

УДК 004

НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВЫБОРУ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ОДНОГО ИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. КАЛУГИ С ТИПОМ «СРЕДНИЙ БИЗНЕС»

Раевский Владимир Алексеевич,ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского», доцент
кафедры информатики и информационных технологий, г. Калуга, var-77@mail.ru.**Выдрин Дмитрий Борисович,**

ООО «Агростор», аналитик-разработчик, г. Калуга, dimavidrin40@gmail.com

Титова Марина Геннадьевна,ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского», студент
бакалавриата кафедры информатики и информационных технологий, г. Калуга,
titovamg@tksu.ru.

Аннотация

В настоящей статье обосновывается актуальность проектирования и внедрения высокопроизводительной и безопасной вычислительной сети для одной из коммерческих организаций г. Калуга с типом «Средний бизнес». Рассматриваются иерархические модели сетевой инфраструктуры, на основании требований Технического задания Заказчика предлагается трехуровневая модель как наиболее оптимальная для организации. Для каждого уровня иерархической модели предлагаются наиболее подходящие устройства коммутации/маршрутизации.

Ключевые слова: локальная вычислительная сеть, иерархическая модель сети, сетевое оборудование, коммутаторы, маршрутизаторы.

SOME SUGGESTIONS FOR SELECTING A HIERARCHICAL MODEL AND NETWORK EQUIPMENT FOR A LOCAL AREA NETWORK AT ONE OF THE ENTERPRISES IN KALUGA CITY, CLASSIFIED AS «MEDIUM BUSINESS»

Vladimir A. Raevsky,Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Associate Professor of the Department of
Informatics and Information Technologies, Kaluga city, var-77@mail.ru.**Dmitry B. Vidrin,**LLC Agrostor, development analyst, Kaluga city, dimavidrin40@gmail.com
dimavidrin40@gmail.com

Marina G. Titova,

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski, Undergraduate Student of the Department of Informatics and Information Technologies, Kaluga city, titovamg@tksu.ru.

ABSTRACT

This article substantiates the relevance of designing and implementing a high-performance and secure computer network for one of the commercial organizations in Kaluga with the "Medium Business" type. Hierarchical models of network infrastructure are considered, and based on the requirements of the Customer's Terms of Reference, a three-level model is proposed as the most optimal for the organization. The most suitable switching/routing devices are proposed for each level of the hierarchical model.

Keywords: local area network, hierarchical network model, network equipment, switches, routers.

В современных условиях цифровой трансформации и автоматизации бизнес-процессов предприятия среднего звена все больше зависят от эффективности и надёжности своих информационных систем. Основой любой корпоративной информационной инфраструктуры является вычислительная сеть, обеспечивающая обмен данными, совместную работу пользователей и безопасный доступ к корпоративным ресурсам [1], [2].

Заказчиком описываемых в настоящей статье работ является одно из предприятий г. Калуги (тип «Средний бизнес»). Организация нуждается в высокопроизводительной и безопасной локальной вычислительной сети (ЛВС), способной обеспечить бесперебойное функционирование всех подразделений, соответствующей современным требованиям к защите информации, стабильности работы и интеграции с внешними сервисами.

Исходя из вышесказанного, проектирование вычислительной сети, в целом, и выбор иерархической модели и соответствующего сетевого оборудования, в частности, для предприятия является актуальной задачей.

Выбор иерархической модели для построения локальной вычислительной сети предприятия. Иерархическая модель построения сети описывает распределение функций между уровнями (слоями) коммутации и маршрутизации и тем самым задаёт принципы масштабирования, управления и обеспечения отказоустойчивости. На практике при проектировании ЛВС предприятий применяют одноуровневую, двухуровневую и трёхуровневую иерархические модели [3], [4], [5].

Одноуровневая модель применяется в небольших локальных сетях, где все конечные устройства соединяются через один коммутатор или маршрутизатор (см. Рисунок 1). Характеризуется простотой реализации, однако при росте количества пользователей и сервисов возникают ограничения по производительности, управлению и отказоустойчивости.

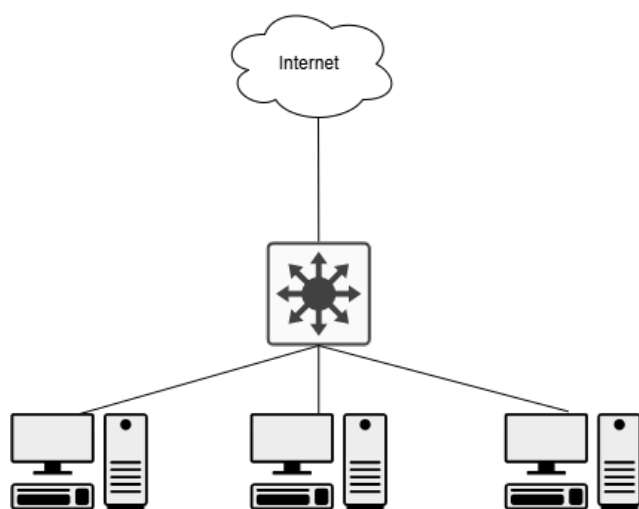


Рисунок 1 – Одноуровневая модель

Двухуровневая иерархическая модель включает уровень доступа и уровень распределения (агрегации). На уровне доступа располагаются конечные устройства и коммутаторы, обеспечивающие подключение пользователей. Уровень распределения (агрегации) выполняет функции intervlan-маршрутизации, применения политик (ACL/QoS), фильтрации трафика и организации VLAN (см. Рисунок 2). Такая модель подходит для предприятий с умеренными объёмами трафика и относительно простой структурой подразделений.

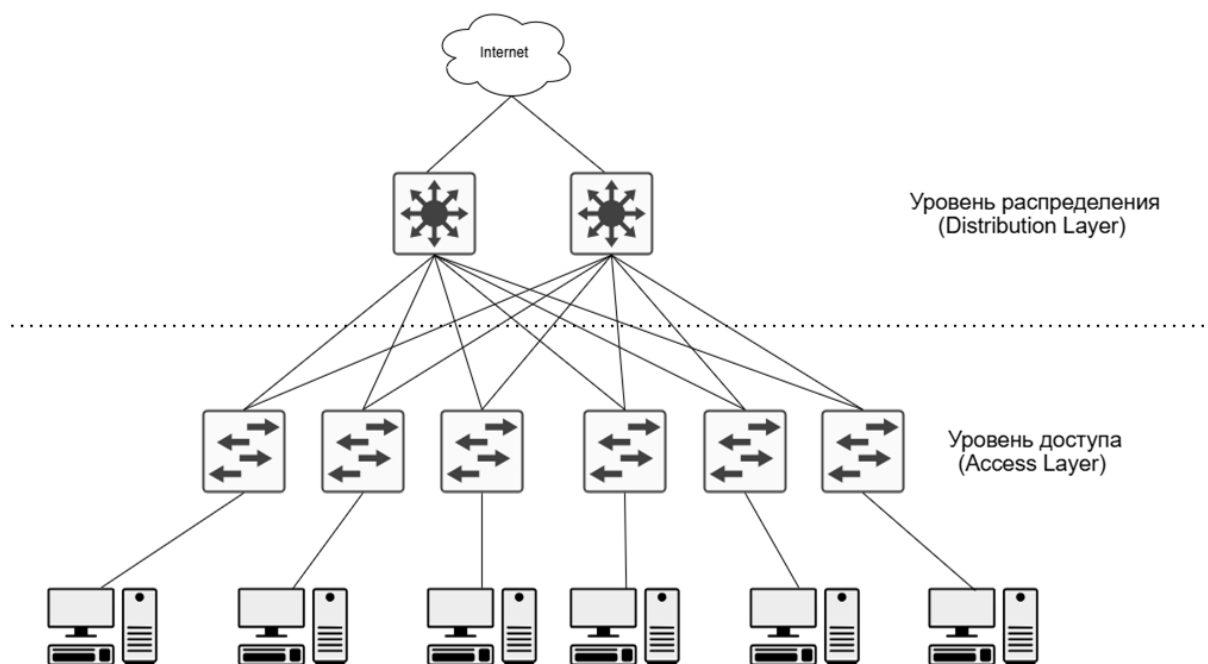


Рисунок 2 – Двухуровневая модель

Трёхуровневая иерархическая модель включает три функциональных уровня:

Уровень доступа (Access Layer) – обеспечивает подключение рабочих станций, принтеров и других конечных устройств.

Уровень распределения (Distribution Layer) – отвечает за маршрутизацию, балансировку нагрузки, контроль доступа и фильтрацию трафика между сегментами.

Уровень ядра (Core Layer) - обеспечивает высокоскоростную передачу данных между распределительными узлами и является основой всей сети.

Преимущества трёхуровневой архитектуры: высокая масштабируемость и гибкость при расширении сети, возможность применения различных политик безопасности,

изоляция сетевых сегментов и упрощение диагностики, обеспечение резервирования на уровне ядра и распределения.

Для предприятия среднего бизнеса трёхуровневая модель является оптимальной, так как позволяет эффективно распределить нагрузку, обеспечить отказоустойчивость и гибкое управление VLAN (см. Рисунок 3).

Исходя из вышесказанного по согласованию с Заказчиком работ в проекте сети используется трехуровневая иерархическая модель, позволяющая обеспечить как надёжную и безопасную работу всех подразделений предприятия, так и возможность дальнейшего масштабирования сетевой инфраструктуры.

Выбор сетевого оборудования для построения локальной вычислительной сети предприятия. Выбор сетевого оборудования является ключевым этапом проектирования вычислительной сети, поскольку от характеристик устройств зависят производительность, надёжность и безопасность всей системы. В проектируемой сети для предприятия среднего бизнеса используется оборудование Eltex, что позволяет реализовать гибкую, масштабируемую и безопасную инфраструктуру [6], [7].

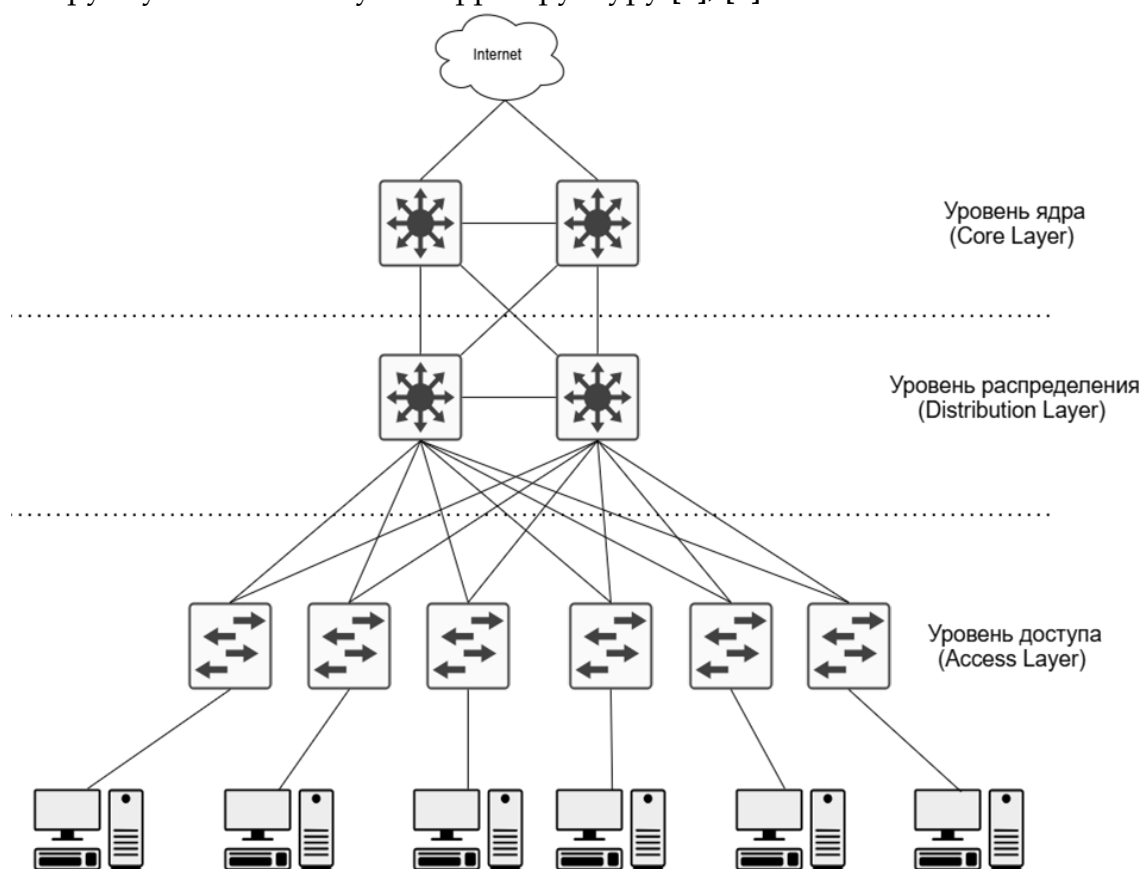


Рисунок 3 – Трёхуровневая модель

В соответствии с Техническим заданием Заказчика критерии выбора сетевого оборудования для проектируемой вычислительной сети включают: требуемую пропускную способность на магистрали, поддержку L2/L3-функций (VLAN, ACL, маршрутизация), наличие высокоскоростных аплинков (1G/10G) между уровнями сети, поддержку PoE/PoE+ для периферийных устройств, а также возможности резервирования (тегирование, дублирование питания) и централизованного администрирования.

Таким образом, оборудование должно обеспечивать достаточный запас производительности и масштабируемость без переработки базовой структуры сети при дальнейшем росте.

В качестве базового набора выбрано оборудование Eltex. Это позволяет использовать единую линейку устройств (ESR – пограничные сервисные маршрутизаторы/межсетевые экраны, MES – управляемые коммутаторы) и опираться на единый стек управления и документации производителя.

Пограничный узел сети предложено реализовать на сервисном маршрутизаторе ESR-30 (см. Рисунок 4) [8]. Устройство обеспечивает маршрутизацию данных внутри сети и выход в интернет, NAT и DHCP-сервер для распределения и трансляции адресов, организацию VPN-туннелей (IPsec, GRE, DMVPN и др.), межсетевой экран, фильтрацию, защиту от атак (DoS/DDoS, spoof и др.), IPS/IDS для защиты периметра сети, управление приоритетами и пропускной способностью (QoS).

Eltex ESR-30 имеет 4 порта 1G и 2 порта 10G SFP+, а также производительность межсетевого экрана/маршрутизации порядка 8 Гбит/с. Наличие 10G-интерфейсов обеспечивает подключение к магистральному уровню без «узких мест», а производительность IPsec VPN достаточна для подключения 2-3 удаленных офисов. Для сравнения, более старшие модели серии ESR (например, ESR-3350) обладают существенно большей производительностью и предназначены для более крупных нагрузок, что делает их избыточными для задач предприятия среднего бизнеса.



Рисунок 4 – Eltex ESR-30

На уровне ядра Заказчику предложено использовать коммутаторы MES5324 уровня L3 (см. Рисунок 5) [9]. Устройство имеет 24 порта 10G SFP+ и 4 порта 40G QSFP+, поддерживает уровень L2/L3 и функции VLAN-шлюзов, что позволяет сегментировать сеть и управлять трафиком между различными подразделениями, обеспечивает высокую пропускную способность для магистрального обмена между агрегирующими узлами и отказоустойчивость. В проекте предусмотрена установка двух устройств, для реализации схемы High Availability (HA).



Рисунок 5 – Eltex MES5324

На уровне агрегации предложено использовать коммутаторы MES3324 уровня L3 (24x1G + 4x10G SFP+) для концентрации трафика от коммутаторов доступа и выполнения функций intervlan-маршрутизации/применения политик (см. Рисунок 6) [10]. Устройство поддерживает высокоскоростные каналы между сегментами сети, VLAN, протоколы резервирования и управление потоками данных, обеспечивая эффективное распределение трафика и отказоустойчивость сети.



Рисунок 6 – Eltex MES3324

Для MES3324 предусмотрены функционально близкие аналоги актуальных серий (например, MES3300-24) с сопоставимыми интерфейсами и поддержкой стекирования, что позволяет при необходимости заменить устройство без изменения логики проекта.

На уровне доступа для подключения точек доступа, IP-камер и другой периферии с питанием по сети Заказчику приложено использовать устройство MES2124P (24 порта 1G с PoE/PoE+ и 4 combo-порта) (см. Рисунок 7) [11]; для рабочих мест и устройств, не требующих PoE, – MES1124M (24 порта Fast Ethernet и 4 гигабитных combo-порта аплинка) (см. Рисунок 8) [12].



Рисунок 7 – Eltex MES2124P



Рисунок 8 – Eltex MES1124M

Данный выбор упрощает монтаж и снижает количество отдельных блоков питания для конечных PoE-устройств. Кроме того, становится возможным экономично организовать подключение пользователей, сохраняя при этом управление VLAN и базовые функции QoS. При необходимости обеспечить гигабитное подключение для отдельных рабочих мест или сегментов возможна замена на модели с 24x1G (например, MES2124M) без изменения общей схемы сети.

Список литературы:

1. Еропкина, А. С. Современные информационные технологии для автоматизации бизнес-процессов / А. С. Еропкина, Ю. А. Зобнин. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. – 156 с. – ISBN 978-5-9961-1709-3 // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/83729.html> (дата обращения: 28.05.2026).
2. Темнова, Н.К. Корпоративные информационные системы: учебное пособие / Темнова Н.К., Рождественская Н.В., Яковлева Т.В. – Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2022. – 160 с. – ISBN 978-5-8064-3193-7 // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/131717.html> (дата обращения: 29.05.2026).
3. Летавина, А. С. Особенности построения безопасной компьютерной сети: иерархическая модель архитектуры / А. С. Летавина // Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы. – 2020. – № 5(36). – С. 56-59.
4. Сафонова, И. Е. Разработка комплекса моделей иерархического многоуровневого представления корпоративных функционально-ориентированных сетей / И. Е. Сафонова // Качество. Инновации. Образование. – 2006. – № 6(22). – С. 47-53.
5. Мухутдинова, Д. Т. Иерархическая модель сети / Д. Т. Мухутдинова, А. О. Штанько // Экономика и социум. – 2017. – № 6-2(37). – С. 721-723.
6. Елкин, Д. А. Выбор сетевого оборудования для предприятия / Д. А. Елкин // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2025. – № 1. – С. 487-489.
7. Желенков, Б. В. Критерии выбора сетевого оборудования / Б. В. Желенков, С. В. Аунг // Мир транспорта. – 2012. – Т. 10, № 1(39). – С. 128-131.
8. Сервисный маршрутизатор ESR-30 // Элтекс – разработчик и производитель телекоммуникационного оборудования : [сайт]. – URL: https://eltex-co.ru/product/servisnyy_marshrutizator_esr-30/ (дата обращения: 05.06.2026).
9. Коммутатор агрегации 10G/40G MES5324 // Элтекс – разработчик и производитель телекоммуникационного оборудования : [сайт]. – URL: <https://eltex-co.ru/product/mes5324/> (дата обращения: 06.06.2026).
10. Коммутатор агрегации MES3324 // Элтекс – разработчик и производитель телекоммуникационного оборудования : [сайт]. – URL: <https://eltex-co.ru/product/mes3324/> (дата обращения: 07.06.2026).
11. Коммутатор доступа MES2124P // Элтекс – разработчик и производитель телекоммуникационного оборудования : [сайт]. – URL: <https://eltex-co.ru/product/mes2124p/> (дата обращения: 09.06.2026).
12. Коммутатор доступа MES1124M // Элтекс – разработчик и производитель телекоммуникационного оборудования : [сайт]. – URL: https://eltex-co.ru/product/mes_1124m/ (дата обращения: 09.06.2026).

References:

1. Eropkina, A. S. Sovremennye informatsionnye tekhnologii dlya avtomatizatsii biznes-protssessov / A. S. Eropkina, Yu. A. Zobnin. – Tyumen': Tyumenskij industrial'nyj

- universitet, 2018. – 156 p. // Tsifrovoj obrazovatel'nyj resurs IPR SMART : [site]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/83729.html> (access date: 28.05.2026). (In Russian).
2. Temnova, N.K. Korporativnye informatsionnye sistemy: uchebnoe posobie / Temnova N.K., Rozhdestvenskaya N.V., Yakovleva T.V.. – Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo RGPU im. A. I. Gertsena, 2022. – 160 p. // Tsifrovoj obrazovatel'nyj resurs IPR SMART : [site]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/131717.html> (access date: 29.05.2026). (In Russian).
 3. Letavina, A. S. Osobennosti postroeniya bezopasnoj komp'yuternoj seti: ierarkhicheskaya model' arkhitektury / A. S. Letavina // Rossijskaya nauka i obrazovanie segodnya: problemy i perspektivy. – 2020. – № 5(36). – P. 56-59. (In Russian).
 4. Safonova, I. E. Design of complex models FDD inheritance multilevel notion of functional-directed enterprise-wide networks / I. E. Safonova // Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie. – 2006. – № 6(22). – P. 47-53. (In Russian).
 5. Mukhutdinova, D. T. Hierarchical internetworking model / D. T. Mukhutdinova, A. O. Shtan'ko // Ekonomika i sotsium. – 2017. – № 6-2(37). – P. 721-723. (In Russian).
 6. Elkin, D. A. Vybore setevogo oborudovaniya dlya predpriyatiya / D. A. Elkin // Nauchnomu progressu – tvorchestvo molodykh. – 2025. – № 1. – P. 487-489. (In Russian).
 7. Zhelenkov, B. V. Criteria for selection of network devices / B. V. Zhelenkov, S. W. Aung // Mir transporta. – 2012. – T. 10, № 1(39). – P. 128-131. (In Russian).
 8. Servisnyj marshrutizator ESR-30 // Elteks – razrabotchik i proizvoditel' telekommunikatsionnogo oborudovaniya : [site]. – URL: https://eltex-co.ru/product/servisnyy_marshallizator_esr-30/ (access date: 05.06.2026). (In Russian).
 9. Kommutator agregatsii 10G/40G MES5324 // Elteks – razrabotchik i proizvoditel' telekommunikatsionnogo oborudovaniya : [site]. – URL: <https://eltex-co.ru/product/mes5324/> (access date: 06.06.2026). (In Russian).
 10. Kommutator agregatsii MES3324 // Elteks – razrabotchik i proizvoditel' telekommunikatsionnogo oborudovaniya : [site]. – URL: <https://eltex-co.ru/product/mes3324/> (access date: 07.06.2026). (In Russian).
 11. Kommutator dostupa MES2124P // Elteks – razrabotchik i proizvoditel' telekommunikatsionnogo oborudovaniya : [site]. – URL: <https://eltex-co.ru/product/mes2124p/> (access date: 09.06.2026). (In Russian).
 12. Kommutator dostupa MES1124M // Elteks – razrabotchik i proizvoditel' telekommunikatsionnogo oborudovaniya : [site]. – URL: https://eltex-co.ru/product/mes_1124m/ (access date: 09.06.2026). (In Russian).