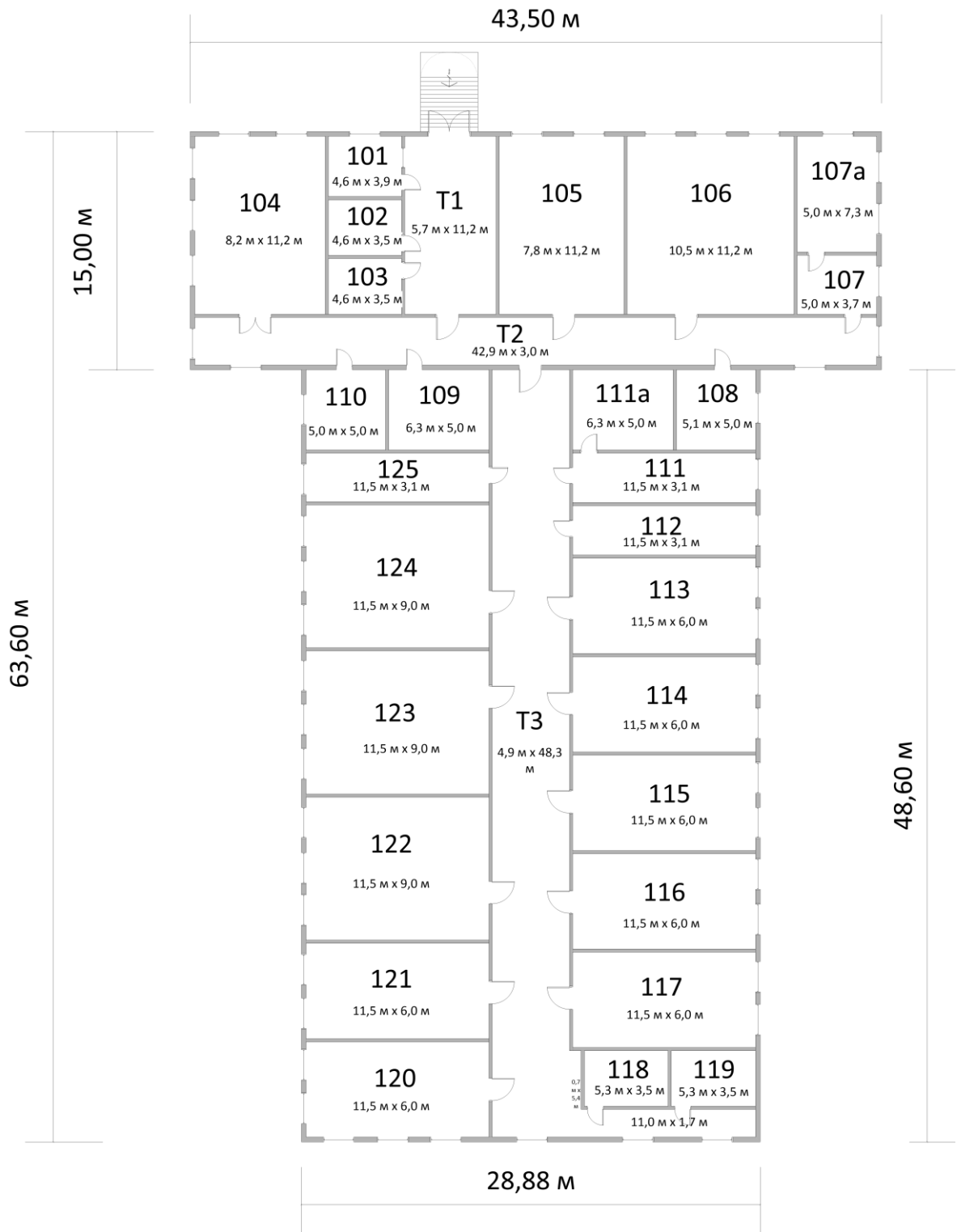


Рисунок 2. Размеры здания и помещений и площади помещений.

1.3 Анализ парка вычислительной техники

Для обеспечения комфортной работы сотрудников компания использует несколько готовых решений от фирмы DELL. Их характеристики и цены представлены в таблицах 2-3.

Для рядовых офисных сотрудников используется компьютер Dell Optiplex. Он содержит достаточно мощный процессор для повседневных офисных задач, а также достаточное количество оперативной памяти.

Таблица 2. Компьютер Dell Optiplex 5070 MT 5070-4753 [4].

Операционная система	Windows 10 Pro 64-bit
Процессор	Intel Core I5 9500
Видеокарта	Intel UHD 630
Оперативная память	8GB, DDR4
Накопитель	1000GB, HDD
Цена	57340 руб.

Программисты и дизайнеры используют ресурсоемкие приложения, поэтому им требуется более мощный процессор и больше оперативной памяти, а также быстрый отклик данных приложений, поэтому в рабочей станции Dell Precision установлен твердотельный накопитель вместо жесткого диска.

Таблица 3. Компьютер Dell Precision 3630-5574 [5].

Операционная система	Red Hat Enterprise Linux WS 8
Процессор	Intel Core I7 8700
Видеокарта	Nvidia Quadro P620
Оперативная память	16GB, DDR4
Накопитель	512GB, SSD
Цена	103116 руб.

В компании используются также сервера от фирмы Dell в количестве 16 штук. Каждому нуждающемуся отделу выделено по одному серверу для всех нужд. Конфигурация сервера представлена в таблице 4.

Таблица 4. Конфигурация сервера [6, 7]

Операционная система	Red Hat Enterprise Linux Server 8
Платформа	Dell PowerEdge R540
Процессор	2x Intel Xeon Gold 5118
Видеокарта	-
Оперативная память	256GB, DDR4
Общий объем накопителей	32TB, HDD
Цена	1139040 руб.

Распределение компьютеров по кабинетам и отделам представлено в таблице 5.

Таблица 5. Распределение IP-адресов и сегментация сети.

Кабинет/отдел	Количество компьютеров	Компьютер	Количество присоединенных серверов
Кабинет генерального директора	1	Optiplex	0
Кабинет секретаря	1	Optiplex	0
Бухгалтерия	11	Optiplex	1
Финансовый отдел	5	Optiplex	
Отдел кадров	5	Optiplex	
Отдел ИС-разработки	5	Presicion	
Юридический отдел	6	Optiplex	1
Отдел защиты интеллектуальной собственности	5	Optiplex	
Пост охраны	2	Optiplex	0
Буфет	1	Optiplex	0
Кабинет заместителя генерального директора	1	Optiplex	0
Административно-хозяйственный отдел	1	Optiplex	0
Кабинет технического директора	1	Optiplex	0

Отдел системного администрирования	5	Presicion	1
Отдел Python-разработки	15	Presicion	2
Отдел C++-разработки	15	Presicion	2
Отдел Java-разработки	15	Presicion	2
Отдел Data Science	5	Presicion	1
Отдел аналитики Big Data	5	Presicion	
Отдел дизайна интерфейсов	10	Presicion	1
Отдел тестирования	10	Presicion	1
Отдел web-дизайна	10	Presicion	2
Отдел графического дизайна	5	Presicion	1
Отдел разработки проектной документации	5	Presicion	1
Отдел разработки пользовательской документации	5	Presicion	

1.4 Анализ используемого прикладного программного обеспечения

Для правильной работы компании на рабочих станциях сотрудников должно быть установлено определенное программное обеспечение.

На всех компьютерах под управлением ОС Windows 10 установлено следующее программное обеспечение:

Microsoft 365 E3 – программный продукт, объединяющий набор веб-сервисов, который распространяется на основе подписки по схеме «программное обеспечение + услуги». Набор предоставляет доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами. [8]

Антивирус Kaspersky Endpoint Security Cloud – облачная консоль управления, которая сочетает простоту в использовании с передовыми инструментами защиты. Управление множеством рабочих станций, мобильных устройств и файловых серверов с любого устройства, подключенного к интернету. [9]

На некоторых компьютерах определенных отделов установлено специализированное ПО:

1С:Зарплата и управление персоналом 8 – программа массового назначения, позволяющая в комплексе автоматизировать задачи, связанные с расчетом заработной платы персонала и реализацией кадровой политики, с учетом требований законодательства и реальной практики работы предприятий. Она может успешно применяться в службах управления персоналом и бухгалтериях предприятий, а также в других подразделениях, заинтересованных в эффективной организации работы сотрудников, для управления человеческими ресурсами коммерческих предприятий различного масштаба. [10]

1С:Бухгалтерия 8 предназначена для автоматизации бухгалтерского и налогового учета в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, включая подготовку обязательной (регламентированной) отчетности в коммерческой организации, применяющей хозрасчетный план счетов бухгалтерского учета. [11]

На всех компьютерах под управлением ОС Red Hat Enterprise Linux установлено следующее ПО:

LibreOffice 6.4 – офисный пакет, содержащий в себе текстовый и табличный процессор, программу для подготовки и просмотра презентаций, векторный графический редактор, систему управления базами данных и редактор формул. Основным форматом файлов, используемым в приложении, является открытый международный формат OpenDocument (ODF, ISO/IEC 26300), но возможна работа и с другими популярными форматами, в том числе Office Open XML, DOC, XLS, PPT, CDR. [12]

GitKraken Pro – кроссплатформенный графический интерфейс для системы контроля версий git.

Программисты компании используют интегрированные среды разработки от JetBrains. Соответственно Java-программисты используют IntelliJ IDEA Ultimate, Python-программисты – PyCharm Professional Edition, а C++-программисты – Clion. Web-дизайнеры используют WebStorm и PhpStorm. Дизайнеры интерфейсов в своей работе используют QtDesigner и Glade.

Графические дизайнеры в своей работе используют растровые графические редакторы GIMP и Krita, и векторный графический редактор Inkscape.

Для баз данных используется СУБД MySQL. MySQL — свободная реляционная система управления базами данных. Разработку и поддержку MySQL осуществляет корпорация Oracle, получившая права на торговую марку вместе с поглощенной Sun Microsystems, которая ранее приобрела шведскую компанию MySQL AB. Продукт распространяется как под GNU General Public License, так и под собственной коммерческой лицензией. [13]

1.5 Анализ требований к проектируемой корпоративной информационной системе

Основным требованием к корпоративной инфокоммуникационной системе является обеспечение её бесперебойной работы, возможность масштабирования этой системы и обеспечение защиты информации внутри этой системы.

Для выполнения всех этих требований необходимо спроектировать архитектуру КИС таким образом, чтобы используемое сетевое оборудование не испытывало перегрузок, отвечало требованиям качества обслуживания и информационной безопасности. Также данная архитектура должна обеспечивать беспрепятственный доступ к самому сетевому оборудованию для обеспечения своевременного технического обслуживания. Стоимость построения и поддержки такой системы должна соответствовать рамкам

бюджета и не предполагать возможных больших расходов в непредвиденных обстоятельствах.

2. Проектирование информационной сети

2.1 Разработка структурированной кабельной системы

Для соединения узлов сети между собой будет использована иерархическая топология «дерево» [14, с. 58]. Для этого создается несколько уровней иерархии коммутаторов. В качестве корневого коммутатора используется коммутатор 3 уровня. На следующем уровне находятся два коммутатора также 3 уровня, к одному из которых подключены все серверы, а к другому – коммутаторы 2 уровня. К каждому коммутатору 2 уровня подключены компьютеры одного или нескольких отделов, к некоторым из этих коммутаторов подключены Wi-Fi-маршрутизаторы, работающие в режиме точки доступа.

В проектируемой КИС будут использоваться следующие стандарты и технологии:

- Стандарт IEEE 802.3ae 10 Gigabit Ethernet
- Стандарт IEEE 802.3ab Gigabit Ethernet
- Стандарты IEEE 802.11

Доступ в интернет будет обеспечен провайдером. Поэтому для связи с внешней сетью в СКС должен присутствовать маршрутизатор с функцией межсетевого экрана и с возможностью подключения оптоволоконной линии связи, через медиа-конвертер, предоставляемый провайдером. Маршрутизатор подключается к корневому коммутатору.

Сервера будут располагаться в серверной комнате в основном корпусе, их будут охлаждать 5 кондиционеров. Доступ в серверную будет осуществляться из отдела системного администрирования.

Все коммутаторы 3 уровня и маршрутизатор будут расположены в серверной. Каждый коммутатор 2 уровня будет располагаться в одном из обсуживаемых отделов.

					<i>ИКСиС.100000.000 КР</i>	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Дополнительно, в холле, буфете и зоне отдыха будут расположены точки доступа Wi-Fi.

Также в проектируемой СКС будут использованы следующие технологии и службы:

- Технология VLAN для обеспечения сегментации сети;
- Протокол DHCP для автоматической настройки сетевых параметров компьютеров;
- Протокол динамической маршрутизации OSPF;
- Протокол SSH для удаленного управления серверами;
- Протокол SFTP для защищенной передачи файлов по сети;
- Механизм NAT для доступа к сети интернет.

Логическая схема сети предприятия представлена на рисунке 3.

					<i>ИКСиС.100000.000 КР</i>	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

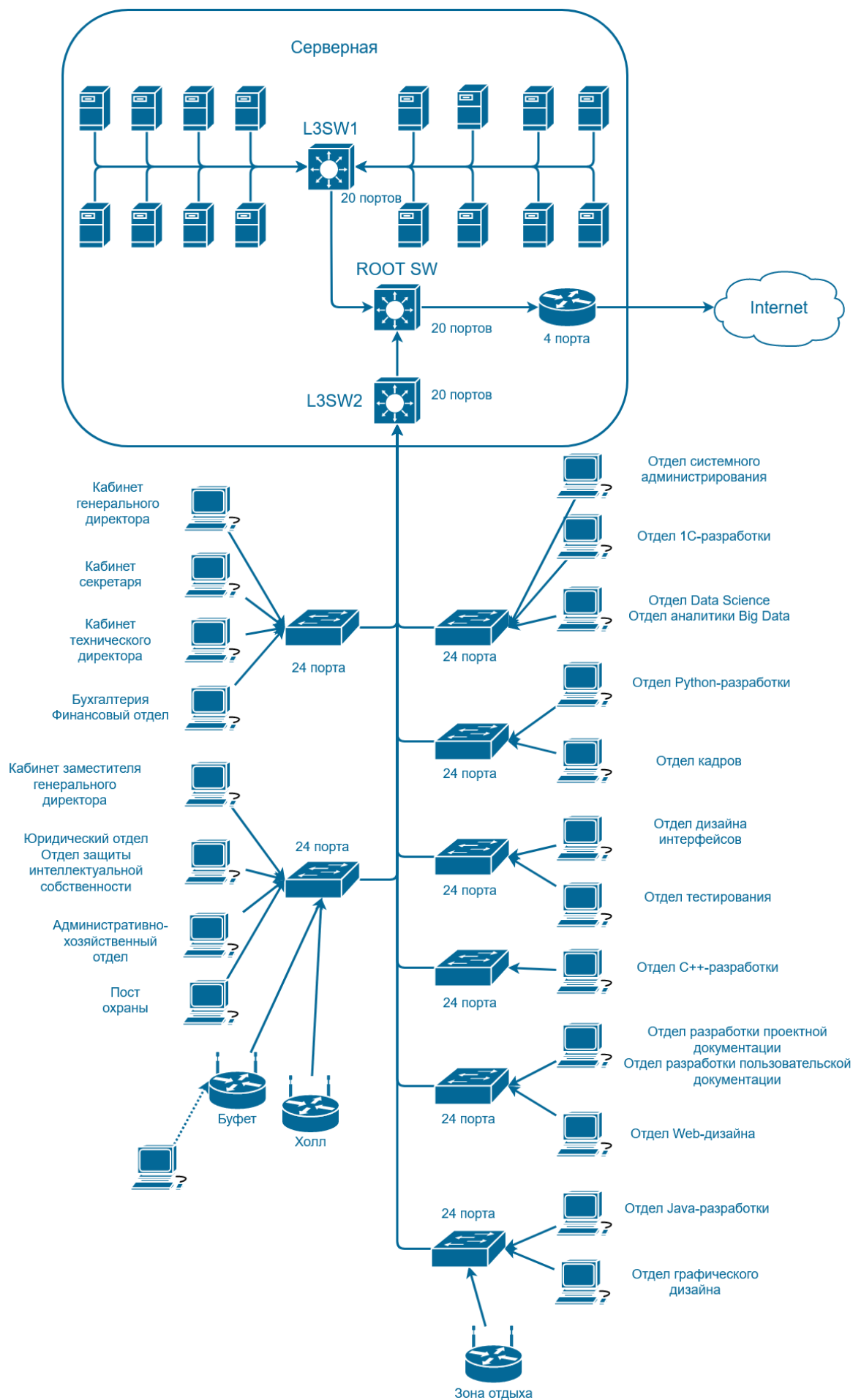


Рисунок 3. Логическая схема сети предприятия.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ИКСuC.100000.000 КР

Лист

18

На рисунке 4 представлен план структурированной кабельной системы.

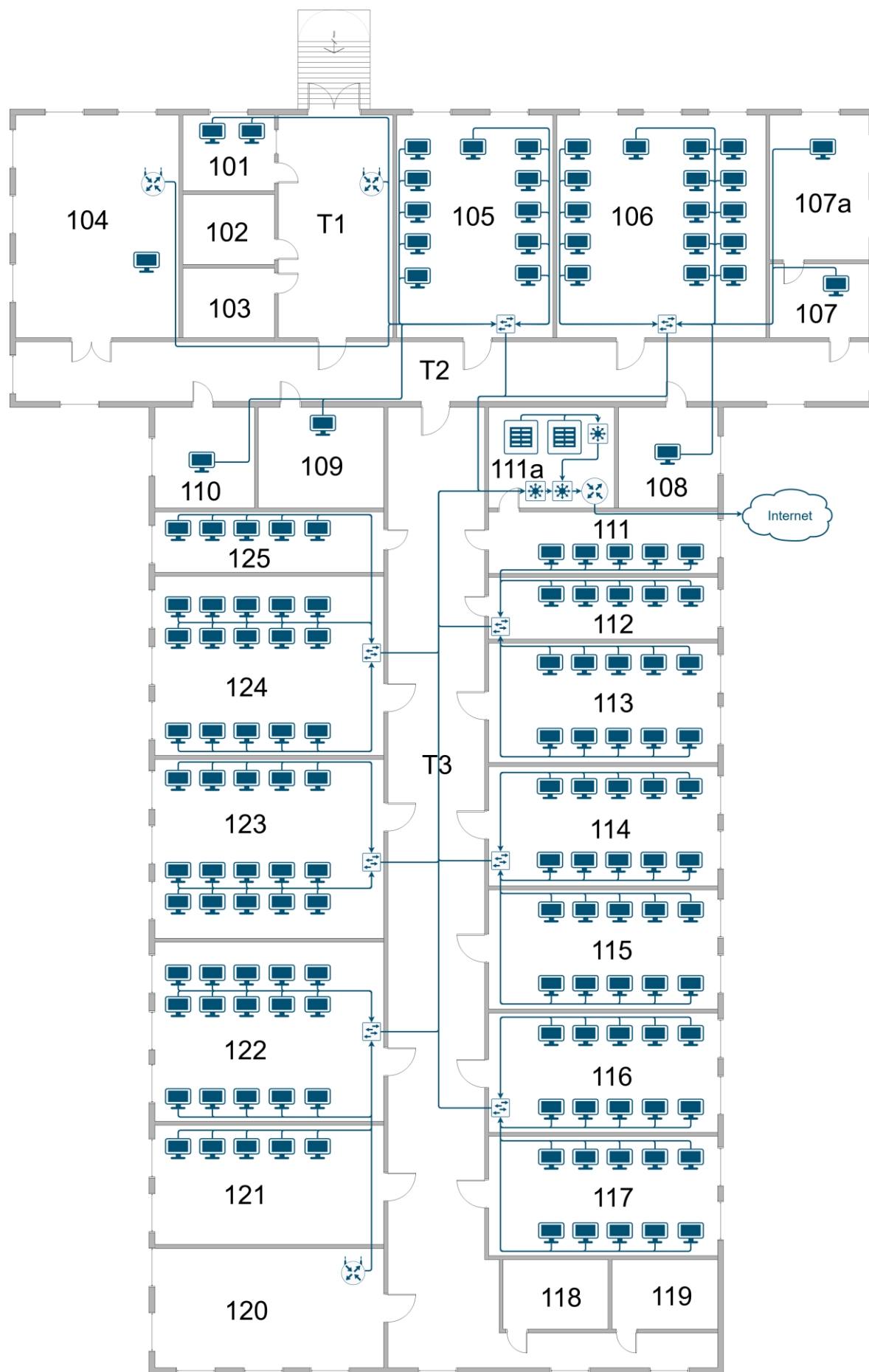


Рисунок 4. План СКС.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ИКСuС.100000.000 КР

Лист

19

2.2 Выбор активных сетевых компонентов

В проектируемой КИС будет использоваться разнообразное сетевое оборудование. Его выбор основывается на требованиях к сети. Критериями поиска необходимой модели сетевого оборудования были выбраны следующие параметры: скорость и количество портов, возможность стекирования, наличие необходимых функций.

Требования к корневому коммутатору: количество портов должно быть не менее 10, типа LAN портов 10G SFP+, 3 уровень управления.

Требования к коммутаторам-потомкам: количество портов не менее 20, тип LAN портов 10G SFP+, тип uplink портов 10G SFP+, 3 уровень управления.

Требования к коммутаторам отделов: количество портов не менее 24, тип LAN портов 1000Base-T, тип uplink портов 10G SFP+, 2 уровень управления.

Требования к маршрутизатору: наличие межсетевого экрана, не менее 2 WAN портов, скорость WAN порта не менее 100 Мбит/с, не менее 6 LAN портов, скорость LAN портов не менее 1000 Мбит/с, DHCP-сервер.

Требования к Wi-Fi маршрутизатору: возможность работать в режиме точки доступа, скорость беспроводной передачи данных не менее 1000 Мбит/с.

Так как корневой коммутатор и его коммутаторы-потомки имеют схожие требования, было принято решение об использовании одной модели для этих устройств. Сравнение коммутаторов представлено в таблице 6. Все представленные коммутаторы соответствуют требованиям, был взят наиболее дешевый вариант, а именно D-link DXS-3400 24SC.

Таблица 6. Сравнение корневых коммутаторов.

Название	D-link DXS-3400 24SC	Cisco SG550XG-24T	Eltex MES5324
Количество uplink портов	4	2	4
Тип uplink портов	10G SFP+	10G SFP+	10G SFP+
Количество LAN портов	20	24	24

Тип LAN портов	10G SFP+	10GBase-T	10G SFP+
Внутренняя пропускная способность	480 Гбит/с	480 Гбит/с	800 Гбит/с
Размер таблицы MAC адресов	48000	65000	65000
Работа в стеке	есть	есть	есть
Тип управления	уровень 3		
Цена	277510 руб.	301950 руб.	534000 руб.

Сравнение коммутаторов отделов приведено в таблице 7. Из коммутаторов, соответствующих требованиям, был выбран D-link DGS-1510-28X за более низкую цену.

Таблица 7. Сравнение коммутаторов отделов.

Название	D-link DGS-1510-28X	TP-LINK T1700G-28TQ V1	MikroTik CRS328-24P-4S+RM
Количество uplink портов	4	4	4
Тип uplink портов	10G SFP+	10G SFP+	10G SFP+
Количество LAN портов	24	24	24
Тип LAN портов	1000Base-T	1000Base-T	1000Base-T
Внутренняя пропускная способность	128 Гбит/с	128 Гбит/с	64 Гбит/с
Размер таблицы MAC адресов	16000	16000	16000
Работа в стеке	есть	есть	нет
Тип управления	уровень 2		
Цена	19830 руб.	20370 руб.	27280 руб.

Сравнение маршрутизаторов приведено в таблице 8. Все маршрутизаторы соответствуют, поэтому было решено взять наиболее дешевый вариант D-Link DSR-1000/B1A.

Таблица 8. Сравнение маршрутизаторов.

Название	D-Link DSR-1000/B1A	ZYXEL Nebula NSG100	Eltex ESR-10
Количество WAN портов	2	2	2
Скорость WAN портов	1000 Мбит/с	1000 Мбит/с	1000 Мбит/с

Количество LAN портов	4	4	4
Скорость LAN портов	1000 Мбит/с	1000 Мбит/с	1000 Мбит/с
Производительность межсетевого экрана	950 Мбит/с	450 Мбит/с	1100 Мбит/с
DHCP-сервер	есть	есть	есть
Цена	21000 руб.	25800 руб.	33200 руб.

Сравнения Wi-Fi маршрутизаторов приведено в таблице 9. Так все представленные модели соответствуют заявленным требованиям, был выбран D-link DIR-825/RU/R1 за более низкую цену.

Таблица 9. Сравнение Wi-Fi маршрутизаторов.

Название	D-link DIR-825/RU/R1	Keenetic Extra (KN-1711)	Xiaomi Mi Wi-Fi Router 3G
Стандарты беспроводной связи	802.11a/b/g/n/ac	802.11a/b/g/n/ac	802.11a/b/g/n/ac
Рабочая частота	2.4/5 ГГц	2.4/5 ГГц	2.4/5 ГГц
Максимальная скорость передачи данных	1167 Мбит/с	1167 Мбит/с	1167 Мбит/с
Режим работы точки доступа	есть	есть	есть
Цена	3520 руб.	4790 руб.	4090 руб.

2.3 Распределение IP-адресов и сегментация сети

Согласно оргдиаграмме структуры предприятия необходимо выделить несколько сегментов и подсетей отделов и серверов. В таблице 10 приведен список распределения IP-адресов и сегментов сети относительно отделов и сетевого оборудования.

Таблица 10. Сегментация сети и распределение IP-адресов.

Отдел	Адрес подсети/маска	Сегментация	
Генеральный директор	192.168.2.0/24	VLAN2	seo
Секретарь			
Заместитель генерального директора	192.168.3.0/24	VLAN3	ахо
Отдел кадров			
Административно-хозяйственный отдел			

Охрана			
Технический директор	192.168.4.0/24	VLAN4	cto
Отдел разработки проектной документации			
Отдел разработки пользовательской документации			
Главный бухгалтер	192.168.5.0/24	VLAN5	lc
Бухгалтерия			
Финансовый отдел			
Отдел 1С-разработки			
Главный юрист	192.168.6.0/24	VLAN6	law
Юридический отдел			
Отдел защиты интеллектуальной собственности			
Отдел web-дизайна	192.168.7.0/24	VLAN7	web
Отдел графического дизайна			
Отдел дизайна интерфейсов	192.168.8.0/24	VLAN8	uides
Отдел Data Science	192.168.9.0/24	VLAN9	data
Отдел аналитики Big Data			
Отдел системного администрирования	192.168.10.0/24	VLAN10	sysadm
Отдел тестирования	192.168.11.0/24	VLAN11	tests
Отдел Python-разработки	192.168.12.0/24	VLAN12	python
Отдел C++-разработки	192.168.13.0/24	VLAN13	pluses
Отдел Java-разработки	192.168.14.0/24	VLAN14	java

2.4 Настройка сетевых компонентов

Для моделирования топологии сети будет использован симулятор Cisco Packet Tracer. В симуляторе реализованы серии маршрутизаторов Cisco 800, 1800, 1900, 2600, 2800, 2900 и коммутаторов Cisco Catalyst 2950, 2960, 3560, а также межсетевой экран ASA 5505. Беспроводные устройства представлены маршрутизатором Linksys WRT300N, точками доступа и сотовыми вышками. Кроме того есть серверы DHCP, HTTP, TFTP, FTP, DNS, AAA, SYSLOG,

NTP и EMAIL, рабочие станции, различные модули к компьютерам и маршрутизаторам, IP-фоны, смартфоны, хабы, а также облако, эмулирующее WAN. Объединять сетевые устройства можно с помощью различных типов кабелей, таких как прямые и обратные патч-корды, оптические и коаксиальные кабели, последовательные кабели и телефонные пары. [27]

Логическая схема сети после переноса в Packet Tracer представлена на рисунке 5.

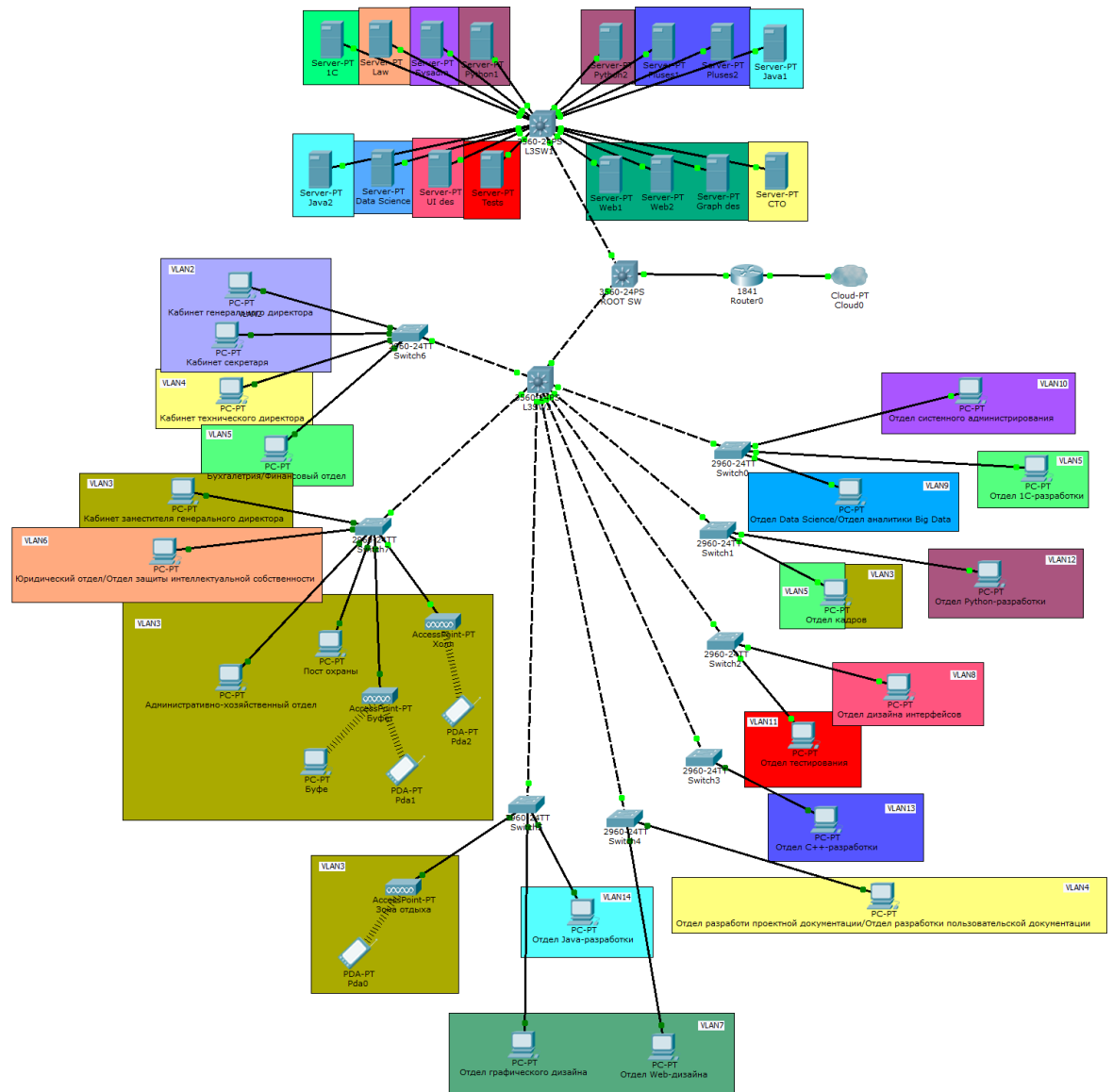


Рисунок 5. Логическая схема сети в Cisco Packet Tracer

Параметры настройки корневого коммутатора представлены на рисунках 6-7. Параметры настройки VLAN на корневом коммутаторе представлены на рисунках 8. Так как корневой коммутатор принимает

агрегированные потоки данных от своих коммутаторов-потомков, порты на нем работают в режиме транков.

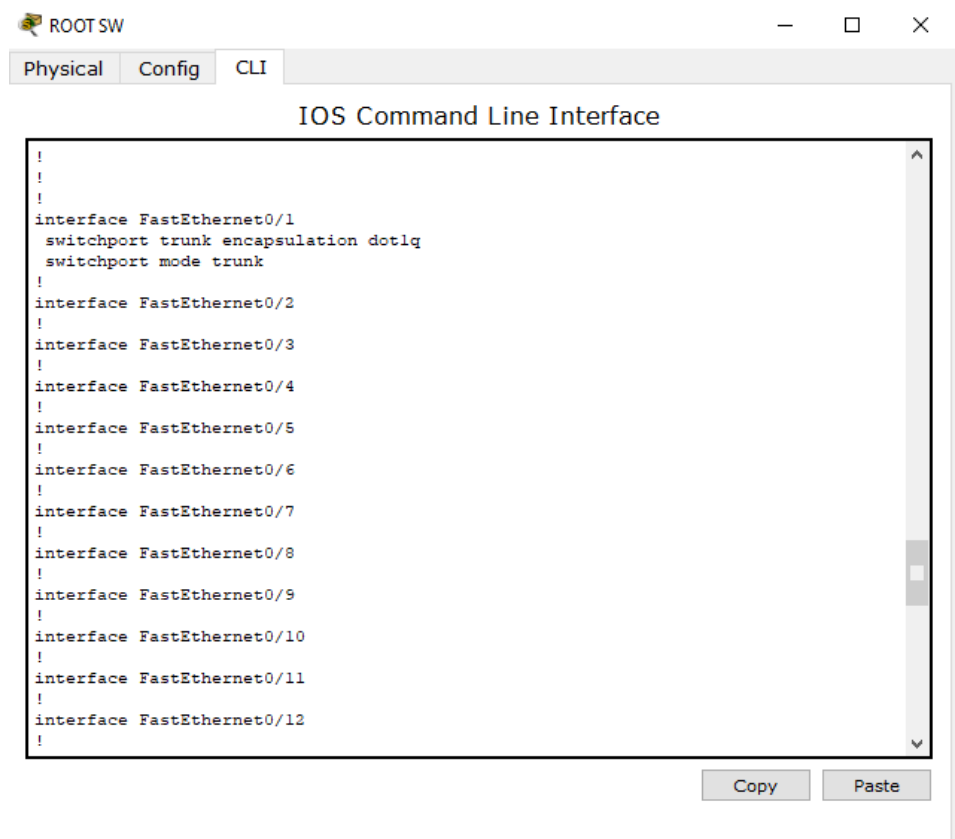


Рисунок 6. Конфигурация корневого коммутатора

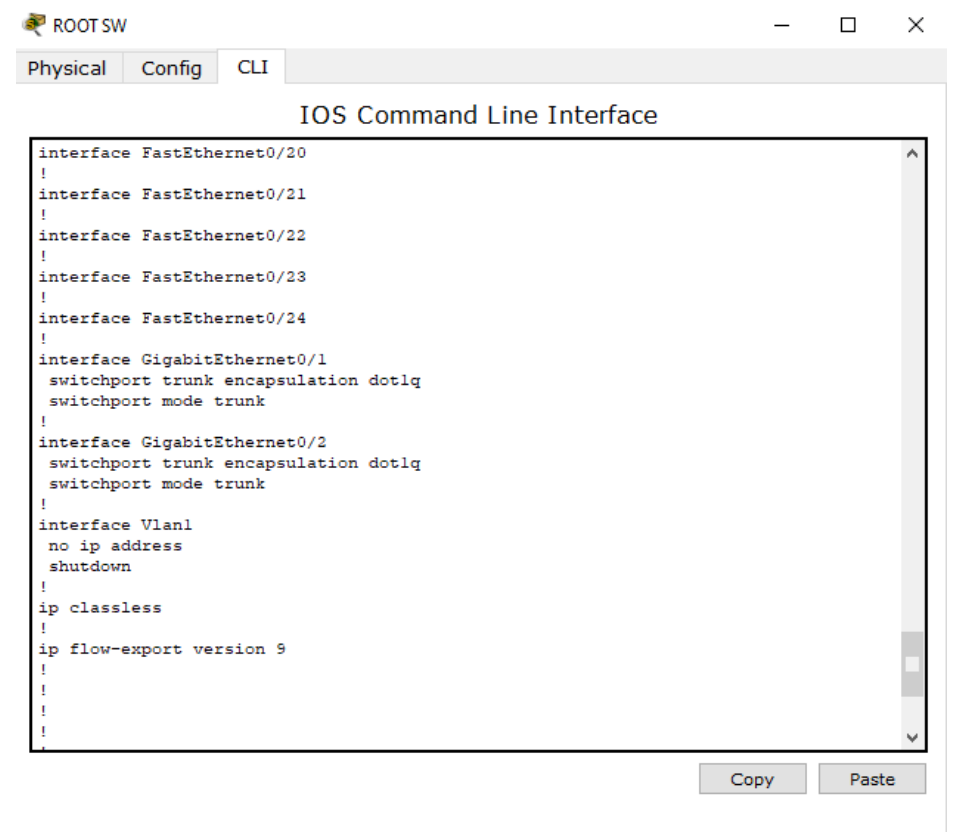


Рисунок 7. Конфигурация корневого коммутатора – продолжение

ROOT SW
—
□
×

Physical
Config
CLI

IOS Command Line Interface

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
2	ceo	active	
3	axo	active	
4	cto	active	
5	lc	active	
6	law	active	
7	web	active	
8	uides	active	
9	data	active	
10	sysadm	active	
11	tests	active	
12	python	active	
13	pluses	active	
14	java	active	
1002	fddi-default	act/unsup	
1003	token-ring-default	act/unsup	
1004	fddinet-default	act/unsup	

Copy
Paste

Рисунок 8. Конфигурация VLAN на корневом коммутаторе

К коммутаторам-потомкам подключены сразу все VLAN представленные в сети. К первому коммутатору-потомку подключены все сервера, доступные для соответствующих отделов, а ко второму – непосредственно коммутаторы отделов.

IOS Command Line Interface

```

interface FastEthernet0/1
  switchport access vlan 5
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
  switchport access vlan 6
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
  switchport access vlan 10
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
  switchport access vlan 12
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
  switchport access vlan 12
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
  switchport access vlan 13
!
interface FastEthernet0/7
  switchport access vlan 13
!
interface FastEthernet0/8
  switchport access vlan 14
!
interface FastEthernet0/9
  switchport access vlan 14
!
interface FastEthernet0/10
  switchport access vlan 9
!
interface FastEthernet0/11
  switchport access vlan 8
!
interface FastEthernet0/12
  switchport access vlan 11

```

Copy

Paste

Рисунок 9. Конфигурация первого коммутатора-потомка

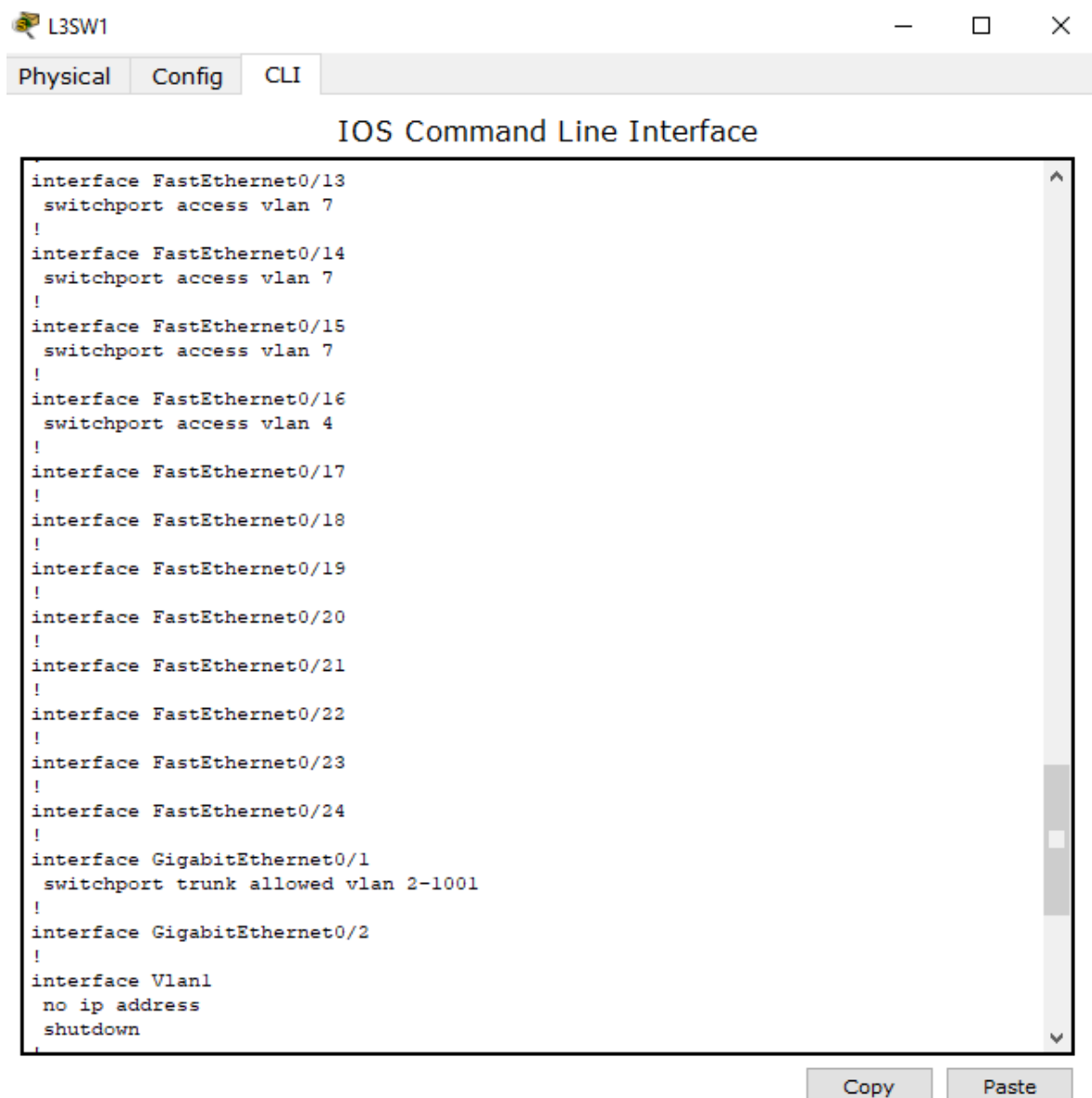


Рисунок 10. Конфигурация первого коммутатора потомка – продолжение

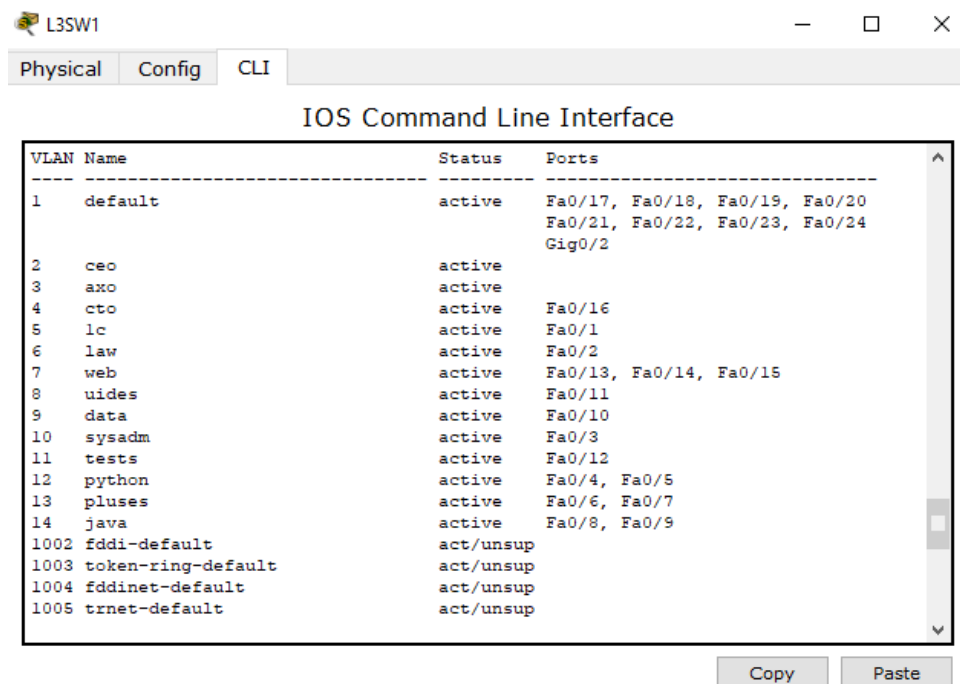


Рисунок 11. Конфигурация VLAN на первом коммутаторе потомке

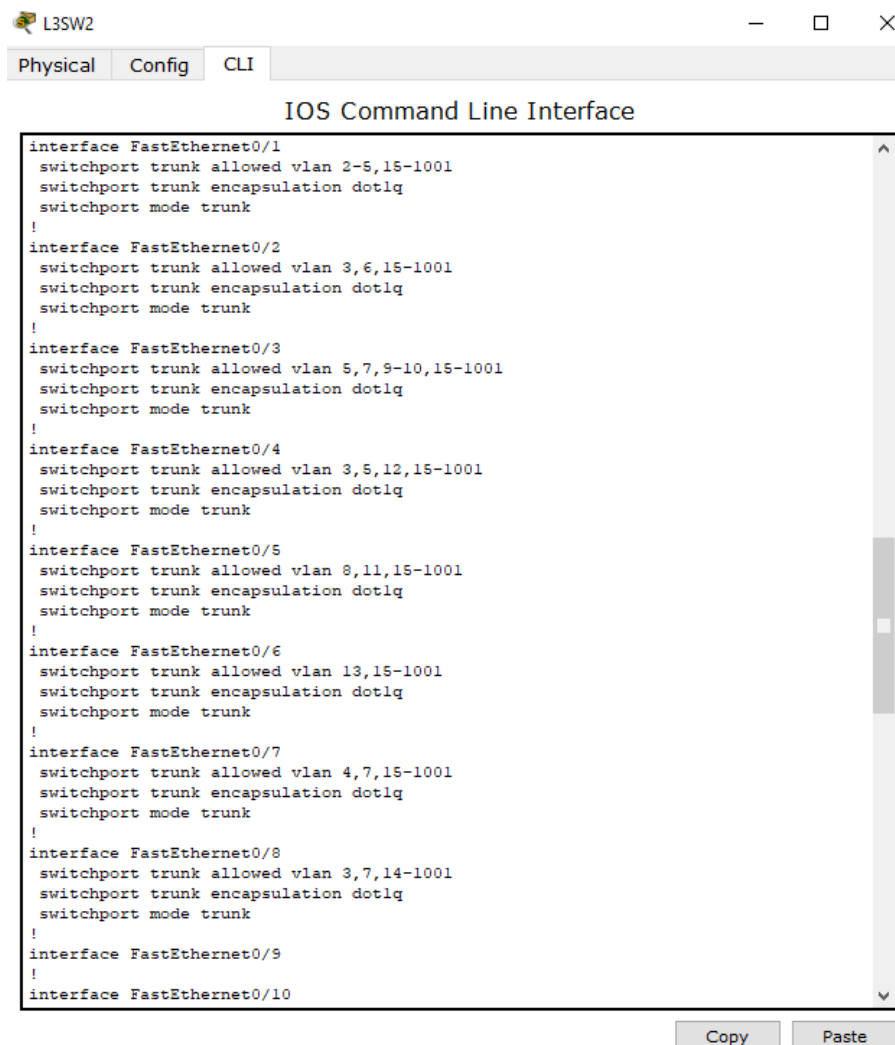


Рисунок 12. Конфигурация второго коммутатора потомка

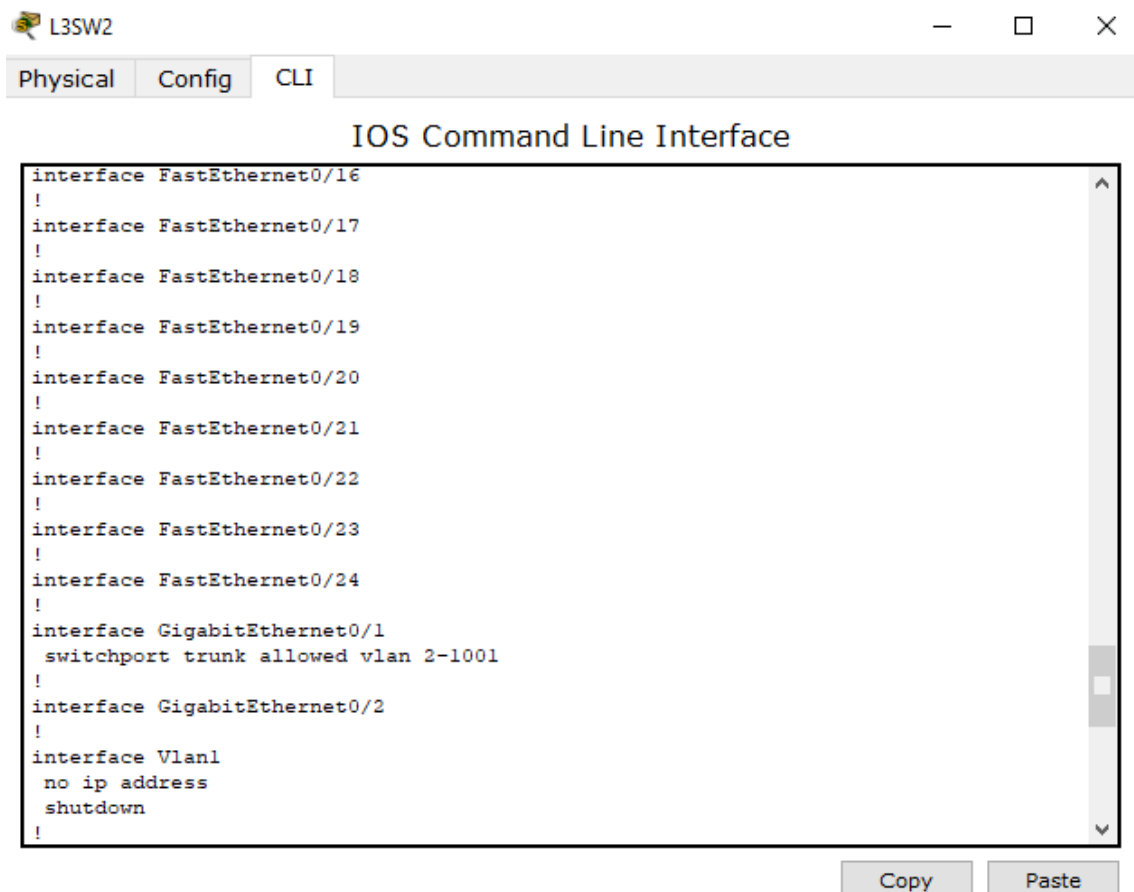


Рисунок 13. Конфигурация второго коммутатора-потомка – продолжение

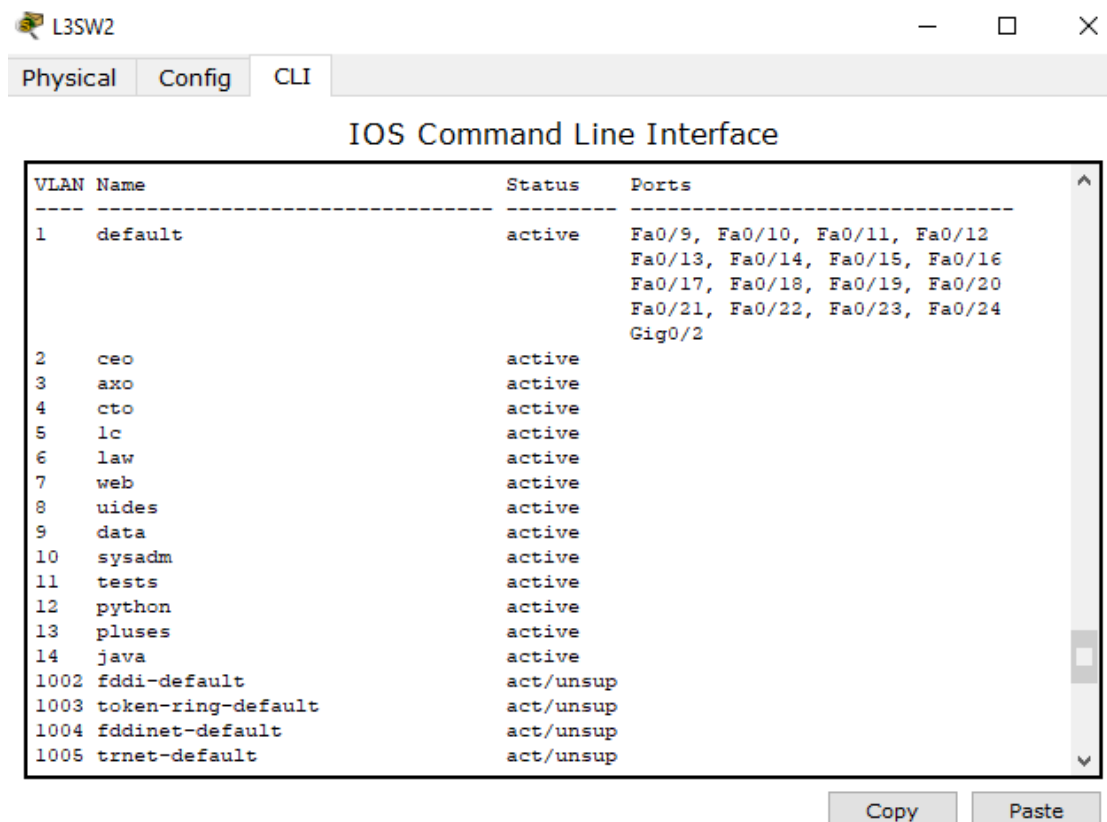


Рисунок 14. Конфигурация VLAN второго коммутатора-потомка

К корневому коммутатору подключен маршрутизатор, на котором настроен DHCP-сервер. Конфигурация маршрутизатора представлена на рисунках 15-19. Конфигурация VLAN на маршрутизаторе представлена на рисунке 20.

```

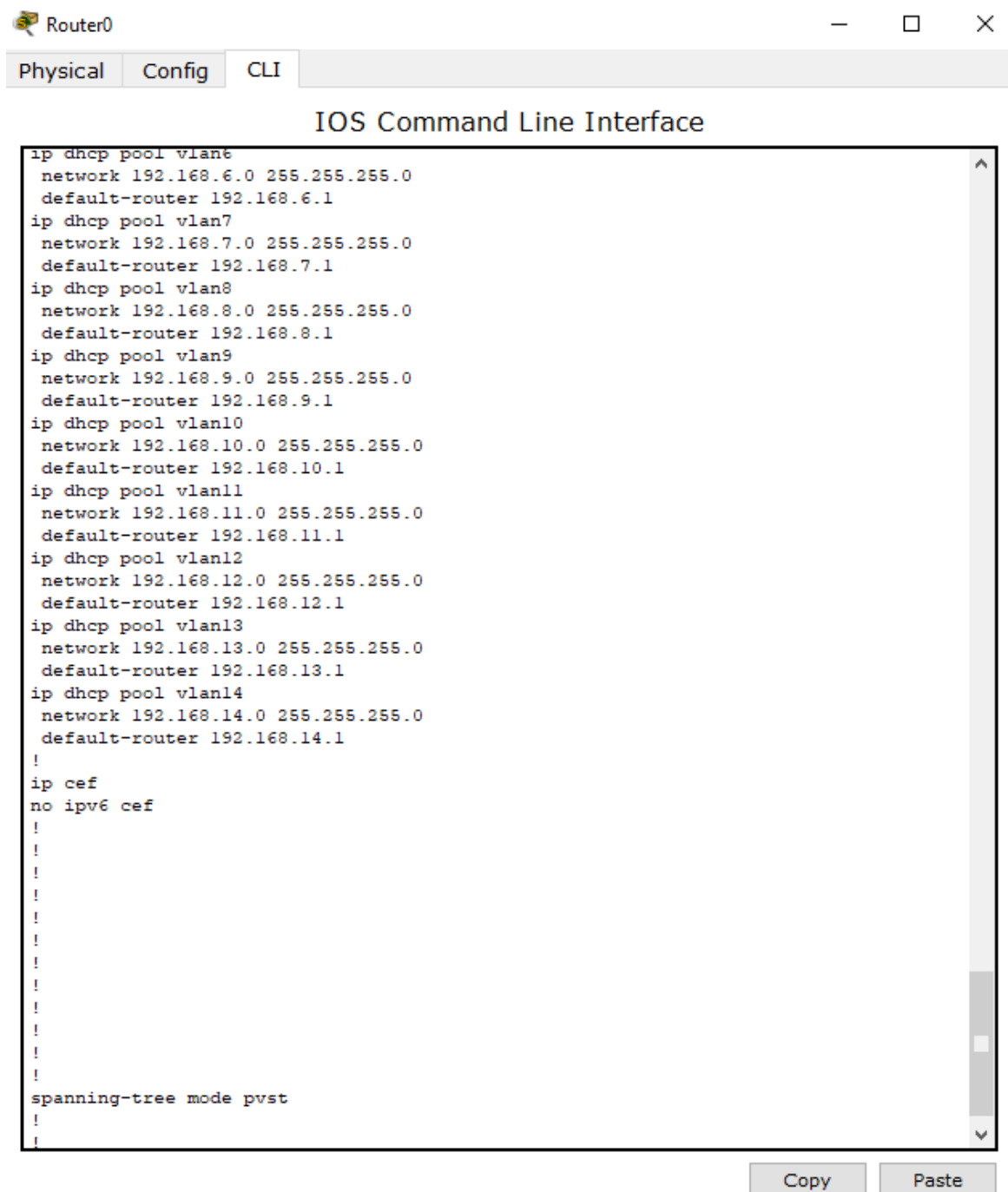
Router0
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface

Router#show run
Building configuration...

Current configuration : 4114 bytes
!
version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Router
!
!
!
!
ip dhcp excluded-address 192.168.2.1 192.168.2.100
ip dhcp excluded-address 192.168.3.1 192.168.3.100
ip dhcp excluded-address 192.168.4.1 192.168.4.100
ip dhcp excluded-address 192.168.5.1 192.168.5.100
ip dhcp excluded-address 192.168.6.1 192.168.6.100
ip dhcp excluded-address 192.168.7.1 192.168.7.100
ip dhcp excluded-address 192.168.8.1 192.168.8.100
ip dhcp excluded-address 192.168.9.1 192.168.9.100
ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.100
ip dhcp excluded-address 192.168.11.1 192.168.11.100
ip dhcp excluded-address 192.168.12.1 192.168.12.100
ip dhcp excluded-address 192.168.13.1 192.168.13.100
ip dhcp excluded-address 192.168.14.1 192.168.14.100
!
ip dhcp pool DHCP
ip dhcp pool vlan2
network 192.168.2.0 255.255.255.0
default-router 192.168.2.1
ip dhcp pool vlan3
network 192.168.3.0 255.255.255.0
default-router 192.168.3.1
ip dhcp pool vlan4
network 192.168.4.0 255.255.255.0
default-router 192.168.4.1
ip dhcp pool vlan5
network 192.168.5.0 255.255.255.0
default-router 192.168.5.1
ip dhcp pool vlan6
network 192.168.6.0 255.255.255.0

```

Рисунок 15. Конфигурация маршрутизатора



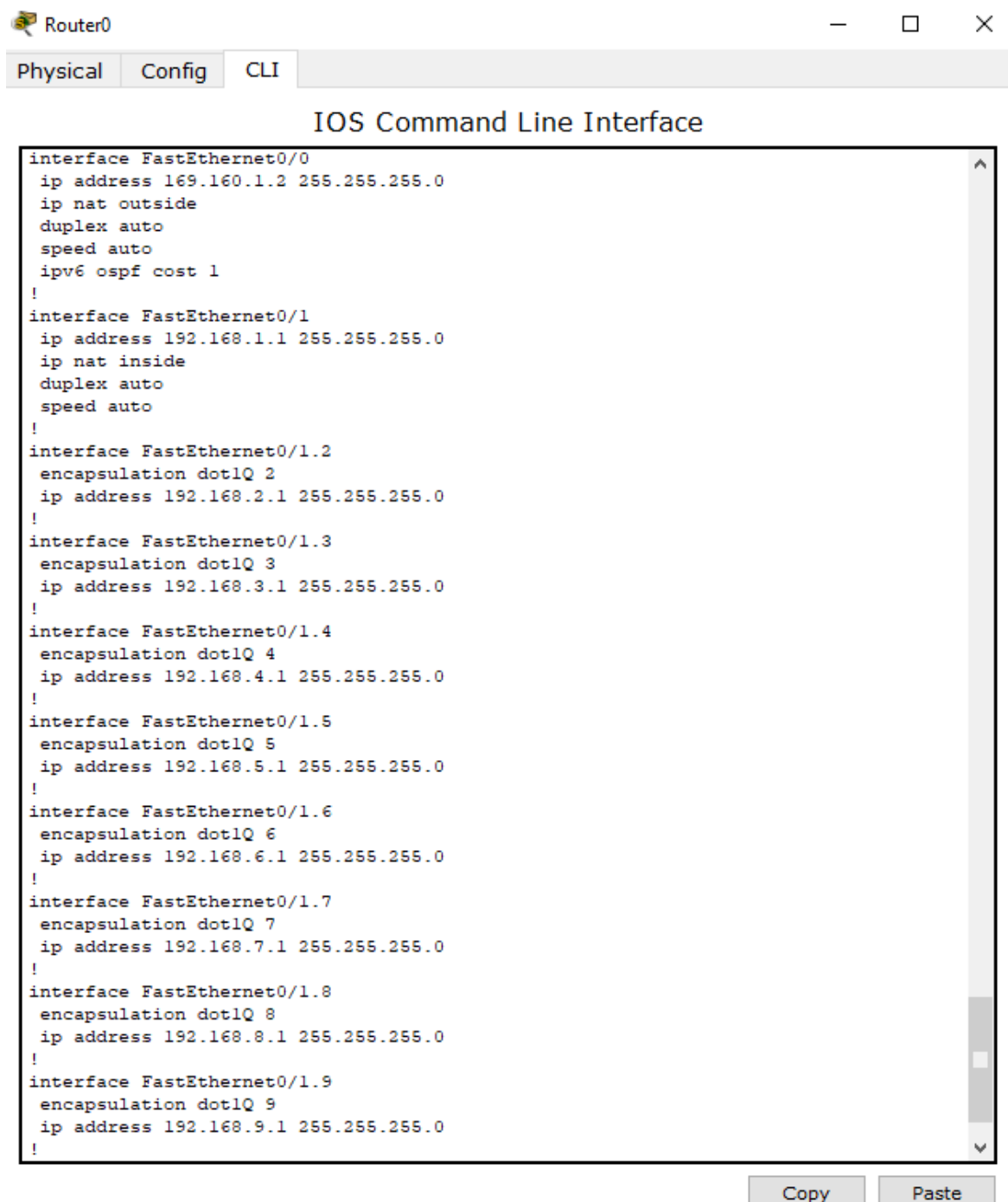


Рисунок 17. Конфигурация маршрутизатора – продолжение

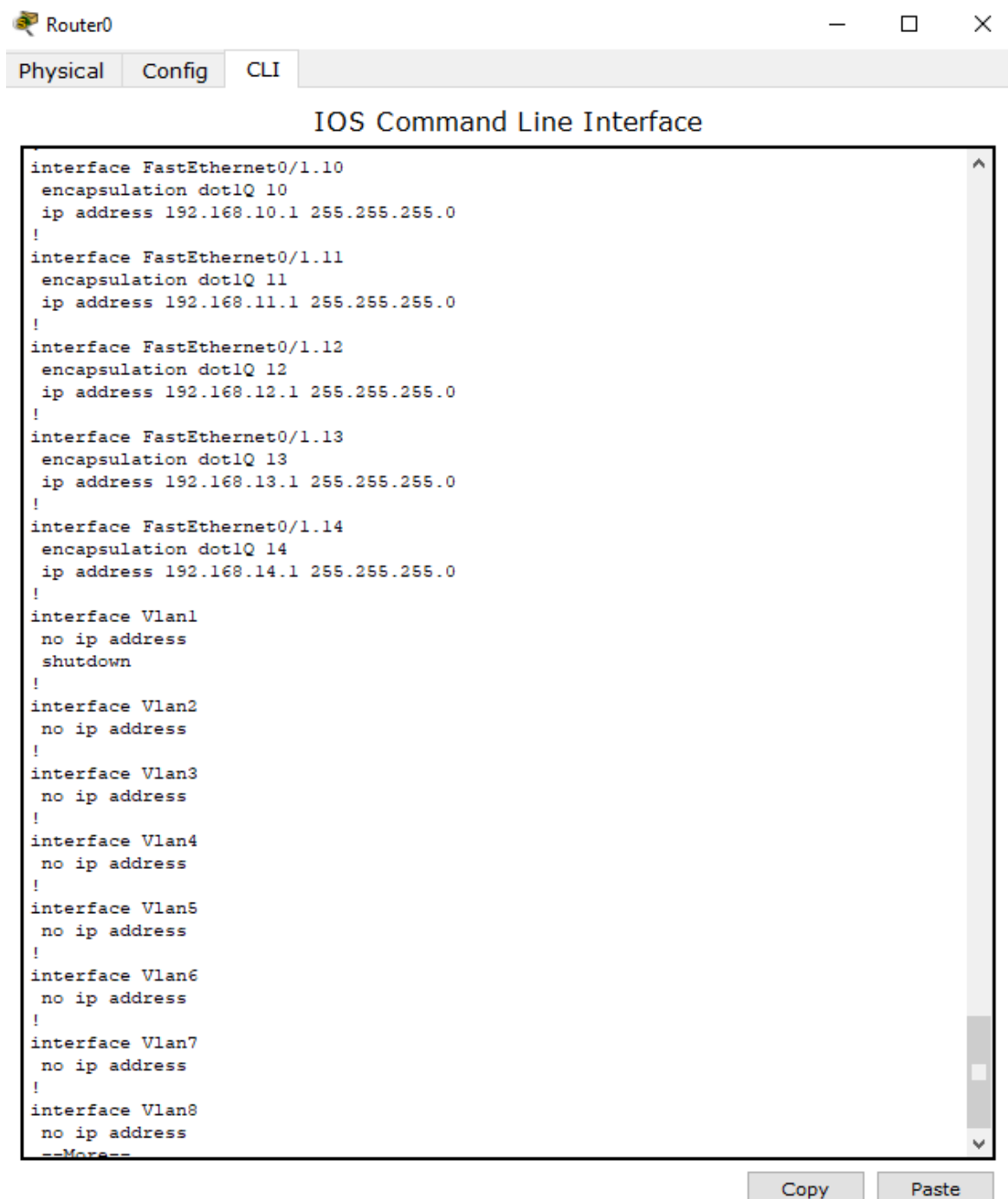


Рисунок 18. Конфигурация маршрутизатора – продолжение

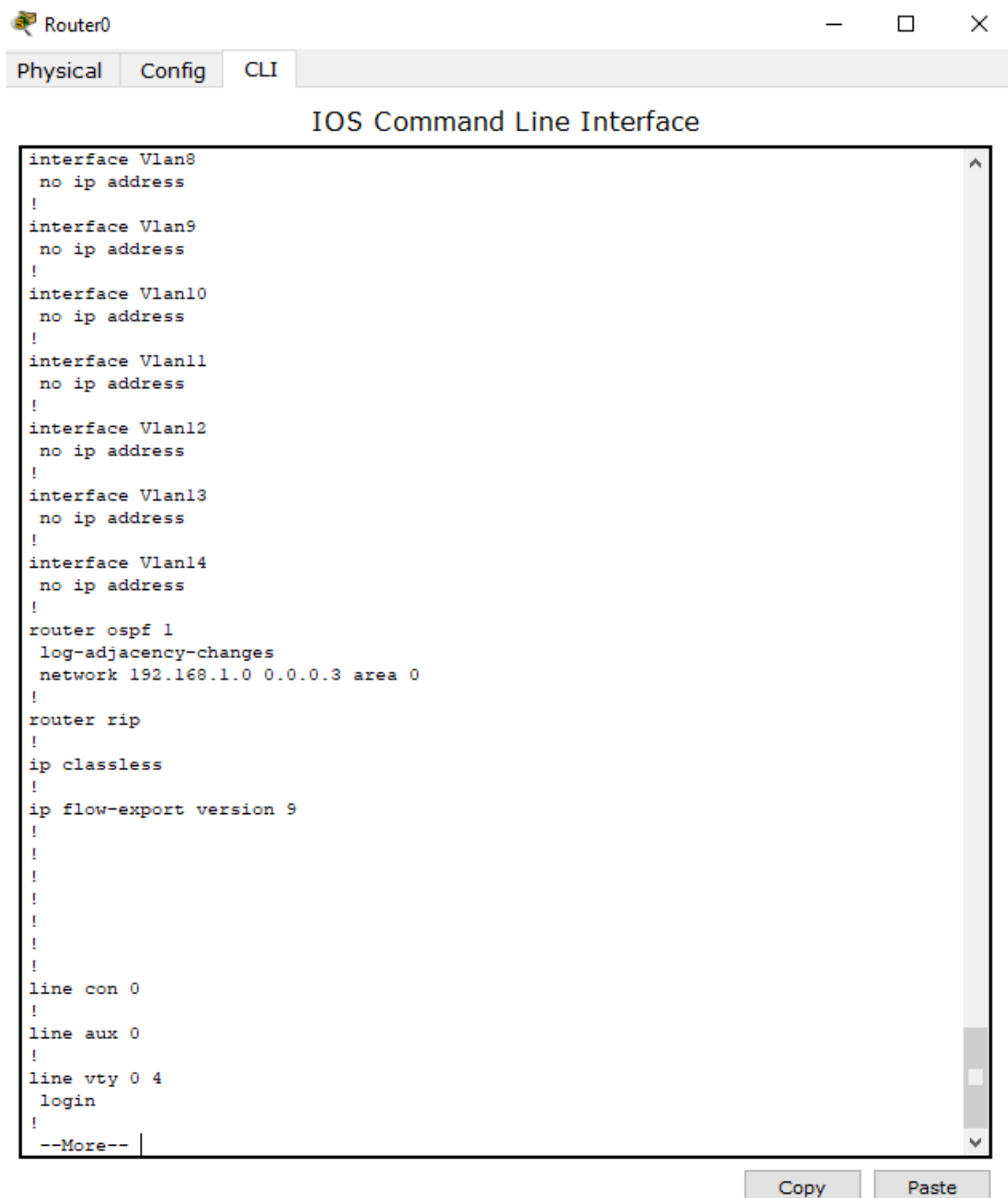


Рисунок 19. Конфигурация маршрутизатора – продолжение

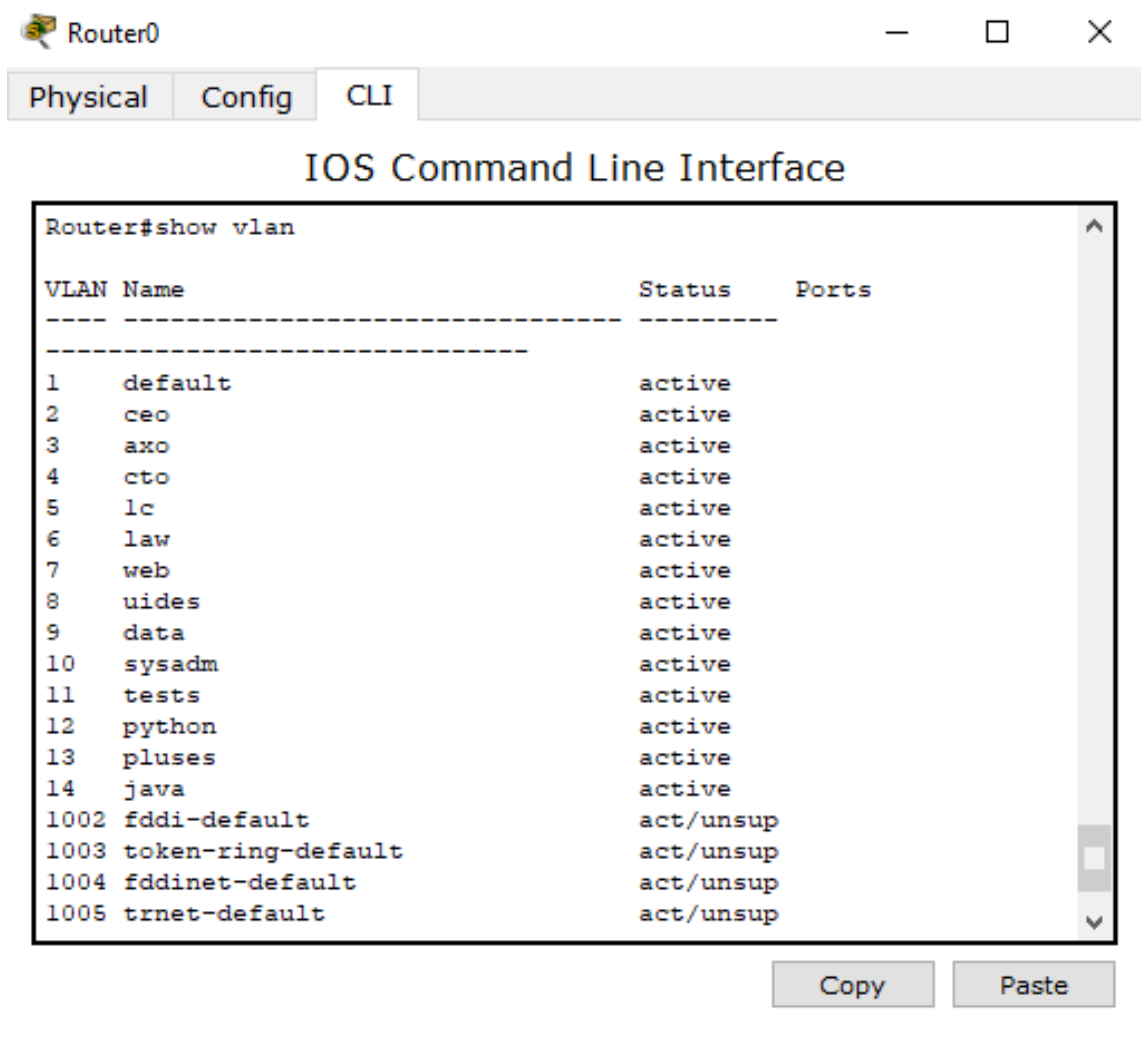


Рисунок 20. Конфигурация VLAN на маршрутизаторе

2.5 Обеспечение безопасности сети

Важным механизмом безопасности сети является использование программного межсетевого экрана на маршрутизаторе. Вторым не менее важным механизмом является разбиение единой сети предприятия на подсети и сегменты сети, что позволяет скрыть трафик отдельных подсетей и обеспечивает контроль трафика на границе сети.

Дополнительными средствами безопасности является использование антивируса от компании Kaspersky на компьютерах ОС Windows 10, а также использование ОС Red Hat Enterprise Linux для компьютеров программистов и системным администраторов и серверах.

3. Расчет затрат на проектирование сети

3.1 Расчет количества кабеля и кабель-канала

Для расчета количества кабеля необходимо определить его необходимый тип и способ крепления. Итак, согласно плану СКС для главного здания необходимы следующие типы кабелей:

- Многомодовый волоконно-оптический кабель 62.5/125. Будет использован кабель Cabeus TB-A-6-02T-E-K-LSZH-D-IN/OUT-40 [28].
- Экранированная витая пара категории 5е. Будет использована витая пара Cabeus FTP-4P-Cat.5e-PATCH-GY [29].

Также для соединения коммутаторов между собой и соединения коммутаторов с серверами необходим многомодовый трансивер D-Link 431XT/A1A SFP+ 10GBase-SR [30].

Для подключения компьютеров к сетевым розеткам будет использоваться патч-корд Cabeus PC-FTP-RJ45-Cat.5e-1m [31].

Смета на покупку кабеля и трансиверов представлена в таблице 11. Кабель взят с запасом.

Таблица 11. Смета на покупку кабеля и трансиверов.

Название	Цена	Количество	Итог
Cabeus TB-A-6-02T-E-K-LSZH-D-IN/OUT-40	58 руб. за 1 м	300 м.	17400 руб.
Cabeus FTP-4P-Cat.5e-PATCH-GY	9545 руб. за 1 катушку (305 м)	8 катушек	76360 руб.
Многомодовый трансивер D-Link 431XT/A1A SFP+ 10GBase-SR	2300 руб. за 1 шт.	50 шт.	115000 руб.
Патч-корд Cabeus PC-FTP-RJ45-Cat.5e-1m	100 руб. за 1 шт.	150 шт.	15000 руб.
Итого			223760 руб.

В качестве способа прокладки кабеля была выбрана укладка в кабель-канал. На короб кабель-канала будут крепиться сетевые розетки.

В качестве кабель-канала будет использоваться кабель-канал Экопласт Insta 100x55 мм 2 м [32].

В качестве сетевых розеток будут использованы розетка RJ-45 Cabeus WS-8P8C-Cat.5e-SH-1 [33].

Для подключения к коммутаторам кабеля витая пара нужны коннекторы RJ-45. Будут использованы коннекторы Cabeus 8P8C-SH [34].

Для механической защиты места соединения кабеля с коннектором RJ-45 будут использованы изолирующие колпачки Cabeus CAP-8-OR [35].

Смета на покупку расходных материалов представлена в таблице 12. Для расходных материалов предусмотрен запас.

Таблица 12. Смета на покупку расходных материалов.

Название	Цена	Количество	Итог
Кабель-канал Экопласт Insta 100x55 мм 2 м	428 руб. за 1 шт. (2 м)	425 шт.	181900 руб.
Розетка RJ-45 Cabeus WS-8P8C-Cat.5e-SH-1	89 руб. за 1 шт.	155 шт.	13795 руб.
Коннекторы RJ-45 Cabeus 8P8C-SH	11 руб. за 1 шт.	200 шт.	2200 руб.
Изолирующие колпачки Cabeus CAP-8-OR	7 руб. за 1 шт.	200 шт.	1400 руб.
Итого			199295 руб.

3.2 Расчет стоимости работ.

Необходимые работы и их стоимость представлена в таблице 13.

Таблица 13. Расчет стоимости монтажа СКС.

Название услуги	Цена	Количество	Итог
Монтаж кабель-канала	90 руб. за 1 м.	850 м.	76500 руб.
Установка и подключение	100 руб. за 1 шт.	155 шт.	15500 руб.

сетевых розеток			
Прокладка кабеля	30 руб. за 1 м.	2740 м.	82200 руб.
Обжим коннекторов RJ-45 и установка изолирующих колпачков	36 руб. за 1 шт.	200 шт.	7200 руб.
Сверление стен	200 рублей за 1 отверстие	30 отверстий	6000 руб.
Итого			187400 руб.

3.3 Общая смета разработки структурированной кабельной системы

Для подсчета общей сметы затрат на разработку кабельной системы необходимо посчитать общую стоимость активного сетевого оборудования (Таблица 14).

Таблица 14. Общая стоимость активного сетевого оборудования.

Название	Цена, руб.	Количество, шт.	Итог
Коммутатор 3 уровня D-link DXS-3400 24SC	277510	3	832530
Коммутатор 2 уровня D-link DGS-1510-28X	19830	8	158640
Маршрутизатор D-Link DSR-1000/B1A	21000	1	21000
Wi-Fi маршрутизатор D-link DIR-825/RU/R1	3520	3	10560
Итого			1022730 руб.

Общая смета максимальных затрат на проектирование структурированной кабельной системы представлена в таблице 15. В общую смету не будет включена стоимость серверов и компьютеров, а также их настройка.

Таблица 15. Общая смета затрат.

Название	Цена, руб.
Кабели	223760
Расходные материалы	199295
Монтажные работы	187400
Сетевое оборудование	1022730
Итого	1633185

Итоговая стоимость работ по разработке корпоративной инфокоммуникационной сети для ООО «ТехноКузница» составила 1633185 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная курсовая работа посвящена разработке корпоративной инфокоммуникационной сети для ООО «ТехноКузница». В процессе разработки корпоративной сети были удовлетворены все требования, описанные в техническом задании. Был проанализирован парк вычислительной техники, организационная структура предприятия и план офисного здания. В процессе анализа этих исходных данных был спроектирован план корпоративной сети.

Создание структурированной кабельной системы проходило в три этапа.

На первом этапе была рассмотрена деятельность предприятия, составлена оргдиаграмма организационной структуры предприятия и план офисного здания компании, проаннотирован парк вычислительной техники и сформированы требования к проектируемой сети.

На втором этапе была сформированная логическая схема сети предприятия и построен план СКС. Было выбрано активное сетевое оборудование и проведено моделирование сети в Cisco Packet Tracer с применением части механизмов информационной безопасности, предполагаемых в сети.

На третьем этапе были оценены затраты на разработку структурированной кабельной системы.

Итогом разработки стала корпоративная инфокоммуникационная сеть, обслуживающая 150 компьютеров и 16 серверов.

Общая стоимость разработки корпоративной инфокоммуникационной сети равна 1633185 рублям.

					<i>ИКСuC.100000.000 КР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

ЛИТЕРАТУРА

1. Организационная структура [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0 (Дата обращения: 28.04.2020)
2. Генеральный директор [Электронный ресурс] URL: https://www.audit-it.ru/terms/trud/generalnyy_direktor.html (Дата обращения: 28.04.2020)
3. Юридический отдел: обязанности и функции [Электронный ресурс] URL: <https://www.gd.ru/articles/8920-yuridicheskiy-otdel> (Дата обращения: 28.04.2020)
4. Настольный компьютер Dell Optiplex 5070 MT 5070-4753 [Электронный ресурс] URL: https://laptop.ru/catalog/product/289494/?utm_source=yandex.market&utm_medium=cpc&utm_campaign=market&utm_term=520129&frommarket=https%3A%2F%2Fmarket.yandex.ru%2Fapi%2Fsearch%3Fglfilter%3D6050807%3A13414696%26glfilter%3D6050945%3A6050949%26glfilter%3D7893318%3A153080%26glfilter%3D16230863%3A16230866%26local-offers-first%3D0%26onstock%3D1%26hid%3D91011%26nid%3D54542%26cvredirect%3D0%26referrerPageId%3Dlist&ymclid=15880963909953396005400004 (Дата обращения: 28.04.2020)
5. Компьютер Dell Precision 3630-5574 [Электронный ресурс] URL: <https://www.kns.ru/product/kompyuter-dell-precision-3630-5574/characteristics/> (Дата обращения: 28.04.2020)
6. Сервер Dell PowerEdge R540 [Электронный ресурс] URL: https://www.citilink.ru/catalog/computers_and_notebooks/servers_and_net equipments/servers/1203069/ (Дата обращения: 28.04.2020)

7. Жесткий диск Dell 1x4Tb SAS 7.2K [Электронный ресурс] URL: https://www.citilink.ru/catalog/computers_and_notebooks/servers_and_net equipments/server_hdds/293883/ (Дата обращения: 29.04.2020)
8. Microsoft 365 [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_365 (Дата обращения: 29.04.2020)
9. Kaspersky Endpoint Security Cloud [Электронный ресурс] URL: <https://axoft.ru/vendors/Kaspersky-Lab/Kaspersky-Endpoint-Security-Cloud-subscribe/> (Дата обращения: 29.04.2020)
10. 1С:Зарплата и управление персоналом 8 [Электронный ресурс] URL: <https://v8.1c.ru/hrm/> (Дата обращения: 29.04.2020)
11. Возможности 1С:Бухгалтерии 8 [Электронный ресурс] URL: <https://v8.1c.ru/buhv8/vozmozhnosti-1s-buhgalterii-8/> (Дата обращения: 29.04.2020)
12. LibreOffice [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice> (Дата обращения: 29.04.2020)
13. MySQL [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL> (Дата обращения: 29.04.2020)
14. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание. — СПб.: Питер, 2020. — 1008 с.: ил.
15. Коммутатор D-link DXS-3400-24SC [Электронные ресурс] URL: <https://market.yandex.ru/product--kommutator-d-link-dxs-3400-24sc/1813650752> (Дата обращения: 23.05.2020)
16. Коммутатор Cisco SG550XG-24T [Электронный ресурс] URL: <https://market.yandex.ru/product--kommutator-cisco-sg550xg-24t/14012555?track=tabs> (Дата обращения: 23.05.2020)
17. Коммутатор D-link DGS-1510-28X [Электронные ресурс] URL: <https://market.yandex.ru/product--kommutator-d-link-dgs-1510-28x/434051142?track=tabs> (Дата обращения: 23.05.2020)

18. Коммутатор TP-LINK T1700G-28TQ V1 [Электронный ресурс]
URL: <https://market.yandex.ru/product--kommutator-tp-link-t1700g-28tq-v1/13841315?track=tabs> (Дата обращения: 23.05.2020)
19. Коммутатор MikroTik CRS328-24P-4S+RM [Электронный ресурс]
URL: <https://market.yandex.ru/product--kommutator-mikrotik-crs328-24p-4s-rm/33221079?track=tabs> (Дата обращения: 23.05.2020)
20. Коммутатор Eltex MES5324 [Электронный ресурс] URL:
<https://market.yandex.ru/product--kommutator-eltex-mes5324/437250118?track=tabs> (Дата обращения: 23.05.2020)
21. Маршрутизатор D-Link DSR-1000 [Электронный ресурс] URL:
<https://www.e-katalog.ru/D-LINK-DSR-1000.htm> (Дата обращения: 30.05.2020)
22. Маршрутизатор ZYXEL Nebula NSG100 [Электронный ресурс]
URL: <https://market.yandex.ru/product--marshrutizator-zyxel-nebula-nsg100/1964128510/spec?track=tabs> (Дата обращения: 30.05.2020)
23. Маршрутизатор Eltex ESR-10 [Электронный ресурс] URL:
<https://market.yandex.ru/product--marshrutizator-eltex-esr-10/437251131/spec?track=tabs> (Дата обращения: 30.05.2020)
24. Wi-Fi роутер D-link DIR-825/RU/R1 [Электронный ресурс] URL:
<https://market.yandex.ru/product--wi-fi-router-d-link-dir-825-ru-r1/650317102/spec?track=tabs> (Дата обращения: 30.05.2020)
25. Wi-Fi роутер Keenetic Extra (KN-1711) [Электронный ресурс]
URL: <https://market.yandex.ru/product--wi-fi-router-keenetic-extra-kn-1711/652302469/spec?track=tabs> (Дата обращения: 30.05.2020)
26. Wi-Fi роутер Xiaomi Mi Wi-Fi Router 3G [Электронный ресурс]
URL: <https://market.yandex.ru/product--wi-fi-router-xiaomi-mi-wi-fi-router-3g/1730974164/spec?track=tabs> (Дата обращения: 30.05.2020)
27. Cisco Packet Tracer [Электронный ресурс] URL:
https://ru.wikipedia.org/wiki/Cisco_Packet_Tracer (Дата обращения 30.05.2020)

28. Волоконно-оптический кабель Cabeus TB-A-6-02T-E-K-LSZH-D-IN/OUT-40 [Электронный ресурс] URL: <https://cabeus.ru/product/7354/> (Дата обращения 31.05.2020)

29. Кабель витая пара Cabeus FTP-4P-Cat.5e-PATCH-GY [Электронный ресурс] URL: <https://cabeus.ru/product/8049/> (Дата обращения: 31.05.2020)

30. Трансивер D-Link 431XT/A1A SFP+ [Электронный ресурс] URL: https://www.citilink.ru/catalog/computers_and_notebooks/net_equipment/transivers/1077805/ (Дата обращения: 30.05.2020)

31. Патч-корд Cabeus PC-FTP-RJ45-Cat.5e-1m [Электронный ресурс] URL: <https://cabeus.ru/product/7917/> (Дата обращения: 31.05.2020)

32. Кабель-канал Экопласт Insta 100x55 мм 2 м [Электронный ресурс] URL: <https://rostov.leroymerlin.ru/product/kabel-kanal-ekoplast-insta-100h55-mm-2-m-10056833/> (Дата обращения: 31.05.2020)

33. Розетка RJ-45 Cabeus WS-8P8C-Cat.5e-SH-1 [Электронный ресурс] URL: <https://cabeus.ru/product/8192/> (Дата обращения: 31.05.2020)

34. Коннектор RJ-45 под витую пару [Электронный ресурс] URL: <https://cabeus.ru/product/7812/> (Дата обращения: 31.05.2020)

35. Изолирующий колпачок для разъемов RJ-45 Cabeus CAP-8-OR [Электронный ресурс] URL: <https://cabeus.ru/product/10552/> (Дата обращения: 31.05.2020)