

УДК 004.457

М.О. Малахова, С.М. Рева, А.І. Пермінов, М.Г. Стервоєдов

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ, ДІАГНОСТИКИ ТА ВІДЛАГОДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РЕНТГЕНІВСЬКОЮ УСТАНОВКОЮ

Вдосконалено метод визначення параметрів, діагностики та відлагодження комп'ютеризованої системи управління рентгенівською установкою за рахунок можливості проведення комплексних робіт по її діагностиці та відлагодженню шляхом розробки механізму одночасної взаємодії кількох сервісних програм з системою, що дозволяє зменшити затрати часу на проведення пуско-налагоджувальних робіт.

Ключові слова: метод, визначення параметрів, діагностика, відлагодження, комп'ютеризована система управління, рентгенівська установка.

Вступ

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я кількість людей, що хворі на туберкульоз, у світі щорічно зростає на десять мільйонів. Щоденно ця хвороба забирає близько п'яти тисяч людських життів [1]. Епідемія туберкульозу в Україні зареєстрована цією авторитетною організацією починаючи з 1995 року. За останніми даними ситуація починає стабілізуватися [2], але наша країна і досі займає одне з перших місць у статистиці захворюваності серед країн Європи. З огляду на важку епідеміологічну ситуацію в Україні та світі, постійно зростають вимоги до засобів діагностики туберкульозу [3]-[5], так як ефективність боротьби з епідемією безпосередньо залежить від своєчасності виявлення захворювання.

Сьогодні основним методом ранньої діагностики залишається флюорографічне обстеження, ситуація з яким в нашій країні досить складна. Так за даними комітету з ядерного регулювання України в медичних установах використовується понад 72 % застарілого терапевтичного та діагностичного обладнання [6], а у багатьох населених пунктах його взагалі немає. Використання зношеного або морально застарілого медичного обладнання становить небезпеку для здоров'я пацієнтів [7], з огляду на те, що в основній своїй масі абсолютно не відповідає вимогам міністерства охорони здоров'я, що пред'являються до цього устаткування. Недоліками даних апаратів є низькі діагностичні можливості, висока променеве навантаження на пацієнта, яке в 3-8 разів вище у порівнянні зі звичайною рентгенографією, велика витрата срібловмістних матеріалів, труднощі фотографічної обробки плівки, великий відсоток технічного браку і незручності, пов'язані з архівуванням і відтворенням зображення.

Поповнення, заміна і оновлення [8] парку медичного обладнання, його подальше сервісне обслуговування — процедура досить дорога, але необхідна. Тому існує тенденція централізації медичних установ, коли устаткування концентрується в спеціалізованих центрах.

Дуже часто вихід з ладу рентгендіагностичного обладнання в такому центрі призводить до затримки або й повної зупинки проведення діагностичних процедур серед населення в досить великому територіальному окрузі.

Можливим шляхом покращення медичної діагностики в умовах обмеженого фінансування є впровадження вітчизняного та модернізація існуючого рентгенодіагностичного устаткування [9].

В Україні одним з провідних виробників медичних діагностичних апаратів є завод рентгенівського обладнання «Квант», який протягом останніх 15 років комплектує свої діагностичні комплекси пристроями живлення та управління серії ІЕС [10], що розроблені в лабораторії інтелектуальних електронних систем кафедри електроніки та управляючих систем Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Кількість введеного в експлуатацію устаткування сягнула сотень одиниць. Виробництво та масове впровадження цих пристроїв живлення та управління потребує чіткої організації сервісного обслуговування.

Метою цієї роботи є розробка методу визначення параметрів, діагностики і відлагодження комп'ютеризованих систем управління рентгенодіагностичним обладнанням за рахунок можливості проведення комплексних робіт з діагностики та відлагодження шляхом розробки механізму одночасної взаємодії кількох сервісних програм з системою, що дозволяє зменшити затрати часу на проведення пуско-налагоджувальних та ремонтних робіт.

Основна частина

Основою системи управління рентгенівського апарату є контролер, який виконує функції діагностики, контролю параметрів та управління роботою окремих функціональних систем та складових частин апарату. Взаємодія контролера з оператором здійснюється за допомогою пульта управління, інтерфейс якого орієнтований на виконання необхідних діагностичних функцій і не передбачає отримання технічної інформації про стан обладнання, тим паче, не передбачає функцій тестування, налагоджування та налаштування. Для взаємодії з технічним персоналом до контролера зазвичай під'єднується комп'ютер зі спеціальним програмним забезпеченням, яке дозволяє виконати відповідні технологічні процедури. Таким чином можна виконати весь комплекс ремонтних, пусконаладжувальних та регламентних робіт, а саме: проводити зовнішнє командне керування та визначення параметрів системи; проводити роботу з енергозалежною пам'яттю контролера; виконувати зчитування, побудову та перегляд осцилограм; проводити налаштування каналів вимірювання та драйверу управління обертями анода; перевіряти роботу системи розжарювання катода; виконувати калібрування емісійних характеристик рентгенівської трубки; керувати системою за допомогою віртуального пульта управління тощо.

Кожна специфічна задача діагностики та налагоджування того чи іншого елемента системи вирішується окремою сервісною програмою, що побудована за принципом роботи «майстра», що керує діями технічного персоналу, задає послідовність виконання операцій, підказує та роз'яснює отримані результати тестування. Але досить часто оператору необхідно виконувати одночасно кілька дій, які не суперечать одна одній, але відрізняються своєю суттю. Тому важливою вимогою при проектуванні програмного забезпечення було створення механізму одночасної взаємодії кількох сервісних програм з контролером управління рентгенівською установкою. Крім того, особливості окремих систем управління та живлення вимагають наявності процедури ідентифікації під'єданого обладнання та автоматичного конфігурування сервісного пакету програмного забезпечення для роботи з конкретним типом пристрою.

Для вирішення поставлених задач, окрім самих сервісних програм, що призначені для контролю, діагностики та відлагодження окремих функціональних систем, було розроблено менеджер пакету програм (рис.1), основними завданнями якого стали: ідентифікація комп'ютеризованої системи управління та її програмного забезпечення, формування за

результатами ідентифікації пакету програм, які необхідні для проведення технічних робіт на цьому комплекті обладнання, моніторинг стану системи управління рентгенівською установкою, координація роботи пакету сервісних програм, а також контроль наявності зв'язку зі спеціально розробленою програмою FxServer, що відповідає за організацію одночасної взаємодії менеджера пакету та сервісних програм з контролером комп'ютеризованої системи управління рентгенівською установкою.



Рис. 1. Use-case діаграма менеджера програмного пакету

Обмін даними між усіма складовими частинами сервісного пакету програм та контролером системи управління організовано через послідовний канал зв'язку, що відповідає апаратному стандарту RS232 та протоколу обміну «Ехо-1» [11] (рис.2). Використання стандарту RS-232 зумовлене перш за все віддаленістю розташування рентгенівської установи від оператора комп'ютера (технічного спеціаліста), робоче місце якого зазвичай розраховується у окремій кімнаті, що спеціально обладнана та захищена від рентгенівського випромінювання. Комп'ютеризована система управління рентгенівською установкою під'єднується до одного з комунікаційних (COM) портів персонального комп'ютера за допомогою інтерфейсного адаптера. При організації обміну даними контролер системи управління виконує роль «веденого» пристрою, а комп'ютер, в якому розгорнуто пакет сервісних програм, є «провідним» пристроєм. Обмін здійснюється за принципом «запит-відповідь», тобто комп'ютер передає команду-запит, а контролер відповідає на отриману команду.

Порядок взаємодії з програмою FxServer проілюстровано на рис. 3.

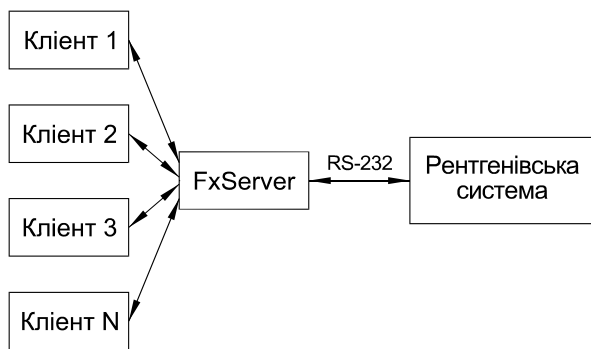


Рис. 2. Структура програмного пакету

За принципами побудови ця програма є службою Windows, запуск якої відбувається безпосередньо перед початком роботи з сервісним пакетом. Працює вона таким чином. Fxserver встановлює зв'язок з комп'ютеризованою системою управління

рентгенівською установкою (X-Ray), тобто відкриває комунікаційний порт, встановлює параметри обміну, створює об'єкт синхронізації доступу до комунікаційного порта. Для організації взаємодії з клієнтськими процесами FxServer створює в віртуальній пам'яті іменовану ділянку спільно використовуваної пам'яті (FxSharedMem) та іменованний мьютекс для синхронізації доступу до неї. У спільній ділянці пам'яті розміщується структура даних, що містить ідентифікатор самого процесу FxServer та поля для обміну дескрипторами неіменованих каналів. Далі FxServer створює два неіменованих канали (wService, rService), дескриптори яких розміщує у спільній ділянці пам'яті, та створює окремий потік (FxServer Pipe Connection Manager), що служить для обробки клієнтських запитів на встановлення з'єднання з контролером.

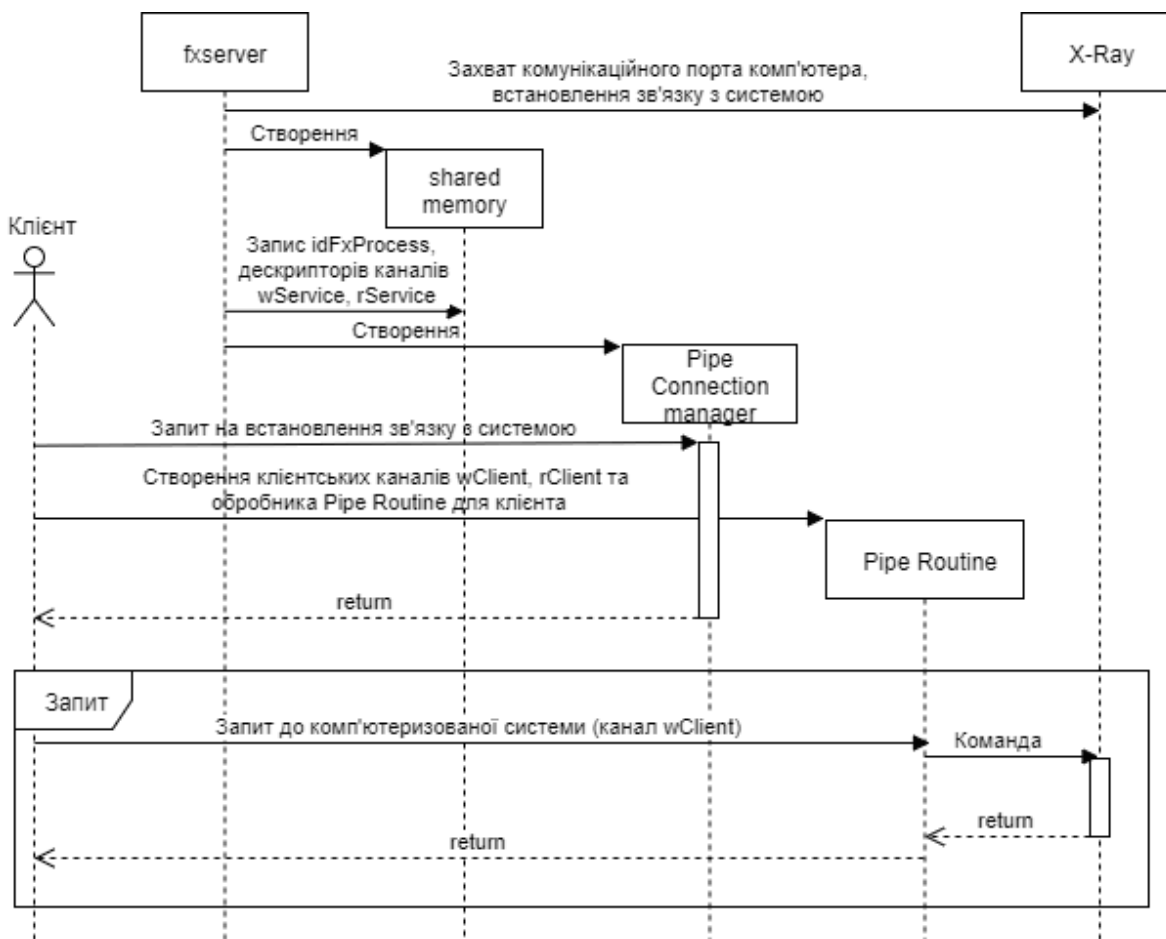


Рис.3. Діаграма послідовності

Кожен клієнт у процесі своєї ініціалізації має отримати доступ до спільної ділянки пам'яті, попередньо захопивши відповідний об'єкт синхронізації, дублювати дескриптори службових каналів wService та rService, після чого сформував запит на встановлення з'єднання та відправити його в FxServer за допомогою каналу wService. У потоці FxServerPipeConnectionManager виконується обробка цього запи-

ту, в процесі якої створюються два унікальні для кожного клієнта окремі неіменовані клієнтські канали (wClient та rClient) та унікальний для цього клієнта потік-обробник запитів на передачу даних до комп'ютеризованої системи (FxServerPipeRoutine). Дескриптори клієнтських каналів передаються до відповідного новоствореного обробника FxServerPipeRoutine та зберігаються у спільній ділянці

пам'яті. Після цього всі запити на здійснення обміну даними з контролером, що надходять за цими клієнтськими каналами, будуть оброблятися за допомогою FxServer Pipe Routine. FxServer Pipe Connection Manager відправляє у канал rService відповідь клієнтові про успішне з'єднання. Клієнт, отримавши відповідь щодо встановлення з'єднання, дублює дескриптори створених для нього клієнтських каналів, які надалі використовуватиме для обміну даними з комп'ютеризованою системою, та звільняє відповідний об'єкт синхронізації.

З цього моменту у разі необхідності клієнт своєю запитом на обмін даними з контролером системи управління та відправляє його до свого унікального каналу wClient. Відповідний обробник FxServer Pipe Routine після отримання та обробки запиту захоплює об'єкт синхронізації доступу до комунікаційного порту комп'ютера та передає команду комп'ютеризованій системі управління рентгенівською установкою, а отримавши відповідь, відправляє її до каналу rClient.

По відношенню до програми-клієнта така операція являє собою виклик функції наступного вигляду: `int Transact FxCommand (WORD len, char* cmd, char* reply)`, що надається бібліотекою FxClient, яка приховує в собі тонкощі організації взаємодії з системою через підключення до FxServer.

Проектування всіх елементів пакету програм велося з урахуванням принципу модульності, що дає можливість при необхідності докорінно змінювати склад пакету програм та механізм взаємодії між його складниками. Наприклад, для адаптації програм клієнтів до роботи в комп'ютерній мережі необхідно лише змінити бібліотеку FxClient, що має у такому разі вести обмін зі службою FxServer не через службові канали Windows, а через сокети, а FxServer Pipe Connection Manager має бути перетворено на web-сервер. Такий підхід дає змогу розширювати функціональні можливості сервісного програмного пакету, створювати та інтегрувати до його складу нові клієнтські програми, а також адаптувати пакет до умов його застосування.

Програмний пакет IEC FX Tools призначений для проведення діагностики і налаштування комп'ютеризованих систем управління рентгенівськими пристроями серії IEC. Загальний вигляд екрану комп'ютера під час сеансу роботи показано на рис. 4.

У верхньому полі вікна програми знаходиться монітор стану комп'ютеризованої системи управління рентгенівською установкою, де виводяться повідомлення про поточний стан системи та інформація щодо неполадок. Там також знаходяться кнопка виклику програми `Consol.exe` для здійснення командного управління та кнопка виходу з програми. Ниж-

че наводиться інформація про тип системи та її програмне забезпечення. Далі, у вигляді набору кнопок з зображенням відповідних піктограм та текстовими описами, формується меню сервісних програм, які обрані менеджером для роботи з даним типом пристрою та версією програми. Для запуску того чи іншого додатка оператору необхідно натиснути на потрібну піктограму.

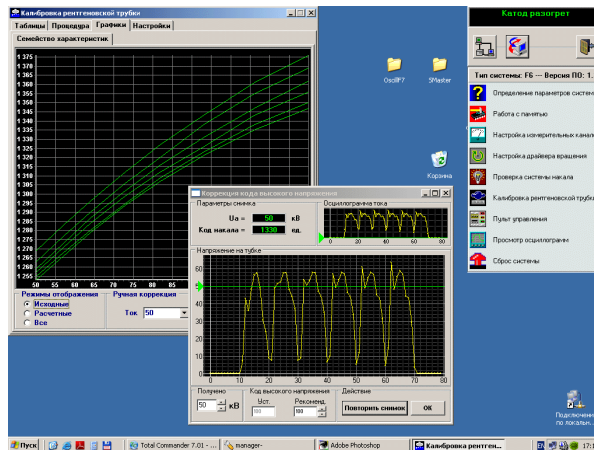


Рис. 4. Зовнішній вигляд вікон програм пакету IEC FX Tools

Після запуску менеджера пакету програм ініціюється запуск програми FxServer, проводиться ідентифікація комп'ютеризованої системи управління рентгенівською установкою, у правій частині екрану монітора відкривається робоче вікно програми, в якому формується меню додатків, обраних для роботи з комп'ютеризованою системою даного типу та версією програмного забезпечення. Зовнішній вигляд вікна програми представлений на рис. 5.

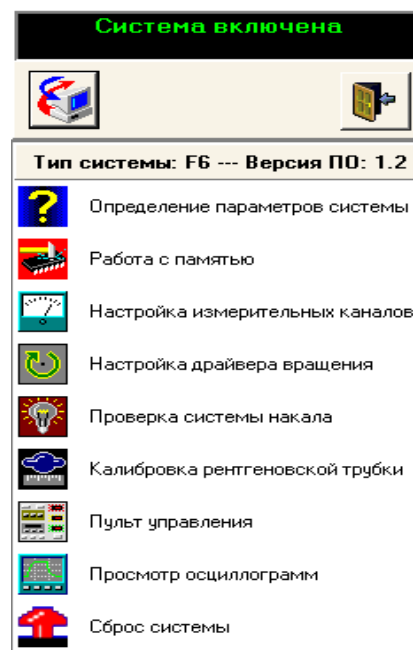


Рис. 5. Зовнішній вигляд робочого вікна програми `Manager.exe`

Висновки

Дана робота була присвячена розробці методу визначення параметрів, діагностики та відлагодження комп'ютеризованих систем управління рентгенодіагностичним обладнанням за рахунок можливості проведення комплексних робіт з діагностики та відлагодження шляхом розробки механізму одночасної взаємодії з системою кількох сервісних програм, що дозволило зменшити затрати часу на проведення пуско-налагоджувальних та ремонтних робіт. Для вирішення поставленої мети було розроблено ряд сервісних програм та процедур, які дають можливість оператору одночасно користуватися цими програмами, визначати параметри, проводити діагностику та налагоджувати комп'ютеризовані систем управління рентгенодіагностичним обладнанням. Програмний пакет дозволяє виконати весь комплекс ремонтних, пуско-налагоджувальних та регламентних робіт. Він пройшов тестування та протягом кількох років активно використовується сервісними центрами для обслуговування існуючого рентгенівського обладнання серії ІЕС. Принцип модульності програмного забезпечення дає можливість подальшого розширення проекту з метою його вдосконалення та використовуватися для нових моделей комп'ютеризованих систем управління рентгенівським обладнанням цієї серії

Список літератури

1. Tuberculosis: fact sheet// Media centre. World Health Organization. - March 2017. - URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/en>
2. Ukraine Tuberculosis profile //World Health Organization. - URL: <http://www.who.int/tb/country/data/profiles/en>.
3. Berkhout, W.E. The ALARA-principle. Backgrounds and enforcement in dental practices [Text] / W.E. Berkhout // Ned Tijdschr Tandheelkd(in Dutch). - 2015 May. - Vol. 122. - Issue 5. - pp. 263-270.

4. Voisin, P. Standarts in biological dosimetry: A requirement to perform an appropriate dose assessment [Text] / P.Vosin // Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2015. Vol. 793. pp. 115-122.

5. Towards patient dose optimization in digital radiography [Text] / G. Andria, F. Attivissimo, G. Guglielmi, A.M.L. Lanzolla, A. Maiorana, M. Mangiantini // Measurement. - 2016 Feb. - Vol. 79. - pp. 331 - 338.

6. Пінчук, І.П. Досвід проведення перевірки рентгенодіагностичних апаратів лікувально-профілактичних закладів та засобів індивідуального захисту на відповідність вимогам Держстандарту на прикладі Харківської області [Текст] / І.П. Пінчук, В.А. Калініченко // Український радіологічний журнал. - 2011. - №3. - С. 354-356.

7. Стадник, Л.Л. Оценка доз пациентов в рентгенографии и их оптимизация путем установления национальных диагностических рекомендованных уровней [Текст] / Л.Л. Стадник, О.Ю. Шалена, О.В. Носик // Радиационная гигиена. - 2014. - Т. 7. - № 4. - С. 84-88.

8. Рева, С.Н. Анализ зависимости эквивалентной дозы облучения пациентов от формы напряжения питания рентгеновской трубки [Текст] / С.Н. Рева, М.О. Малахова, Л.С. Сорока // Праці Луганського відділення Міжнародної Академії Інформатизації. Науковий журнал. - Луганськ, 2012. - № 1(26). - С. 17-23.

9. Рева, С.М. Дослідження залежності дози опромінення пацієнтів від форми напруги живлення рентгенівської трубки [Текст] / С.Н. Рева, М.О. Малахова // Східно-Європейський журнал передових технологій. - Харків, 2016. - №5/9 (83). - С. 12-19.

10. Рентгеновский высокочастотный источник питания ИЕС-F7 [Электронный ресурс] : Общая информация / Лаборатория интеллектуальных электронных систем. - URL: <http://iec-lab.com.ua/group.php?id=8&cid=6>.

11. Рентгеновский высокочастотный источник питания ИЕС-F7 [Электронный ресурс] : Стандарты / Лаборатория интеллектуальных электронных систем. - URL: <http://iec-lab.com.ua/viewpage.php?id=32&gid=9&cid=6>.

Надійшла до редколегії 11.07.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В.Литовченко, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ, ДИАГНОСТИКИ И ОТЛАДКИ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ УСТАНОВКОЙ

М.О. Малахова, С.Н. Рева, А.И. Перминов, Н.Г. Стервоедов

Усовершенствован метод определения параметров, диагностики и отладки компьютеризированной системы управления рентгеновской установкой за счет возможности проведения комплексных работ по диагностике и отладке системы путем разработки механизма одновременного взаимодействия нескольких сервисных программ системой, что позволяет уменьшить затраты времени на проведение пуско-наладочных работ.

Ключевые слова: метод, определение параметров, диагностика, отладка, компьютеризированная система управления, рентгеновская установка.

METHOD OF PARAMETERS DETERMINATION, DIAGNOSTICS AND DEBUGGING OF COMPUTERIZED CONTROL SYSTEM OF X-RAY INSTALLATION

M.O. Malakhova, S.M. Reva, A.I. Perminov, M.G. Styervoyedov

The method of parameters determination, diagnostics and debugging of computerized control system of xray has been improved. It has been achieved through the possibility of carrying out complex work on systems diagnostics and debugging by developing a mechanism for simultaneous interaction of several service programs with system, that allows to reduce the time expenditure for the pre-commission and debugging works.

Keywords: method, parametrs determination, diagnostics, debugging, computerized control system, X-ray installation.