

DOI: <https://doi.org/10.15407/usim.2018.01.079>

УДК 681.513.7

**Я.М. АНТОНЮК**, научн. сотрудник, [vig@irtc.org.ua](mailto:vig@irtc.org.ua)

**Т.Н. ПРУС**, инж.-программист, [prus@irtc.org.ua](mailto:prus@irtc.org.ua)

Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем  
НАН и МОН Украины, просп. Глушкова, 40, Киев 03187, Украина

## **ОРГАНИЗАЦИЯ КОНВЕРГЕНТНОЙ КАМПУСНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЫ АКАДЕМИЧЕСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

---

*В статье алгоритмически структурирован процесс проектирования конвергентной компьютерной инфраструктуры академического учреждения. Показаны варианты построения от сверхбюджетного экономичного решения до полномасштабного развёрнутого с использованием облачных технологий. Построена модель комплекса управления указанной инфраструктурой – базовый компьютерный телекоммуникационный узел.*

**Ключевые слова:** мультисервисная компьютерная сеть, конвергентная компьютерная сеть, корпоративные облачные технологии, академическая инфраструктура, кампусная сеть.

### **Введение**

Организация мультисервисного пространства в кампусных и корпоративных сетях – основа проектирования компьютерных сетей (КС) учреждений академического типа. Разноплановость специфики работы научных отделов и подразделений генерирует нагрузку опорной части КС академического кампуса с высокой степенью вероятности коллизий и понижения общей пропускной способности [1]. Поэтапная конструкция сетевой структуры, удовлетворяющей пользовательским условиям, требует организацию этапа предварительного планирования, учитывающего специфику каждого этапа реализации, контроля состояния трафика и стабильность сервисного облака [2].

### **Постановка задачи**

В статье поставлена задача построения архитектурного решения КС, поддерживающей ши-

рокий спектр протоколов прикладного уровня сетевой модели, голосовой и видео связи, в учреждениях, базирующихся на типовой структуре НАН и МОН Украины. Поскольку набор стандартного оборудования, обеспечивающего базовый набор прикладных протоколов стандартного интернет-стека, зачастую не соответствует необходимому потенциалу, предлагается первичная систематизация вариантов компоновки опорной сетевой инфраструктуры.

### **Методическая последовательность формирования инфраструктуры кампусной КС**

Процесс построения КС академического учреждения согласуется с постепенным усложнением задач, по мере создания локальных сетей подразделений и объединения в общую административно-хозяйственную структуру поддержки научных отделов и создания об-

щей среды поддержки научно-исследовательского процесса обмена, обработки и хранения данных [3].

Вопрос унификации коммуникаций с целью экономии средств, а также удобства их эксплуатации и администрирования составляет концепцию мультисервисных сетей (МСС), конвергентных коммуникаций [4, 5], облачных структур.

Согласно нормативной базе НАН и МОН, а также на основе анализа организации прямого подчинения указанным структурам – Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем [6], составлена базовая схема взаимодействия подразделений академической инфраструктурой (рис. 1).

Схема на рис. 1 ориентирована на обеспечение подразделений и аппарата управления условиями сетевого компьютерного взаимодействия. Построение административной логики

данного представления делает очевидным необходимость создания управляющей сетевой программно-аппаратной структуры, осуществляющей управление и поддержку функционирования схемы в целом – базовый компьютерный телекоммуникационный узел (БКТУ). Здесь же определяется структуризация основного функционального набора БКТУ:

- сектор базового программного обеспечения (ПО) и системного администрирования;
- сектор сетевого обслуживания, управления и контроля;
- сектор служб *VoIp*.

Более подробно с учетом сетевых компонент рассматриваемая структура приведена на рис. 2.

Опираясь на схему рис. 2, можно проследить, как подразделения специального предназначения генерируют необходимость организации поддержки соответствующего набора протоколов и программного обеспечения на

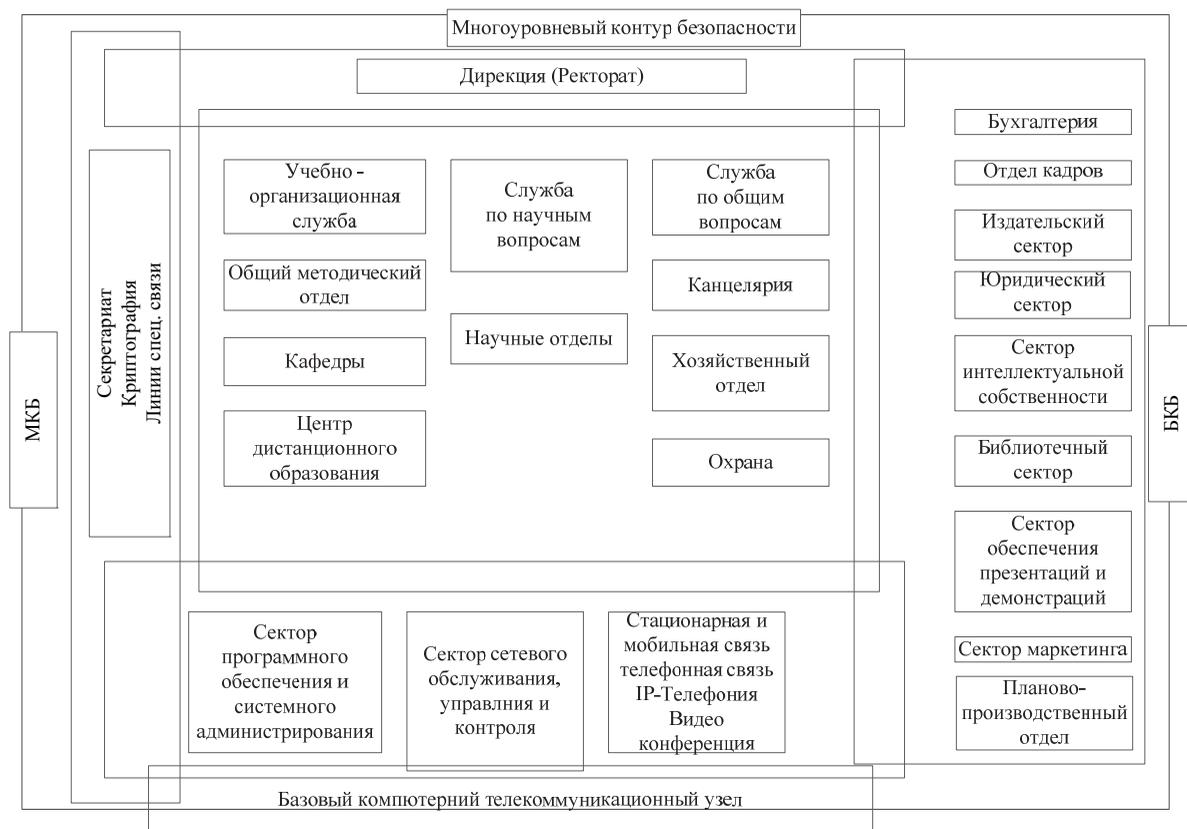


Рис. 1

прикладном уровне. Реализуемый спектр программ и протоколов обрабатывается, распределяется, фильтруется на уровне опорной сети телекоммуникационной инфраструктуры учреждения, обеспечивая мультисервисность и формируя структуру управляющего комплекса – БКТУ [7].

Наращивание и комбинирование со службами *VoIP*-сервисной структуры, организация поддержки услуг БКТУ позволяют говорить о создании конвергентной среды в корпоративной кампусной КС.

С точки зрения пользователя, МСС и конвергентные решения выглядят очень похожими. При этом термин конвергентные сети остается в достаточной степени понятием философским, так как нет чётких критериев, позволяющих определить, является ли сеть конвергентной. Точнее можно определить насколько

конвергентна сеть или возможность повышения уровня конвергенции в данной сети. В данном случае нельзя рассматривать какой-то один сегмент физической сети; конвергентная сеть – понятие скорее виртуальное, чем физическое, хотя и предусматривает наличие специализированного оборудования и ПО [8, 9].

Мультисервисные сети как средство организации единообразных коммуникаций призваны отвечать следующим требованиям:

- наличие единого транспортного уровня, обеспечивающего передачу всех предусмотренных форматов данных;
- обеспечение соответствующего качества (*QoS*) для типов данных, требовательных к задержкам (например, *IP*-телефония);
- возможность управления всеми потоками данных в рамках единой системы управления или консоли.

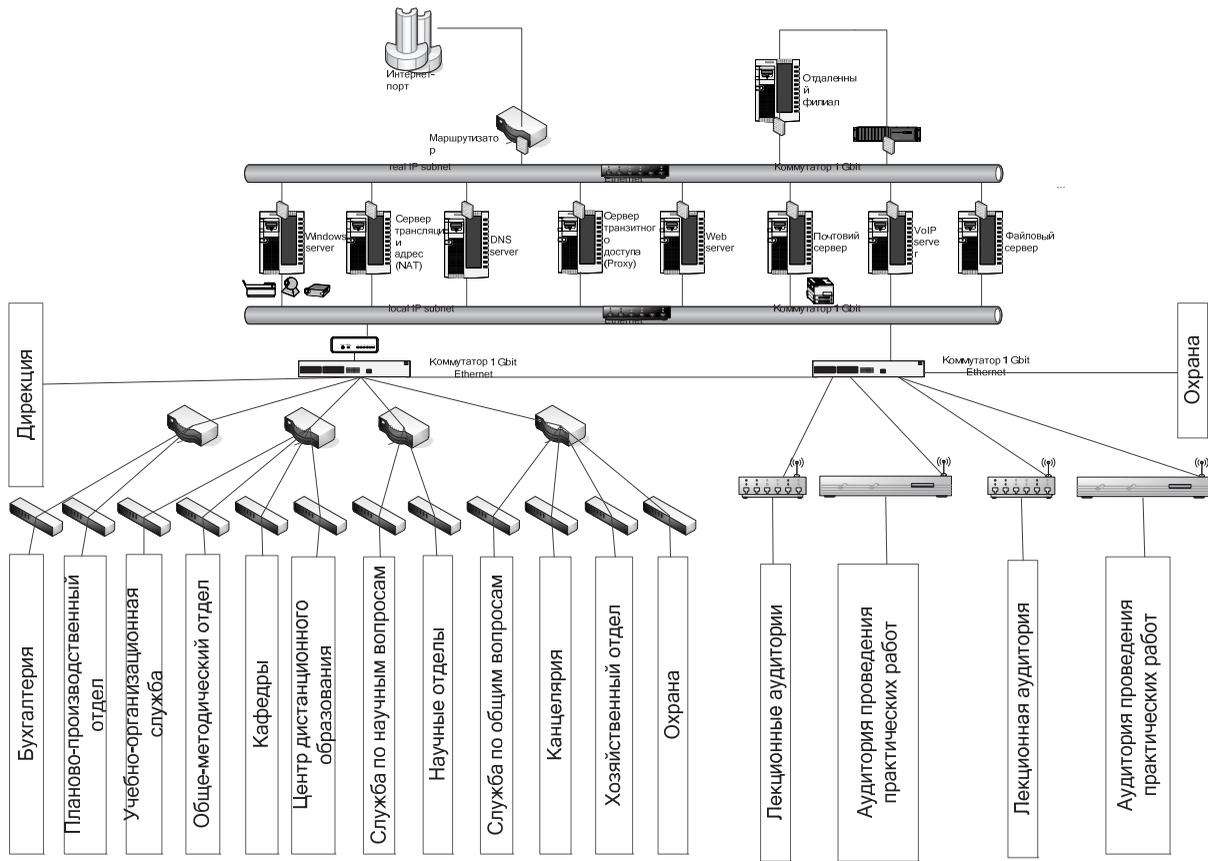


Рис. 2

Такой подход позволяет создать устойчивую инфраструктуру и передавать по ней различные типы данных, и поэтому используется сегодня как во многих корпоративных сетях, так и многими телекоммуникационными провайдерами во всем мире. Основное преимущество мультисервисных сетей для многих потребителей – возможность передачи данных на базе каналов телефонной связи, имеющих у многих телекоммуникационных провайдеров. Соответственно, появляется возможность повысить количество сервисов, используя имеющуюся инфраструктуру и не производя при этом вложений в ее модернизацию.

Встречный процесс – интеграция дополнительных услуг в существующие сети передачи данных. Таким образом, мультисервисные сети остаются и будут оставаться востребованными для работы в рамках фиксированной инфраструктуры типа кампус, особенно если она отличается невысокой пропускной способностью.

Конвергентные сети в отличие от мультисервисных не решают таких задач, как экономия полосы пропускания в чистом виде, что связано с постоянно растущей динамикой скоростей технологий построения локальных вычислительных сетей (ЛВС), дешевеющих

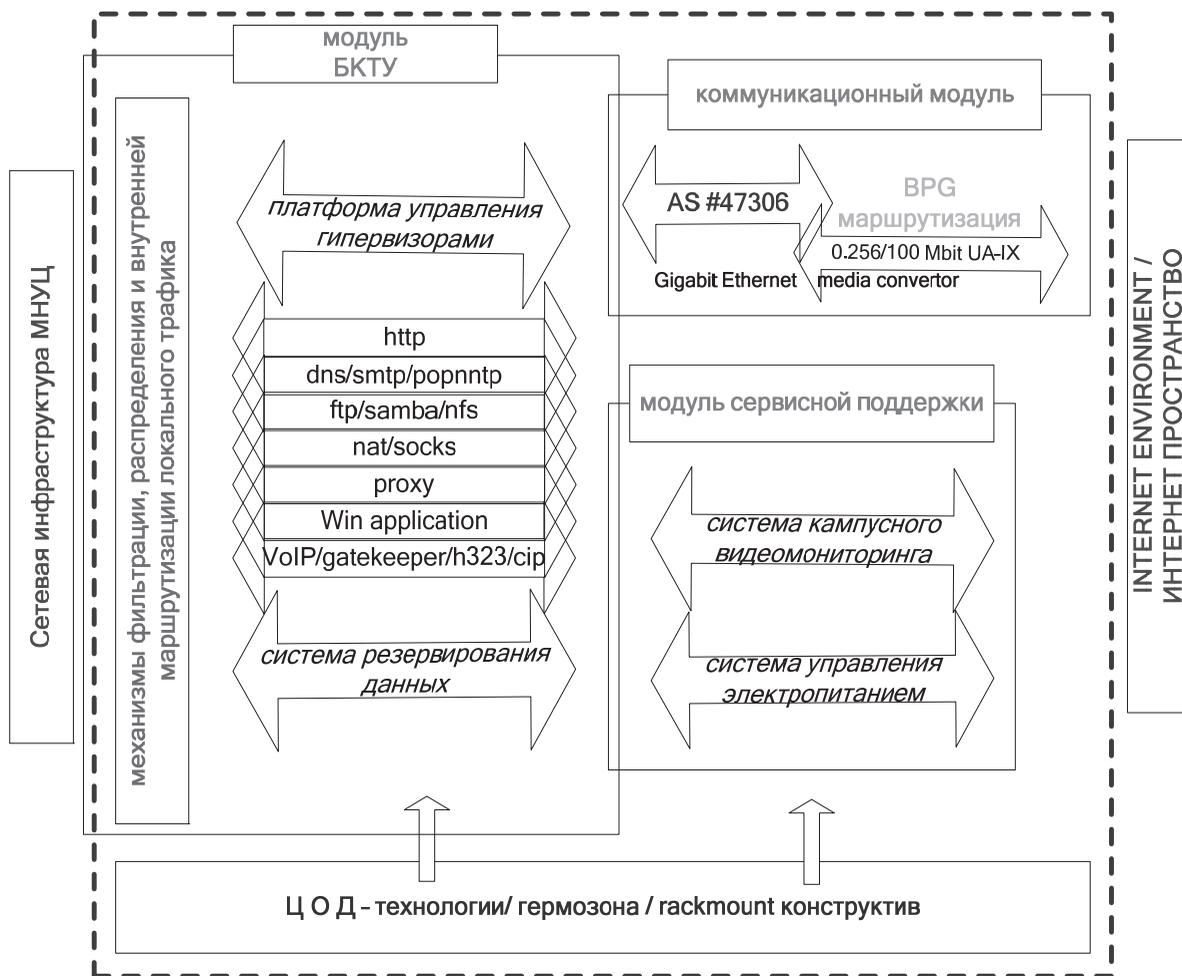


Рис. 3

тарифов на передачу данных. Конечно, в рамках конвергентной сети также возможна экономия трафика, изменение качества передачи того же голоса, но это уже не первоочередная задача, и ее решение зависит от качества работы приложений.

Основные требования, которые выдвигаются перед конвергентными сетями, — это возможность оперативно дополнить или изменить сервисы, действующие внутри сети, а также обеспечить пользователю возможность унифицированного доступа к сервисам независимо от его географического местоположения, используемого оборудования и способа подключения к сети, при условии достаточной пропускной способности канала [9].

Поэтому, понятие конвергентности можно рассматривать применительно к любым аппаратно-программным платформам, которые обеспечивают единообразный доступ к различным приложениями и сервисам.

Отметим, что реализация опыта взаимодействия пользовательской очереди КС с различными системами общения и набором мультисервисных сетей (МСС), конвергентные коммуникации не только делают работу сотрудников удобнее, но и позволяют значительно снизить затраты на коммуникации в рамках учреждения.

Таким образом, на основе анализа функционирования мультисервисного набора, реализуемого в опорной части КС, сформирован комплекс БКТУ, разработана методика организации системы управления конвергентного базовым компьютерным телекоммуникационным узлом корпоративной сети учреждения академического типа (рис. 3).

В качестве инфраструктуры передачи данных для конвергентных коммуникаций используется та же многоуровневая модель организации сети, как и в случае МСС. Использование современных протоколов дает возможность получить информацию о характеристике сеанса передачи данных уже при его

инициации. Поэтому в сетях с интеллектуальным управлением может быть реализована система координации коммуникаций, учитывающая потребности приложений в пропускной способности, требования *QoS* и *SLA*, что может быть актуально не только для кампусных КС, но и для сетей уровня телекоммуникационных провайдеров. Таким образом, конвергентная сеть может в реальном времени модифицировать свое состояние, отдавая приоритет определённому сервису, либо подбирая для этого потока данных оптимальные параметры качества и учитывая характеристики сети передачи данных, а также серверной инфраструктуры.

Рассматриваемые КС требуют обеспечения безопасности, которая должна быть реализована сразу на нескольких уровнях. Если представлять сеть как совокупность средств, работающих на различных уровнях, то защита требуется на каждом из них, начиная с нижнего транспортного уровня и заканчивая серверами приложений.

## Заключение

В современной экономической обстановке создание оптимизированных вычислительных систем — определяющая возможность существования учреждений академического сектора [10]. Созданный программно-технический комплекс управления БКТУ позволяет осуществлять гибкое перераспределение вычислительной мощности серверных станций в зависимости от нагрузки текущей обработки запросов. Внедрено экономичное бюджетное решение адаптации облачных платформ управления гипервизорами виртуальных серверных блоков.

Технология управления вычислительными мощностями совмещена с балансировкой сетевых ресурсов — внутренней и внешней динамической маршрутизацией, реализуемой протоколами стандартного стека.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В.* Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку. – К.: Техніка, 2004. – 221 с.
2. *Гриценко В.И., Урсатьев А.А., Лозинский А.П.* Облачные технологии Многоцелевых комплексов геораспределенных систем // УСиМ. – 2015. – № 2. – С. 4–17.
3. *Исследование сегмента корпоративной сети передачи данных формата Ethernet с целью повышения надежности и скорости доставки пакетов дифференцированного трафика.* – [http://stud.wiki/programming/3c0a65625a3ad78b4d53b89521306c26\\_0.html](http://stud.wiki/programming/3c0a65625a3ad78b4d53b89521306c26_0.html)
4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Конвергенция\\_\(телекоммуникации\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Конвергенция_(телекоммуникации))
5. *Основные тенденции в сфере унифицированных коммуникаций для среднего бизнеса.* – [https://www.cisco.com/c/dam/global/ru\\_ru/assets/pdfs/2017/pdfs/co\\_05\\_midsize\\_bus\\_insp1\\_forr\\_top\\_uc\\_trnds\\_cte\\_wp\\_ru.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/ru_ru/assets/pdfs/2017/pdfs/co_05_midsize_bus_insp1_forr_top_uc_trnds_cte_wp_ru.pdf)
6. *Antoniuk Y.M.* Development academy institution telecommunication infrastructure // УСиМ. – 2015. – № 5. – С. 45–51, 78.
7. *Антонюк Я.М.* Розробка телекомунікаційної інфраструктури академічних установ // Одинадцята міжнар. конф. «Нові інформаційні технології в освіті для всіх», ІТЕА-2016. – 26–27 лист. 2016. – К.: МННЦІТтаС. – 172 с.
8. *Манак А.Ф., Синица Е.М.* Непрерывное образование и инновационные электронные научно-образовательные пространства / В коллективной монографии «Новые информационные технологии в образовании для всех: непрерывное обучение» – К.: Академперіодика, 2013. – С. 121–205.
9. *Романов А.И.* Телекоммуникационные сети и управление. – К.: Киевский нац. ун-т имени Тараса Шевченко, 2003 – 247 с.
10. *Закон України «Про телекомунікації».* – <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1280-15>

Поступила 04.10.2017

## REFERENCES

1. *Steklov V.K., Berkman L.N., Kilchitskiy E.V.* Optimizatsiya ta modelyuvannya pristroyiv i system zv'yazku, K.: TehnIka, 2004, 221 p. (In Russian).
2. *Gritsenko V.I., Ursatev A.A., Lozinskiy A.P.* Oblachnyie tehnologii mnogotselevyih kompleksov georaspredelennyih sistem, Upr. sist. маь., 2015, N 2, P. 4–17. (In Russian).
3. *Issledovanie segmenta korporativnoy seti peredachi dannyih formata Ethernet s tselyu povyisheniya nadezhnosti i skorosti dostavki paketov differentsirovannogo trafika.* – [http://stud.wiki/programming/3c0a65625a3ad78b4d53b89521306c26\\_0.html](http://stud.wiki/programming/3c0a65625a3ad78b4d53b89521306c26_0.html) (In Russian).
4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Convergence\\_\(telecommunications\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Convergence_(telecommunications)) (In Russian).
5. *Osnovnyie tendentsii v sfere unifitsirovannyih kommunikatsiy dlya srednego biznesa,* [https://www.cisco.com/c/dam/global/ru\\_ru/assets/pdfs/2017/pdfs/co\\_05\\_midsize\\_bus\\_insp1\\_forr\\_top\\_uc\\_trnds\\_cte\\_wp\\_ru.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/ru_ru/assets/pdfs/2017/pdfs/co_05_midsize_bus_insp1_forr_top_uc_trnds_cte_wp_ru.pdf)
6. *Antoniuk Y.M.* Development academy institution telecommunication infrastructure // Upr. sist. маь., N 5, K., 2015, P. 45–51, 78.
7. *Antonyuk Y.M.* Rozrobka telekomunikatsiyanoi infrastrukturi akademichnih ustanov. Odinadtsyata mizhnar. konf. «Novi informatsiyi tehnologiyi v osviti dlya vsih» // 11 mizhnarodna konf. ІТЕА, 2016, 26–27 lyst. 2016, Kiyiv: MNNTsITtaS. 29 list. 2016, 172 p. (In Ukrainian).
8. *Manako A.F., Sinitsa E.M.* Npreryivnoe obrazovanie i innovatsionnyie elektronnyie nauchno-obrazovatelnyie prostranstva. V kolektivniy monografii «Novyie informatsionnyie tehnologii v obrazovanii dlya vseh: nepreryivnoe obuchenie», K., Akademperiodika, 2013, P. 121–205. (In Russian).
9. *Romanov A.I.* Telekommunikatsionnyie seti i upravlenie. KNUtSh, K.: Kievskiyun-t, 2003, 247 p. (In Russian).
10. *Zakon Ukrayini «Pro telekomunikatsiyi»,* <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1280-15>. (In Ukrainian).

Received 04.10.2017

Y.M. Antoniuk, Researcher Associate, ant@irtc.org.ua

T.M. Prus, Ingeneer-programmer, prus@irtc.org.ua

International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems  
of the NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine

## ORGANIZATION OF THE CONVERGED CAMPUS COMPUTER ENVIRONMENT AT THE ACADEMIC INSTITUTION

**Introduction.** The issue of the multi-service space organization on campus and corporate networks are fundamental in the design computer networks (CN) at the institutions of the academic type. The diversity of the scientific departments and divisions specific work generate a load of the support part of the CN at the academic campus with a high degree of probability of collisions and lowering of the total throughput ability. A phased network design that satisfies user requirements involves the organization of the stage preliminary planning, taking into account the specificity of each stage implementation, monitoring the status of traffic and the stability of the service clouds.

**Purpose.** In the resulted material the task of the architectural solution supporting construction of a wide range of the network model protocols level, voice and video communication, in institutions based on the standard structure of NAS and MES of Ukraine. Since the standard equipment that provides a basic set of application protocols of the standard Internet-stack, often does not correspond necessary potential, the primary systematization is proposed options for linking the core network infrastructure.

**Methods.** The method of step-by-step integration of the additional services into existing data transmission networks is used.

**Results.** Based on the analysis of the multi service set functioning, implemented in the support part of the KN formed a complex of BKTU, developed a methodology for organizing the management system of convergent the basic computer telecommunication node of the corporate network institutions of the academic type.

**Conclusion.** In the current economic environment, the creation of optimized computer systems are the determining the possibility of existing institutions of the academic sector [10]. Created the software and hardware control system of the BKTU allows to redistribute the processing power server stations depending on the load of the current processing requests, to implement an economical budget decision, to adapt the cloud hyper visor management platforms for virtual server units. The technology of managing computing power is combined with balancing network resources - internal and external dynamic routing, implemented by the standard stack protocols.

**Keywords:** *multiservice computer network, convergenta computer network, corporate cloud technologies, academic infrastructure, campus network.*

Я.М. Антонюк, наук. співробітник, ant@irtc.org.ua

Т.М. Прус, інж.-програміст, prus@irtc.org.ua

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій  
та систем НАН та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна

## ОРГАНІЗАЦІЯ КОНВЕРГЕНТНОГО КАМПУСНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА АКАДЕМІЧНОЇ УСТАНОВИ

**Вступ.** Організація мультисервісного простору в кампусних і корпоративних мережах є основним пи при проектуванні комп'ютерних мереж установ академічного типу. Різноманітність специфіки роботи наукових відділів і підрозділів генерують навантаження опорної частини комп'ютерних мереж академічного кампуса з високим ступенем ймовірності колізій і зниження загальної пропускну здатності. Поетапна конструкція мережевої структури, що задовольняє вимоги користувача, потребує організації етапу попереднього планування, що враховує специфіку кожного етапу реалізації, контролю стану трафіку і стабільність сервісної хмари.

**Мета.** У пропонованому матеріалі поставлено завдання побудови архітектурного рішення комп'ютерних мереж, що підтримує широкий спектр протоколів прикладного рівня мережевої моделі, голосового та відеозв'язку, в установах, які базуються на типовій структурі НАН і МОН України. Оскільки набір стандартного устаткування, яке забезпечує базовий набір прикладних протоколів стандартного інтернет-стека, часто не відповідає необхідному потенціалу, пропонується первинна систематизація варіантів компонування опорної мережевої інфраструктури.

**Методи.** Використано метод поетапної інтеграції додаткових послуг у існуючі мережі передачі даних.

**Результат.** На основі аналізу функціонування мультисервісного набору, реалізованого в опорній частині КМ, сформовано базовий комп'ютерний телекомунікаційний вузол (БКТВ), розроблено методику організації системи управління конвергентним базовим комп'ютерним телекомунікаційним вузлом корпоративної мережі установи академічного типу

**Висновки.** У сучасній економічній обстановці створення оптимізованих обчислювальних систем є визначальною можливістю існування установ академічного сектора. Створений програмно-технічний комплекс управління БКТВ дозволяє здійснювати гнучкий перерозподіл обчислювальної потужності серверних станцій в залежності від навантаження поточної обробки запитів. Впроваджено економічне бюджетне рішення адаптації хмарних платформ управління гіпервізорами віртуальних серверних блоків. Технологія управління обчислювальними потужностями поєднана з балансуванням мережевих ресурсів – внутрішньою і зовнішньою динамічною маршрутизацією, яка реалізується протоколами стандартного стека.

**Ключові слова:** мультисервісна комп'ютерна мережа, конвергентна комп'ютерна мережа, корпоративні хмарні технології, академічна інфраструктура, кампусна мережа.