

В.А. Юхимец, В.Г. Терентюк, В.А. Науринский, В.В. Куц, В.В. Яровой,  
А.С. Ерёмкина, А.Л. Мельник, А.С. Лисневич

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА. ВНЕДРЕНИЕ И ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**

### **ЧАСТЬ 2**

ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии им. Ф.Г. Яновского  
НАМН Украины»  
ООО «АЛТ Украина Лтд.»

В **1-й части** статьи были приведены определения АМИС, задачи, которые она решает в ЛПУ, назначение и область ее использования, основные примененные нами технические решения, в частности, архитектура и состав основных подсистем, логическая и функциональная архитектура системы в целВС, решения относительно защиты информации. Во 2-й части освещены вопросы технического и базового программного обеспечения и структуры управления АМИС.

#### **4.4. Техническое и базовое программное обеспечение АМИС.**

Для обеспечения работы программно-аппаратного комплекса «Автоматизированная медицинская информационная система» (АМИС), в соответствии с требованиями разработанного Технического задания, нами было установлена и используется соответствующая программно-аппаратная среда, которая включает в себя несколько подсистем. Часть этих подсистем была построена на базе существующего оборудования и инфраструктуры ЛВС института, часть подсистем была поставлена как составляющая АМИС:

- подсистема управления локальной сетью, пользователями и серверами, в том числе серверами и пользователями АМИС (эта подсистема существовала в институте до начала внедрения):

- контроллеры домена с операционной системой MS Windows Server 2000/2003, рабочие станции отдела информационно-компьютерных технологий с ОС MS Windows XP и выше, прикладным ПО для управления сетью и др.;

- отказоустойчивая подсистема обработки транзакций и сохранения данных, которая включает сервер БД и дисковый массив с распределением дисков на несколько отдельных отказоустойчивых массивов (RAID 5, 6, 10):

- дисковый массив DELL Powervault MD3620f DC + 2 порта 8Gb Fibre Channel
- дисковый массив DELL Powervault MD1200 + 2 порта 8Gb Fibre Channel
- диски типа 300GB 2.5in 15K 6Gb SAS, 600GB 2.5in 10K 6Gb SAS и 3TB 3.5in 7.2K rpm 6Gb NL SAS;

- блейд-шасси Dell PE M1000e Blade Enclosure;
- шкаф DELL PE 4220 42U + Dell UPS Network Management Card;
- источник бесперебойного питания DELL UPS Rack 5600W 4U 32A 1phase;
- коммутатор DELL Powerconnect M6220 Switch 20 Port 3Y;
- коммутатор DELL Brocade M5424 FC8 Switch 12 Ports with 2x 8Gb Sfps 3Y;
- коммутатор HP-V1905-24;
- серверы DELL Poweredge M520 2xe5-2407 64GB 0ME2572 DRAG Ent 3Y (2 процессора Intel® Xeon® E5-2407 2.20Ghz, 10M Cache, 6.4GT/s QPI, No Turbo, 4C, 80W + 8 модулей 8GB RDIMM, 1333 Mhz, Low Volt, Dual Rank, x4 Data Width + On-Board Broadcom 5720 2x Dual Port 1GBE + Qlogic QME2572 8Gbps Fibre Channel I/O Mezz Card for M-Series Blades (серверы терминального доступа);

- сервер DELL Poweredge M520 2xe5-2420 16GB QME2572 idrac Ent 3Y (2 процессора Intel Xeon 6C Processor Model E5-2420 95W 1.9Ghz/1333Mhz/15MB + 2 модуля 8GB RDIMM, 1333 Mhz, Low Volt, Dual Rank, x4 Data Width + On-Board Broadcom 5720 2x Dual Port 1GBE + Qlogic QME2572 8Gbps Fibre Channel I/O Mezz Card for M-Series Blades (сервер АМИС);

- сервер DELL Poweredge M520 2xe5-2440 64GB QME2572 idrac Ent 3Y (2 процессора Intel Xeon E5-2440 2.40Ghz, 15M Cache, 7.2GT/s QPI, Turbo, 6C, 95W + 8 модулей 8GB RDIMM, 1333 Mhz, Low Volt, Dual Rank, x4 Data Width + On-Board Broadcom 5720 2x Dual Port 1GBE + Qlogic QME2572 8Gbps Fibre Channel I/O Mezz Card for M-Series Blades (сервер БД SQL);

- сервер DELL Poweredge M520 2xe5-2420 16GB QME2572 idrac Ent 3Y (2 процессора Intel® Xeon® E5-2407 2.20Ghz, 10M Cache, 6.4GT/s QPI, No Turbo, 4C, 80W + 2 модуля 8GB RDIMM, 1333 Mhz, Low Volt, Dual Rank, x4 Data Width + On-Board Broadcom 5720 2x Dual Port 1GBE + Qlogic QME2572 8Gbps Fibre Channel I/O Mezz Card for M-Series Blades (сервер PACS).

На приведенных серверах установленное такое лицензионное базовое ПО:

- Microsoft Windows Server Standard 2012 R2;
- Microsoft Sql-server Standard 2012;
- сервер подключений тонких клиентов Syselegance Application Server,

и серверная часть ПО АМИС;

- подсистема создания резервных копий и восстановления данных (отдельный сервер, смонтированный в отдельном стандартном шкафу):

- сервер DELL Powervault NX400 4x3TB 7.2K 3Y (2 процессора Intel Xeon 4C Processor Model E5-2403 80W 1.8Ghz/1066Mhz/10MB, 2 модуля 4GB (1x4GB, 1Rx4, 1.35V) PC3L-10600 CL9 ECC DDR3 1333Mhz LP RDIMM, On-Board Dual Gigabit Network Adapter, операционная система Windows Storage Server 2012 Standard Edition OEM, 3TB 7.2K RPM Near-Line SAS 6Gbps 3.5in Hot-plug Hard Drive + RAID 5 for H710/H310 (3-8 Hdds) с устройством бесперебойного питания APC Smart-ups 1500VA USB;

- подсистема защиты от вторжения на серверные подсистемы и клиентские автоматизированы рабочие места (АРМ):

- система комплексной антивирусной защиты ESET;
- другие средства ограничения доступа, контроля прав доступа и регистрации попыток несанкционированного доступа, механизмы выявления сканирования портов и защиты от разных типов сетевых атак на сайт и прочее ПО, функционировавшее в институте до начала внедрения АМИС;

- инфраструктура ЛВС (сетевые устройства и линии связи):

- коммутационные узлы, существовавшие в институте, в составе шкафов для коммутаторов 12U, управляемых коммутаторов HP Procurve Switch и устройств бесперебойного питания APC Back-ups CS 500VA;

- персональные компьютеры, принтеры, сканеры и другое оборудование для организации АРМ пользователей системы – медицинских работников:

- настольные компьютеры на платформах x86 и x64 различных производителей, приобретенные институтом в разное время, под управлением операционных систем MS Windows 2000/XP/7/8 с устройствами бесперебойного питания APC Back-ups CS 500VA;

- «тонкие» клиенты Luxs TC-117-ACC;
- принтеры для печати документов HP Laserjet P1606dn;
- устройства печати штрих-кодов ZEBRA LP/TLP 2824;
- устройства считывания штрих-кодов Zebex Z-3100.

#### **4.4.1. Решения относительно взаимодействия основных подсистем и обеспечения совместимости.**

##### **4.4.1.1. Подсистемы управления.**

ПАК АМИС состоит из комплекса подсистем управления на программном и аппаратном уровне, обеспечивающих выполнение следующих задач:

- планирование и управление доступом к сетевым ресурсам, в частности, к серверам управления сетью (уже существовавшей в институте) и серверов, поставляющихся в составе ПАК АМИС, в том числе для пользователей, которые осуществляют доступ к сети и ПАК с помощью терминальных сессий;

- регистрация и назначение прав доступа пользователям;
- организация работы пользователей в рамках единого программного комплекса;
- администрирование и диагностика сервера БД;
- администрирование и диагностика сервера программных приложений и подключений;

- администрирование и диагностика сервера приложений для работы с диагностическим и лабораторным оборудованием, сохранение данных о медицинских цифровых файлах (PACS);

- администрирование и диагностика сервера терминальных подключений;
- администрирование и диагностика систем хранения данных, основной и резервной;

- настройка и контроль производительности серверов и сети;
- администрирование и диагностика ПО АМИС;
- надежное хранение информации, появляющейся в процессе работы ЛПУ, а именно: медицинская, статистическая, управленческая, персональные данные пациентов, медицинские цифровые файлы как результаты исследований и диагностики, и т.п.

**4.4.1.2. Взаимодействие серверных подсистем.** Взаимодействие серверных подсистем схематично изображенная на рисунке 3.

Далее приведено назначение каждого сервера, входящего в эту подсистему.

##### **4.4.1.3. Сервер программных приложений и подключений.**

Сервер программных приложений для внутренних клиентов, клиентов Интранета (в т.ч. сервер Web-приложений) обеспечивает взаимосвязь между программными

компонентами ПО АМИС и организует работу пользователей в рамках единого программного комплекса, в т.ч. выполняет следующие функции:

- получение запросов и контроль входных данных Пользователей с помощью серверных сценариев;
- реализация бизнес-логики обработки запросов с помощью активных серверных объектов: страниц ASPX, HTML, серверов COM+, элементов управления ActiveX и прочие;

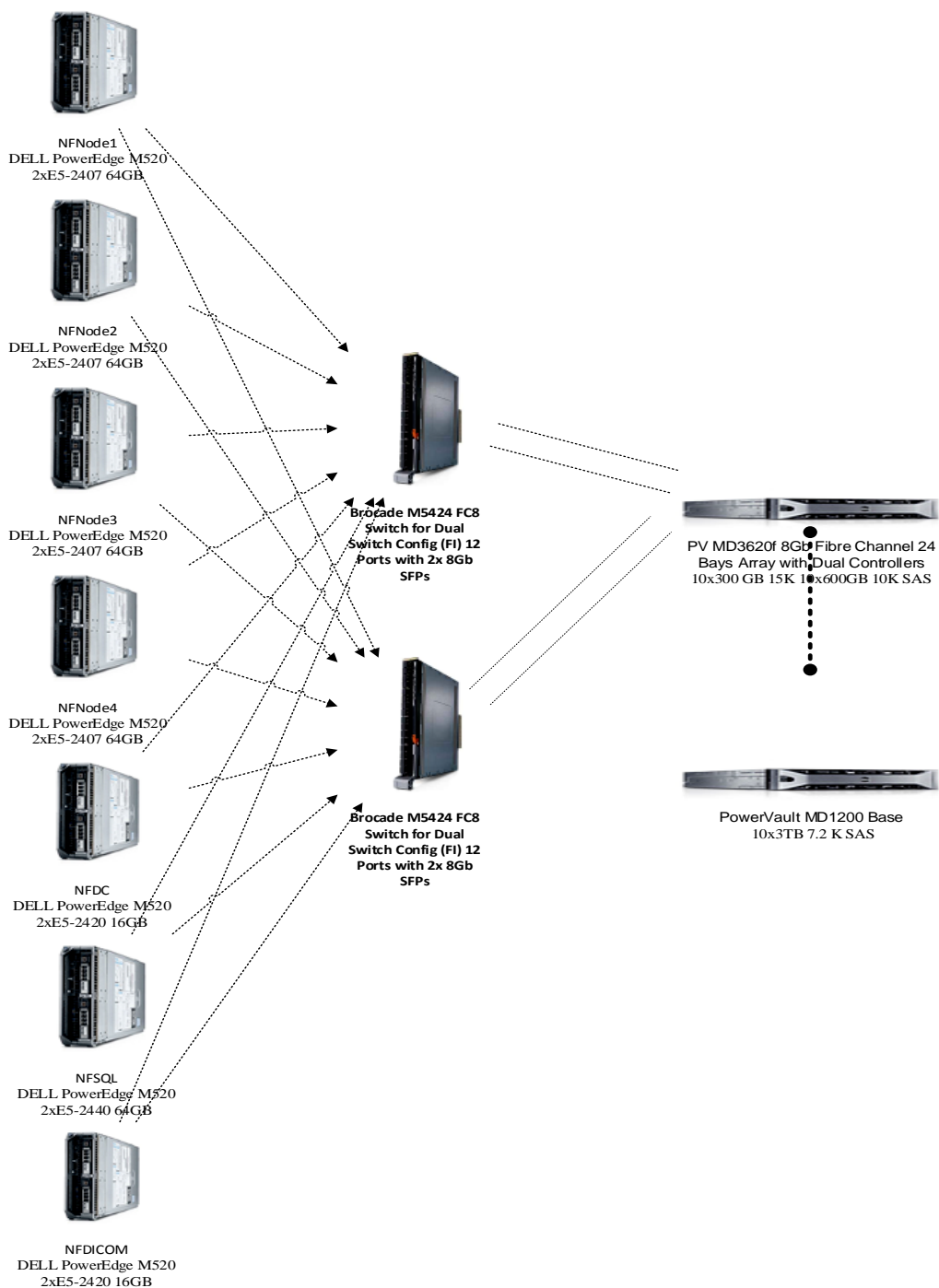


Рисунок 3. Схема серверной подсистемы

- передача запросов к СУБД ( подсистемы обработки транзакций);
- формирование результатов запросов (наборов данных и исходных Web-страниц с результатами запроса, которые отправляются клиенту);
- осуществление кодирования данных, передаваемых в СУБД и декодирование данных, передаваемых на клиентские АРМ;
- выполнение функций сервера лабораторных устройств;
- поддержка функций резервного принтер-сервера ПАК АМИС.

Сервер программных приложений реализован как отдельный сервер-лезвие в составе комплексной серверной подсистемы ПАК АМИС.

#### **4.4.1.4. Сервер управления БД.**

Сервер управления БД обеспечивает реализацию следующих задач:

- оптимальная организация хранения и обработки больших объемов информации (медицинской, управленческой и прочей) – до 1 Тбайт;
- обеспечение параллельного доступа к данным при одновременной работе до 500 пользователей (режим работы многих пользователей);
- обеспечение целостности и достоверности сохраненных данных;
- выполнение запросов пользователей со временем ответа не больше чем 3 мин.;
- управление выполнением операций, как логически завершенными блоками команд – транзакциями;
- создание резервных копий БД;
- оптимизация работы сервера БД;
- управление дисковым пространством и файлами БД;
- интеграция с другими источниками данных (экспорт/импорт данных из (в) сопредельных(е) систем(ы).

Для реализации подсистемы хранения данных используется промышленная СУБД MS SQL Server 2012. СУБД обеспечивает реализацию стандартных служебных функций при работе с базами данных, а именно: рациональный способ хранения информации и организацию доступа к нее, обеспечение целостности и непротиворечивости информации, обслуживание специализированных языков запросов к базам данных и др.

АМИС в части сервера БД протоколирует все события, связанные с изменением своего информационного наполнения, и имеет возможность в случае сбоя в работе восстанавливать своё состояние, используя запротоколированные ранее изменения данных.

Сервер управления БД реализован как отдельный сервер-лезвие в составе комплексной серверной подсистемы АМИС.

#### 4.4.1.5. Сервер управления оборудованием и PACS.

Основные задачи этого сервера схематично изображены на рисунке 4.

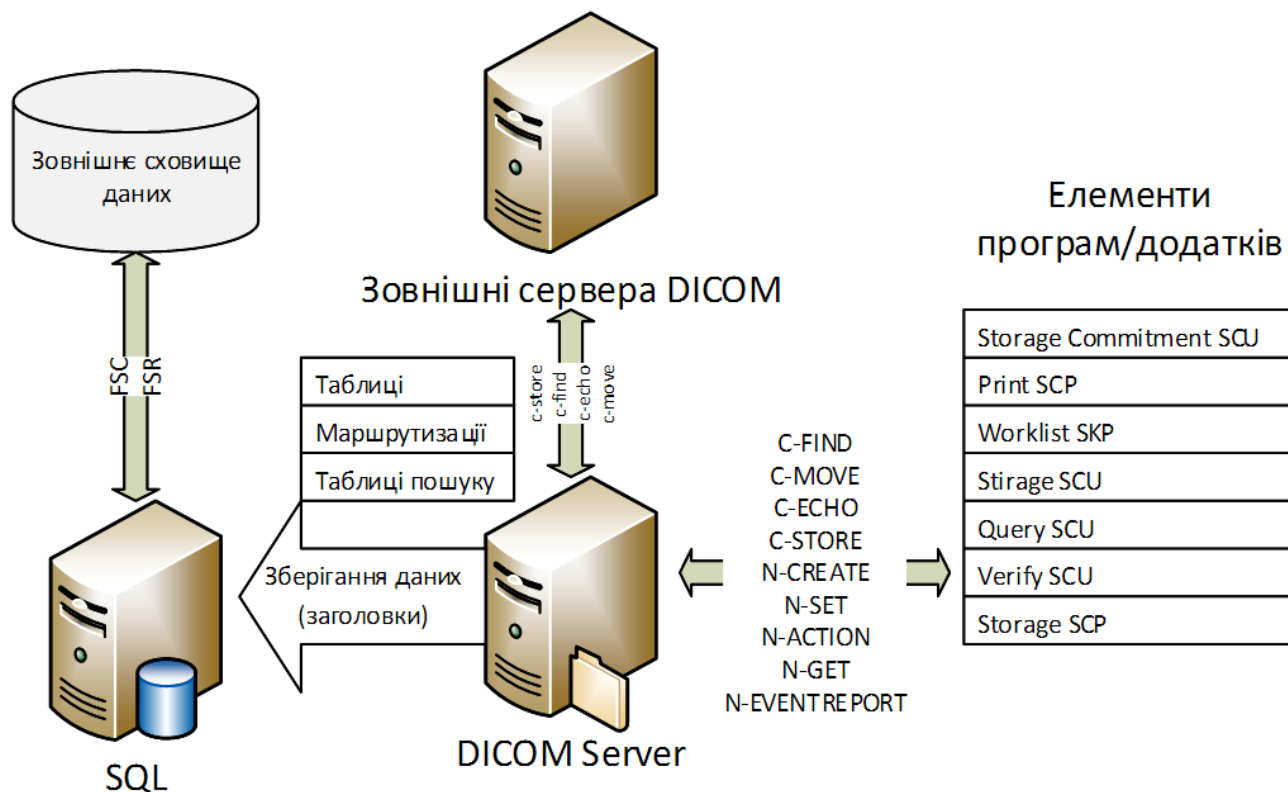


Рисунок 4. Принцип работы сервера управления оборудованием и PACS.

Сервер управления оборудованием и PACS обеспечивает реализацию следующих задач:

- организация одно- или двунаправленного управляемого взаимодействия между ПАК АМИС и диагностическим оборудованием, которое может работать по протоколу DICOM3;
- организация одно- или двунаправленного управляемого взаимодействия между ПАК АМИС и лабораторным оборудованием, которое может работать за протоколу ASTM1394;
- ведение базы данных о медицинских цифровых файлах, полученных с медицинского оборудования, подключенного к ПАК АМИС;
- автоматизация процесса формирования архивации, поиска и доступа к

медицинским изображениям;

- выполнение функций сервера DHCP;
- выполнение функций резервного сервера лабораторных устройств;
- организация работы принт-сервера АМИС для печати документов и штрих-кодов

(эта роль реализованная путем создания стандартного сервера печати Windows и включает оснащение консоли управления функциями печати, которые используются для управления работой всех принтеров в системе. Сервер печати также помогает следить за очередями печати и получать сообщение о прекращении обработки ими задач печати).

Сервер управления оборудованием и PACS реализован как отдельное сервер-лезвие в составе комплексной серверной подсистемы ПАК АМИС.

#### **4.4.1.6. Серверы терминального доступа к АМИС.**

Серверы терминального доступа выполняют следующие функции:

- организация терминальных сессий для АРМ, построенных по технологии «тонкий» (нулевой) клиент с отсутствующим жестким диском и сетевой загрузкой операционной системы;
- организация доступа к АМИС в режиме RDP (remote desktop protocol) для АРМ, построенных на обычных ПК (настольный компьютер или ноутбук);
- управление политиками, ограничениями и профилями Пользователей, которые подключаются к АМИС;
- предоставление доступа к сетевым программным приложениям, которыми должны пользоваться сотрудники в процессе своей деятельности в рамках АМИС;
- предоставление дискового пространства в рамках выделенной администратором АМИС квоты для сохранения рабочих файлов в рамках ее работы и функциональности.

Для организации терминальных сеансов и доступа к АМИС в режиме remote desktop services нами использованное программное обеспечение для «тонких» клиентов Syselegance Thinstation версии 4 на платформе Linux, которое обеспечивает полную поддержку протокола RDP, одновременное выполнение приложений нескольких пользователей на сервере, передачу графической информации на клиентское рабочее место и действий пользователя (клавиатура, мышь) на сервер. Сервер приложений Syselegance Application Server версии 4 размещен на каждом терминальном сервере. Сервер лицензий Syselegance расположен на сервере управления оборудованием.

Серверы терминального доступа используют стандартный протокол RDP и



поддерживают все его свойства такие как цвета, перенаправления буфера обмена, дисков, портов, звука и смарт-карт и т.д. Для совместимости терминального сервера приложений Syselegance с другими службами и стандартными инструментами Microsoft (такими как, например, Windows Server Administration Tools Pack) Syselegance Application Server устанавливает свои службы удаленных рабочих столов и вспомогательные службы удаленных рабочих столов вместо аналогичных по функциональности стандартных служб MS Windows.

Для загрузки «тонкими» клиентами сетевой операционной системы Syselegance Thinstation на всех терминальных серверах были установленные штатные сервисы PXE и TFTP, а на других серверах ЛВС установлены основной и резервный серверы DHCP. Для расширения возможностей автоматизированных рабочих мест медицинских работников, оборудованных «тонкими» клиентами, на терминальных серверах нами был проинсталлирован офисный пакет MS Office 2012.

Для управления распределением ресурсов при работе нескольких терминальных серверов мы использовали две технологии: Network Load Balancing и Powerteam Load Balancer (рисунок 5).

В процессе загрузки «тонкими» клиентами сетевой операционной системы балансировка сетевой нагрузки терминальных серверов осуществляется штатным сервисом MS Windows Server 2012 R2 – Network Load Balancing. При подсоединении терминалов к терминальному серверу по протоколу RDP каждый клиент соединяется с наименее загруженным сервером, за что отвечает ферма Powerteam Load Balancer, к которой подключены все терминальные серверы. Загрузка сервера определяется по нескольким критериями – загрузке центрального процессора, свободной памятью, количеством активных сеансов. Также поддерживается повторное подключение к отключенной сессии, созданной пользователем ранее на одном из терминальных серверов.

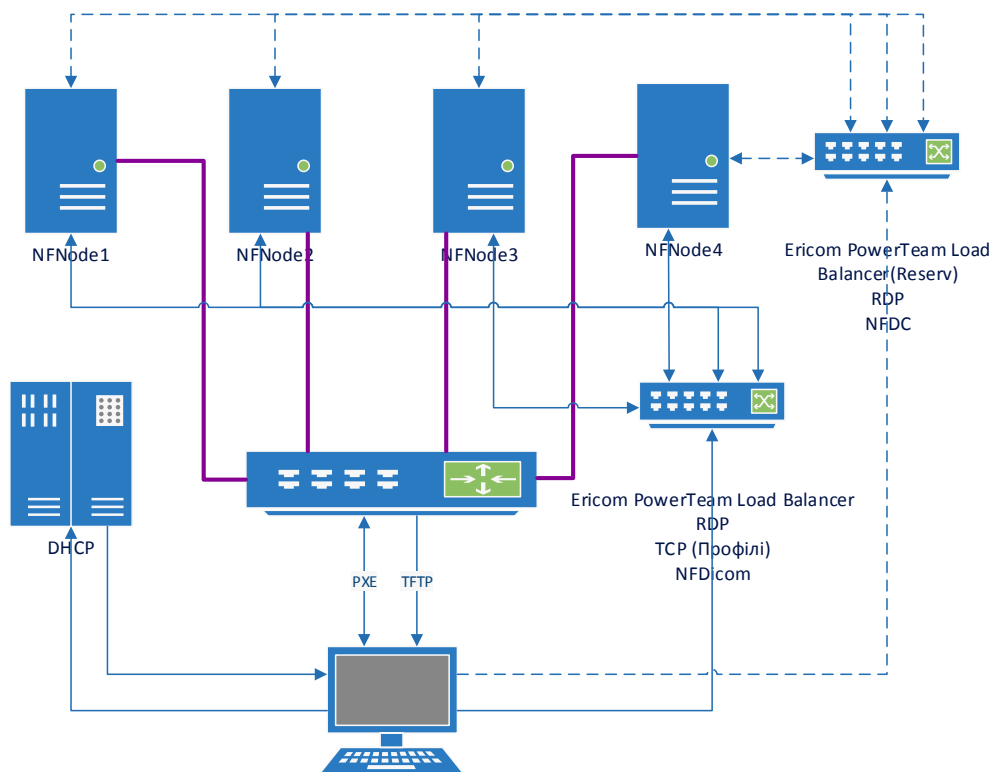


Рисунок 5. Схема балансировки нагрузки между терминальными серверами

Серверы терминального доступа реализованы как отдельные сервер-лезвия в составе комплексной серверной подсистемы АМИС. Исходя из количества созданных в институте автоматизированных рабочих мест медицинского персонала (350) нами было установлено 4 терминальные сервера.

#### 4.4.1.7. Подсистема хранения данных (ПСХД).

ПСХД выполняет следующие функции:

- управление непрерывным процессом доступа, чтения и модификации ко всем данным, используемым в процессе работы АМИС;
- хранение рабочих и временных файлов операционных систем, серверных программных приложений и сетевых приложений, которые используются в процессе работы АМИС;
- хранение файлов БД, используемых для работы ПО АМИС;
- хранение файлов БД о месте хранения медицинских цифровых файлов, которые используются сервером PACS;

- хранение медицинских цифровых файлов, полученных в результате диагностических процедур с медицинского диагностического оборудования, подключенного к АМИС;

- хранение профилей терминальных пользователей, файлов для организации терминальных сессий и персональных файлов Пользователей АМИС в рамках установленных квот и функциональных обязанностей.

Информация БД АМИС сохраняется при возникновении аварийных ситуаций, связанных со сбоями электропитания в основной или резервной системах хранения данных.

Подсистема хранения данных размещена в серверном шкафу и включает в себя дисковые массивы DELL Powervault MD3620f DC и DELL Powervault MD1200. ПСХД имеет собственный источник бесперебойного электропитания, обеспечивающий ее нормальное функционирование на протяжении 30 минут в случае отсутствия внешнего энергоснабжения, и 5 минут дополнительно для корректного завершения всех процессов (при условии полностью заряженной батареи источника бесперебойного питания, соблюдения правил технической эксплуатации и минимизации нагрузки на систему). Обеспечен контроль за состоянием блоков бесперебойного питания из единого сетевого центра управления и оперативного получения через ЛВС сообщений о нештатных ситуациях администраторами АМИС в режиме реального времени.

Резервное копирование данных осуществляется на регулярной основе, в объемах, достаточных для восстановления информации в подсистеме хранения данных (с возможностью изменения сценариев).

Нами использованы следующие способы защиты данных при авариях и меры, применяемые при эксплуатации АМИС:

- дублирование и резервирование источников и сетей электропитания;
- дублирование и резервирование данных, включая горячее резервирование;
- использование механизмов отката транзакций;
- использование схем контроля и восстановления целостности данных;
- дублирование и резервирование носителей, накопителей данных, устройств хранения данных и их интерфейсов;
- унификация методов и средств хранения данных;
- использование энергонезависимой памяти для хранения данных;
- резервное копирование данных с удаленным хранением резервных копий и

применением схем ротации резервных копий и носителей;

- внедрение и настройка документированного процесса резервного копирования и восстановления данных, включая процедуру принятия решения на восстановление резервных копий;

- защита целостности, доступности и конфиденциальности резервных копий данных;

- обеспечение необходимой диагностики сбоев и отказов оборудования программно-техническими средствами;

- обеспечение протоколирования событий при функционировании операционных систем и ПО АМИС.

#### **4.4.1.8. Подсистема архивирования и восстановления БД.**

Подсистема архивации и восстановления БД реализована нами в виде отдельного сервера, расположенного в ином помещении, чем ПСХД, для выполнения штатными сервисами MS Windows Server 2012 R2 и MS SQL Server 2012 следующих функций:

- управление непрерывным процессом резервирования БД;

- полное восстановление операционных систем серверов, приложений и БД при аварии на момент времени, непосредственно предшествовавший возникновению аварийной ситуации.

**5. Структура управления АМИС** приведена на рисунке 6. Общее руководство эксплуатацией АМИС в институте осуществляет системный администратор, который имеет наивысшие права администратора схемы Windows. Техническое обеспечение бесперебойного функционирования инфраструктуры АМИС обеспечивают инженеры отдела информационно-компьютерных технологий (ИКТ) под руководством администратора ЛВС. Сопровождение функционирования ПО АМИС и консультативную помощь медицинскому персоналу, эксплуатирующему ее, осуществляет администратор АМИС. Техническое обеспечение бесперебойного функционирования АРМ медицинского персонала осуществляют инженеры отдела медицинских информационных систем (МИС). Системный администратор и администратор АМИС имеют наивысшие права администратора в ПО АМИС. Администратор ЛВС имеет права администратора домена Windows и администратора сервера SQL.

СТРУКТУРА УПРАВЛІННЯ  
АВТОМАТИЗОВАНОЮ МЕДИЧНОЮ  
ІНФОРМАЦІЙНОЮ СИСТЕМОЮ  
НІФП НАМН

Додаток 2  
до наказу директора інституту  
від «\_» \_\_\_\_\_ 2013 р., № \_\_\_\_



Рисунок 6. Структура управління АМІС

Продолжение статьи читайте в следующей [ЧАСТИ 3](#).

В.А. Юхимець  
В.Г. Терентюк  
В.А. Науринский  
В.В. Куц  
В.В. Яровой  
А.С. Ерємина  
А.Л. Мельник  
А.С. Лисневич