

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛА И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА УСТРОЙСТВ МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНИРОВАНИЯ И IP-АТС ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КАМПУСНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

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

независимый исследователь, г. Калуга, kirill-vitalyevich.post@ya.ru.

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 конкретизируются требования к сетевому оборудованию (межсетевой экран и IP- автоматическая телефонная станция) на основании Технического задания Заказчика работ, специфики организации и непосредственно сетевой инфраструктуры в виде кампусной вычислительной сети. Приводится исследование технических характеристик и функциональных возможностей аппаратных и программных межсетевых экранов UserGate D500, Ideco NGFW, Континент 4 и аппаратных IP-АТС Eltex SMG-3016, Yeastar P570, Grandstream UCM6304A. На основании результатов исследования применительно к кампусной вычислительной сети образовательного учреждения обосновывается выбор устройств UserGate D500 и Eltex SMG-3016.

Ключевые слова: кампусная вычислительная сеть, межсетевые экраны, IP-АТС, исследование технических характеристик, обоснование выбора.

RESEARCH OF FUNCTIONALITY AND JUSTIFICATION OF CHOICE FIREWALL AND IP-PBX DEVICES FOR IMPLEMENTING A CAMPUS COMPUTING NETWORK

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.**Kirill V. Machekhin,**

Independent Researcher, Kaluga city, kirill-vitalyevich.post@ya.ru.

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 specifies the requirements for network equipment (firewall and IP automatic telephone exchange) based on the Technical Specifications of the Customer, the specifics of the organization and the network infrastructure itself in the form of a campus computer network. A study of the technical characteristics and functionality of hardware and software firewalls UserGate D500, Ideco NGFW, Continent 4 and hardware IP PBX Eltex SMG-3016, Yeastar P570, Grandstream UCM6304A is presented. Based on the results of the study in relation to the campus computer network of an educational institution, the choice of the UserGate D500 and Eltex SMG-3016 devices is justified.

Keywords: campus computing network, firewalls, IP-PBX, technical characteristics study, selection justification.

Настоящая статья является продолжением работы [1], в которой обосновывается актуальность мероприятий, приводится анализ Технического задания Заказчика, обосновывается выбор устройств коммутации и маршрутизации для кампусной вычислительной сети организации высшего образования.

Исследование функциональных возможностей и обоснование выбора межсетевого экрана. При выборе межсетевого экрана для сетевой инфраструктуры высшего учебного заведения необходимо учитывать специфику самой сети [2]-[4]. Во-первых, речь идёт о значительном числе одновременно работающих пользователей с различным уровнем доверия: студенты, преподаватели, административные сотрудники, приглашённые участники мероприятий. Во-вторых, вузовская сеть неоднородна, в ней одновременно присутствуют управляемые корпоративные рабочие станции, личные ноутбуки, смартфоны и планшеты, подключаемые по модели BYOD. В-третьих, в образовательной организации требуется соблюдение нормативных ограничений на доступ к определенным категориям интернет-ресурсов, а также обеспечение непрерывности образовательного процесса, при котором даже кратковременный сбой может нарушить проведение занятий и/или работу административного персонала.

Так как в инфраструктуре высшего учебного заведения присутствуют различные категории пользователей и устройств, межсетевой экран должен интегрироваться с механизмами централизованной аутентификации. Для рассматриваемой среды практически значима поддержка FreeIPA/LDAP, что позволяет выстраивать политики по группам пользователей. Важным дополнением становится гостевой портал, необходимый для временных участников конференций, абитуриентов и посетителей, а также поддержка BYOD, без которой невозможно полноценно контролировать личные устройства.

Существенное значение имеет и развитая URL-фильтрация. В условиях образовательной организации она обеспечивает соблюдение нормативных требований и поддерживает целевое использование интернет-ресурсов. Эффективное решение должно опираться на классификацию сайтов (по категориям), регулярно обновляемую базу ресурсов, механизмы безопасного поиска и, по возможности, морфологического анализа содержимого страниц. Последняя функция особенно полезна в тех случаях, когда простой

анализ доменного имени или категории оказывается недостаточным. Необходимо чтобы политики фильтрации были дифференцированы по группам пользователей: например, что допустимо для сотрудников, не должно быть доступно студенту или гостю. Наряду с функциональностью ключевым критерием выступает производительность. Для сетевой инфраструктуры важно, чтобы межсетевой экран сохранял высокую пропускную способность при одновременной активации основных модулей фильтрации, защиты, антивирусной проверки. Также значимы низкая задержка обработки трафика, поддержка отказоустойчивого режима и возможность балансировки нагрузки между несколькими каналами провайдеров.

Рассматривались модели межсетевых экранов [5]-[7], представленных в таблице 1, на рисунках 1, 2.

Таблица 1 – Сравнительный анализ межсетевых экранов

Критерий	UserGate D500	Ideco NGFW	Континент 4
Формат решения	Аппаратный ПАК 1U; 5×RJ-45 1GbE, 32 ГБ RAM; 1 ТБ хранилища.	NGFW-платформа для собственного гипервизора, x86-сервера и ПАК.	Многофункциональный NGFW/UTM-комплекс «Континент 4» с аппаратными платформами и поддержкой алгоритмов ГОСТ.
LDAP / FreeIPA / политики по группам	Имеется LDAP-коннектор с явной поддержкой FreeIPA; пользователи и группы могут использоваться в правилах фильтрации; поддерживаются Captive, Kerberos и NTLM.	Имеется отдельная интеграция с FreeIPA и LDAP-фильтры для группировки пользователей каталога.	Импорт LDAP-групп, Captive-портал, локальный агент аутентификации и браузерная SSO-аутентификация в AD Windows.
Гостевой доступ / портал авторизации	Имеется гостевой портал и Captive-портал.	Имеется веб-аутентификация: неавторизованный пользователь перенаправляется на страницу авторизации NGFW.	Имеется Captive-портал.
BYOD и работа с личными устройствами	Поддержка BYOD, можно ограничивать типы устройств и число устройств на пользователя.	Веб-аутентификация, отдельная BYOD-политика как самостоятельный модуль.	Имеется Captive-портале, BYOD как отдельная функция не выделяется.

URL-фильтрация и контент-контроль	Имеются URL-категории, обновляемые библиотеки и рекомендации по морфологическому анализу категорий.	Имеется URL/контент-фильтр, пользовательские категории, переопределение категорий и морфологические словари.	Имеется URL-фильтрация по категориям, URL-фильтрация без вскрытия SSL/TLS и защитой от вредоносных веб-сайтов.
Отказоустойчивость / кластер	Поддерживаются Active-Active и Active-Passive; есть синхронизация пользовательских сессий.	Кластеризация Active-Passive; распределения трафика между несколькими узлами без перерыва связи.	Кластеризация Active/Passive, переключение менее 1 секунды, сессии синхронизируются.
Несколько провайдеров / балансировка / маршрутизация	Поддержка нескольких провайдеров, балансировка по весам и резервирование; есть OSPF/BGP-сценарии для кластера.	Есть резервирование, статическая и динамическая балансировка между шлюзами; PBR, OSPF/BGP, LACP и multi-WAN.	Есть режимы резервирования и балансировки WAN, поддержка OSPF v2, BGP v4, LACP, QoS и работа с несколькими провайдерами.



Рисунок 1 – Межсетевой экран UserGate D500

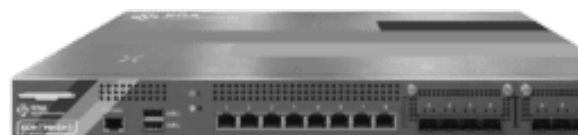


Рисунок 2 – Межсетевой экран Континент 4

Исследование функциональных возможностей межсетевых экранов, представленных в таблице 1, позволяет сделать следующие выводы. Наилучший баланс характеристик для сетевой инфраструктуры кампуса высшего учебного заведения обеспечивает межсетевой экран UserGate UTM D500 с функциями NGFW. Его преимущество заключается в поддержке FreeIPA и LDAP, что позволяет применять политики доступа по группам и к конкретным пользователям. Следует отметить наличие гостевого портала, поддержку BYOD с ограничением по типам и числу устройств на пользователя, поддержку отказоустойчивого кластера Active-Active.

Для Ideco NGFW характерны упрощенные BYOD-политики (как отдельный механизм), фильтрация контента без расшифровки работает только по домену, а не по полному URL, что уменьшает точность веб-фильтрации. Ideco NGFW можно рассматривать как практическое решение для небольших вузов, филиалов или сегментов сети.

«Континент 4» представляет собой функциональное и нормативно сильное решение, особенно в контексте ГОСТ-шифрования и требований к защищенным государственным системам, однако для типовой университетской сети он во многом оказывается избыточным и менее гибким с точки зрения повседневных задач образовательной среды.

Исследование функциональных возможностей и обоснование выбора IP-автоматической телефонной станции. В сетевой инфраструктуре кампуса IP-телефония встроена в общую информационно-коммуникационную среду и работает в тесной связи с остальными информационными системами и сервисами. Через телефонную связь обеспечивается взаимодействие между административными подразделениями, кафедрами, деканатами, учебными отделами, приёмной комиссией, хозяйственными службами, руководством, а также поддерживается внешняя коммуникация с абитуриентами, студентами, поставщиками и государственными структурами. По этой причине устойчивость телефонной связи влияет в том числе и на непрерывность рабочих процессов [8, 9].

При выборе IP-АТС на первый план выходят надёжность, управляемость и техническая совместимость. Существенное значение имеют поддержка интеграции с IP-сетью, удобство администрирования, наличие журналирования и средств контроля событий, возможность резервирования, а также запас по масштабированию, позволяющий не возвращаться к полной замене платформы при росте числа пользователей или при изменении структуры кампуса.

Рассматривались модели АТС [10] – [12], представленных в таблице 2, на рисунках 3-5.

Таблица 2 – Сравнительный анализ IP-АТС

Критерий	Eltex SMG-3016	Yeastar P570	Grandstream UCM6304A
Архитектура	Гибридная платформа: транковый VoIP-платформ с функциями IP-АТС	Модульная IP-АТС для корпоративной среды	IP-АТС/UC-платформа для малого и среднего сегмента
Масштаб и интерфейсы	До 3000 SIP-абонентов, до 768 VoIP-каналов, до 16 E1, поддержка SS7/PRI/V5.2	До 500 пользователей, до 120 одновременных вызовов, до 2 E1/T1/J1	До 250 пользователей и 50 одновременных вызовов; 4 FXS и 4 FXO, без E1
Функции	Аппаратное резервирование, до 2 блоков питания, режим 1+1, выделенный OOB-порт, syslog, SNMP, CDR, RADIUS Accounting	До 250 пользователей и 50 одновременных вызовов; 4 FXS и 4 FXO, без E1	API, secure boot, сертификаты, облачное управление, на уровне серии



Рисунок 3 – АТС Eltex SMG-3016



Рисунок 4 – АТС Yeastar P570



Рисунок 5 – АТС Grandstream UCM6304A

Исследование функциональных возможностей АТС, представленных в таблице 2, позволяет сделать следующие выводы. Grandstream UCM6304A ориентирована на компактный корпоративный сегмент, где важны простота развертывания и работа с ограниченным числом пользователей. Для небольших подразделений такое решение может быть вполне достаточным, однако в масштабах кампуса его возможности выглядят недостаточными.

Yeastar P570 является хорошим вариантом для кампусной сети: есть модульная архитектура, поддержка E1/T1/J1, развитые средства администрирования и безопасности, – но с ограничениями по числу пользователей: даже в старшей конфигурации это решение остается корпоративной IP-АТС среднего масштаба, рассчитанной прежде всего на офисную телефонию.

Eltex SMG-3016 выглядит наиболее подходящим вариантом. Принципиальное преимущество состоит в том, что устройство сочетает свойства транкового шлюза и платформы с функциями IP-АТС. Поддержка до 16 E1-поток, протоколов SS7, PRI и V5.2, а также до 768 VoIP-каналов позволяет применять устройство для узлов связи с существенным запасом производительности. При наличии соответствующих программных опций платформа может использоваться как IP-АТС до 3000 SIP-абонентов, что создаёт резерв не только под текущую эксплуатацию, но и под организационное развитие сети. Таким образом, наиболее обоснованным выбором является именно Eltex SMG-3016.

Список литературы:

1. Мачехин, К.В. Исследование функционала и обоснование выбора устройств коммутации и маршрутизации для реализации кампусной вычислительной сети / К.В. Мачехин, В.А. Раевский, А.М. Донецков, В.В. Сорочан, А.Л. Ткаченко // Оригинальные исследования. – 2026. – №5. – С.84-92. – URL: <https://ores.su/wp-content/uploads/2026/01/84-92.pdf>. – [Дата публикации: --?.05.2026].
2. Дидманидзе, И. Ш. Оптимизация структуры передачи данных в информационно-вычислительной сети вуза / И. Ш. Дидманидзе, М. В. Донадзе, Г. Ш. Кахиани // Международный научный журнал. – 2010. – № 2. – С. 59-67. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_15245021_85335671.pdf (дата обращения: 12.04.2026).
3. Анциферова, В. И. Вычислительная сеть типовой системы управления процессом обучения для вуза с сетью филиалов / В. И. Анциферова // Теория конфликта и ее приложения : Материалы V-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 18–20 ноября 2008 года / Воронежский институт высоких технологий, Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова; Составители: И.Я. Львович, Ю.С. Сербулов. Часть I. – Воронеж: ООО «Издательство «Научная книга», 2008. – С. 63-66.
4. Бобровских, А. В. Локально-вычислительная сеть как один из элементов по оптимизации основных направлений деятельности вуза на примере военно-

- воздушной академии / А. В. Бобровских, Д. А. Мочалов // Инновационное развитие современной науки : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 14 марта 2015 года / Ответственный редактор: Сукиасян А.А. Часть 1. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2015. – С. 45-49.
5. Аппаратный межсетевой экран UserGate D500 // Интернет магазин программного обеспечения в Москве | Внедрение, системная интеграция, обслуживание | ИТ компания «Робот икс» : [сайт]. – URL: <https://www.robotx.ru/programmnoe-obespechenie/informatsionnaya--bezopasnost/mezhsetevoy-ekran/apparatnii-mezhsetevoy-ekran-usergate-d500/> (дата обращения: 17.04.2026).
 6. Ideco NGFW Novum – высокопроизводительный межсетевой экран нового поколения // Межсетевой экран нового поколения IDECO NGFW : [сайт]. – URL: <https://ideco.ru/ngfw-novum/> (дата обращения: 17.04.2026).
 7. NGFW: Next-Generation Firewall Континент 4 - межсетевой экран нового поколения от Кода Безопасности // Код Безопасности - лидер в области средств защиты информации : [сайт]. – URL: https://www.securitycode.ru/products/next_generation_firewall/ (дата обращения: 17.04.2026).
 8. Абашкина, А. IP-АТС против традиционной телефонии / А. Абашкина // Технологии и средства связи. – 2012. – № 2(89). – С. 22-23.
 9. Беляев, А. В. Оценка безопасности учрежденных цифровых и IP-АТС / А. В. Беляев, С. А. Петренко // Защита информации. Инсайд. – 2008. – № 2(20). – С. 74-77. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23274028_95673806.pdf (дата обращения: 19.04.2026).
 10. SMG-3016 Eltex | Транковый шлюз E1, SIP с опцией COPM // SMG-3016 Eltex | Eltex - Российское сетевое и телекоммуникационное оборудование купить в Москве по выгодной цене | Официальный дилер «Элтекс Коммуникации» : [сайт]. – URL: <https://eltexcm.ru/catalog/voip-telephoniya/trankovye-shlyuzy/smg3016.html> (дата обращения: 20.04.2026).
 11. Yeastar P570 // Yeastar – профессиональные гибридные IP-АТС и VoIP-шлюзы | yeastar.ru : [сайт]. – URL: <https://yeastar.ru/products/yeastar-p570/> (дата обращения: 20.04.2026).
 12. Grandstream UCM6304A - IP АТС. До 1000 абонентов / 150 одновременных вызовов, до 150 участников в конф., RemoteConnect, 4xFXS, 4xFXO, 1xWAN, 1xLAN, HA // Grandstream Networks - лучшие телекоммуникационные VoIP решения : [сайт]. – URL: https://www.grandstream.ru/collection/ucm-series-ip-pbxs-63xx_Audio_Series/product/ucm6304a (дата обращения: 20.04.2026).

References:

1. Machekhin, K.V. Research of functionality and justification of choice switching and routing devices for implementing a campus computing network / K.V. Machekhin, V.A. Raevsky, A.M. Donetskov, V.V. Sorochan, A.L. Tkachenko // Original'nye issledovaniya. – 2026. – №5. – P.84-92. – URL: <https://ores.su/wp-content/uploads/2026/01/84-92.pdf>. – [Publication date: --?.05.2026]. (In Russian).

2. Didmanidze, I. Sh. Optimization of data transfer structure in high school data-computing network / I. Sh. Didmanidze, M. V. Donadze, G. Sh. Kakhiani // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. – 2010. – № 2. – P. 59-67. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_15245021_85335671.pdf (access date: 12.04.2026). (In Russian).
3. Antsiferova, V. I. Vychislitel'naya set' tipovoj sistemy upravleniya protsessom obucheniya dlya vuza s set'yu filialov / V. I. Antsiferova // Teoriya konflikta i ee prilozheniya : Materialy V-j Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferentsii, Voronezh, 18–20 noyabrya 2008 goda / Voronezhskij institut vysokikh tekhnologij, Voronezhskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet im. G.F. Morozova; Sostaviteli: I.Ya. L'vovich, Yu.S. Serbulov. Chast' I. – Voronezh: OOO «Izdatel'stvo «Nauchnaya kniga», 2008. – P. 63-66. (In Russian).
4. Bobrovskikh, A. V. Lokal'no-vychislitel'naya set' kak odin iz elementov po optimizatsii osnovnykh napravlenij deyatel'nosti vuza na primere voenno-vozdushnoj akademii / A. V. Bobrovskikh, D. A. Mochalov // Innovatsionnoe razvitie sovremennoj nauki : Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, Ufa, 14 marta 2015 goda / Otvetstvennyj redaktor: Sukiasyan A.A.. Chast' 1. – Ufa: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «Aeterna», 2015. – P. 45-49. (In Russian).
5. Apparatnyj mezhsetevoy ekran UserGate D500 // Internet magazin programmnoho obespecheniya v Moskve | Vnedrenie, sistemnaya integratsiya, obsluzhivanie | IT kompaniya «Robot iks» : [site]. – URL: <https://www.robotx.ru/programmnoe-obespechenie/informatsionnaya--bezopasnost/mezhsetevoy-ekran/apparatnii-mezhsetevoy-ekran-usergate-d500/> (access date: 17.04.2026). (In Russian).
6. Ideco NGFW Novum – vysokoproizvoditel'nyj mezhsetevoy ekran novogo pokoleniya // Mezhssetevoy ekran novogo pokoleniya IDECO NGFW : [site]. – URL: <https://ideco.ru/ngfw-novum/> (access date: 17.04.2026). (In Russian).
7. NGFW: Next-Generation Firewall Kontinent 4 - mezhsetevoy ekran novogo pokoleniya ot Koda Bezopasnosti // Kod Bezopasnosti - lider v oblasti sredstv zashchity informatsii : [site]. – URL: https://www.securitycode.ru/products/next_generation_firewall/ (access date: 17.04.2026). (In Russian).
8. Abashkina, A. IP-ATS protiv traditsionnoj telefonii. [Text] / A. Abashkina // Tekhnologii i sredstva svyazi. – 2012. – № 2(89). – P. 22-23. (In Russian).
9. Belyaev, A. V. Otsenka bezopasnosti uchrezhdencheskikh tsifrovyykh i IP-ATS / A. V. Belyaev, S. A. Petrenko // Zashchita informatsii. Insajd. – 2008. – № 2(20). – P. 74-77. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23274028_95673806.pdf (access date: 19.04.2026). (In Russian).
10. SMG-3016 Eltex | Trankovyy shlyuz E1, SIP s optsiej SORM // SMG-3016 Eltex | Eltex - Rossijskoe setevoe i telekommunikatsionnoe oborudovanie kupit' v Moskve po vygodnoj tsene | Ofitsial'nyj diler «Elteks Kommunikatsii» : [site]. – URL: <https://eltexcm.ru/catalog/voip-telephoniya/trankovye-shlyuzy/smg3016.html> (access date: 20.04.2026). (In Russian).

11. Yeastar P570 // Yeastar — professional'nye gibridnye IP-ATS i VoIP-shlyuzy | yeastar.ru : [site]. – URL: <https://yeastar.ru/products/yeastar-p570/> (access date: 20.04.2026). (In Russian).
12. Grandstream UCM6304A - IP ATC. Do 1000 abonentov / 150 odnovremennykh vyzovov, do 150 uchastnikov v konf., RemoteConnect, 4khFXS, 4xFXO, 1xWAN, 1xLAN, HA // Grandstream Networks - luchshie telekommunikatsionnye VoIP resheniya : [site]. – URL: https://www.grandstream.ru/collection/ucm-series-ip-pbxs-63xx_Audio_Series/product/ucm6304a (access date: 20.04.2026). (In Russian).