

УДК 658.589

**ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
И ЕГО МОДЕРНИЗАЦИЯ**

Богуш А. Р., Луценко В.А., Фомин В.А.

Херсонский национальный технический университет

UDC 658.589

RESTORATION OF MEDICAL EQUIPMENT AND ITS MODERNIZATION

Bogush A.R., Lutsenko V.A., Fomin V.A.

Kherson national technical university

В работе анализируются технические и экономические аспекты восстановительного ремонта медицинского оборудования на примере стерилизаторов, рассматривается целесообразность одновременной его модернизации.

Ключевые слова: медицинское оборудование, стерилизатор, ремонт, модернизация, отладка, мониторинг, удаленное управление.

The technical and economic aspects of the repair of medical equipment are analyzed in the work on the example of sterilizers, the expediency of its simultaneous modernization is considered.

Keywords: medical equipment, sterilizer, repair, modernization, debugging, monitoring, remote control.

Введение.

При хроническом недофинансировании медицины ремонт и восстановление вышедшего из строя или выведенного из эксплуатации медицинского оборудования становятся порою единственным способом обеспечения качественной работы медицинских учреждений. Ремонт оборудования, в частности, медицинского, и его модернизация являются самостоятельными видами инженерного труда. Вместе с тем, проведение восстановительного ремонта может быть удобным поводом для модернизации оборудования.

Цель и задачи исследования.

Целью исследования является определение методики восстановительного ремонта медицинского оборудования, совмещенного с одновременной его модернизацией с целью расширения функциональных возможностей для диагностики, отладки, технического и административного мониторинга, удаленного управления.

Материалы и методы исследования.

Исследование проводилось методом изучения доступных публикаций, анализа технической документации, фактического состояния оборудования, технологии и результатов практического восстановительного ремонта стерилизаторов в Херсонском областном онкологическом диспансере.

Результаты исследования и их обсуждение.

Несколько цитат из публикаций по теме исследования:

"Более 48,65 % медицинского оборудования, находящегося на балансе лечебных учреждений города, эксплуатируется 6–10 лет и подлежит списанию. Ввиду недостаточного финансирования только 49,13 % всей медицинской техники проходит техническое обслуживание. Потребность учреждений здравоохранения в медицинской технике за последние годы удовлетворяется на 30–40 %, в результате в стационарных и амбулаторно-поликлинических учреждениях эксплуатируется до 80 % технически изношенной и морально устаревшей техники." [1]

"Многих врачей и административных сотрудников клиник мучает вопрос: покупать новую или восстановленную технику? Прежде чем отвечать на него, следует вспомнить, что производитель зачастую снимает с производства аппарат отличного качества, заменяя его другой моделью с такими же характеристиками, но с другим названием. Это маркетинговый ход для повышения продаж и прибыли с обслуживания техники в течение гарантийного срока." [2]

Анализ публикаций по теме исследования с учетом практического опыта свидетельствует, что, с одной стороны, существует проблема обеспеченности медицинских учреждений оборудованием самого различного назначения. С другой стороны, на складах медицинских учреждений есть значительное количество неиспользуемой (устаревшей или неисправной) техники. Часть ее безнадежно устарела либо стоимость ремонта сравнима со стоимостью новой, особенно принимая во внимание производительность, точность, эргономику и т.д. Однако, есть и такие виды оборудования, которые имеют в своем составе части со сверхнормативным запасом ресурса, составляющие значительную долю общей стоимости изделия. Капитальный прочный каркас, кожух из добротного металла, панели из качественной нержавеющей стали, добротные силовые электротехнические агрегаты и электронные компоненты могут служить десятки лет. Спрос рождает предложение, ниже – цитата из предложения специализированной компании:

"А если у вас уже имеется оборудование, отработавшее несколько лет, и производитель говорит, что к данной технике нет запасных деталей, смело обращайтесь к нам. Мы с радостью поможем вам решить этот вопрос.

Данная работа намного сложнее (фирменного ремонта) и требует высокой квалификации мастера, однако она чрезвычайно выгодна по цене, поскольку стоимость крупных блоков может быть внушительной. Однако сервисные центры (в том числе, авторизованные), как правило, предлагают замену блоков, что упрощает ремонт и одновременно повышает его стоимость." [2]

Для таких потенциально ремонтпригодных изделий принятие решения о проведении восстановительного ремонта состоит из этапов:

- 1) техническое обследование состояния оборудования;
- 2) общая оценка целесообразности ремонта с учетом его стоимости, ожидаемого результата, степени потребности медицинского учреждения в оборудовании;

3) выработка технического предложения об объемах, содержании и порядке проведении ремонта.

Последний пункт разворачивается в более-менее подробный и объемный самостоятельный документ. Его концептуальная основа является предметом нашего особого интереса.

Администрация и технический специалист должны сделать выбор между вариантами: произвести восстановление изделия в точном соответствии с технической документацией (если таковая еще имеется, по опыту автора статьи, в 90% случаев ее заменяет фраза "старожилы не припомнят") либо рискнуть совместить восстановительный ремонт оборудования с его модернизацией. В пользу второго варианта влияют следующие обстоятельства:

- смягчение проблемы замены снятых с производства комплектующих;
- улучшение параметров оборудования за счет применения более эффективных технических решений на основе применения более современных компонентов и схем;
- расширение функциональных возможностей оборудования.

В процессе восстановительного ремонта полноценное расширение функциональных возможностей может и не проводиться, однако незначительные дополнения к схемотехнике основных узлов могут значительно упростить, ускорить и удешевить будущие усовершенствования оборудования и его интеграцию в единую систему мониторинга/управления.

Вот ориентировочный перечень дополнительных возможностей, создаваемых минимальными изменениями/дополнениями:

- обеспечение или расширение операций диагностики и тестирования;
- обеспечение возможности проведения процедуры POST;
- обеспечение возможности ведения электронных (локальных или сетевых) журналов регистрации технических событий;
- обеспечение возможности реализации режима удаленного управления.

На Рис.1 приведена структурная схема канала управления некоторым параметром оборудования. Она состоит из измерительной схемы 1, усилителя/преобразователя сигнала контролируемого параметра 2, схемы 3, реализующей закон управления и схемы исполнительного органа 4.

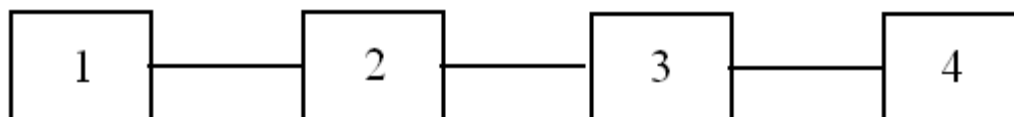


Рис.1

Для целей ремонта/отладки желательно иметь возможность испытания каждого звена системы независимо от предыдущего и последующего звеньев, исключая таким образом взаимное влияние звеньев друг на друга.

На Рис.2 приведена модернизированная схема канала управления, дополненная возможностями реализации режимов диагностики и тестирования

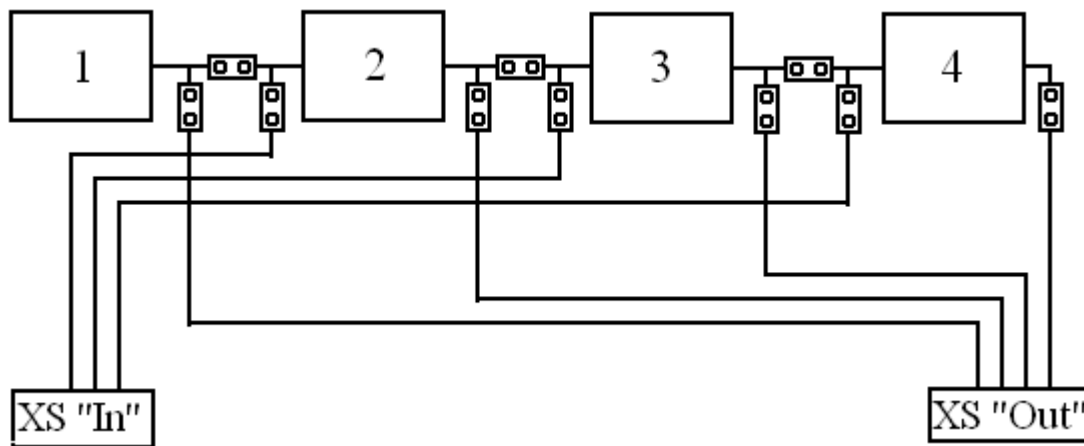


Рис.2

Режимы устанавливаются переключками. Разъемы XS“In” и XS“Out” предназначены для коммутации отладочных плат имитации входных сигналов и измерения/индикации соответственно. На Рис.3а приведена схема канала управления в рабочем режиме.

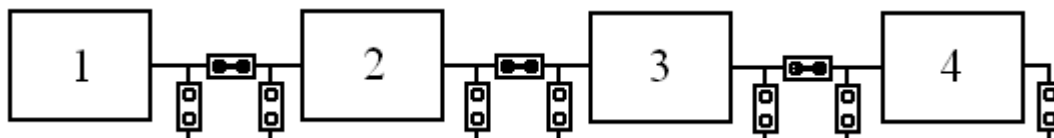


Рис.3а

На Рис.3б приведена схема канала управления в режиме мониторинга действующего оборудования.

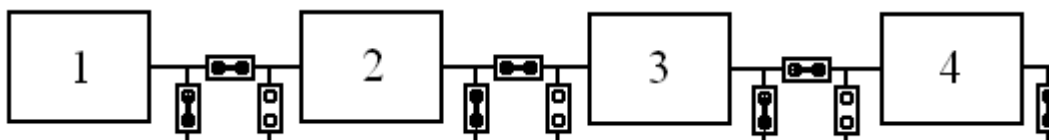


Рис.3б

На Рис.3в приведена схема канала управления в режиме покаскадной диагностики и тестирования.

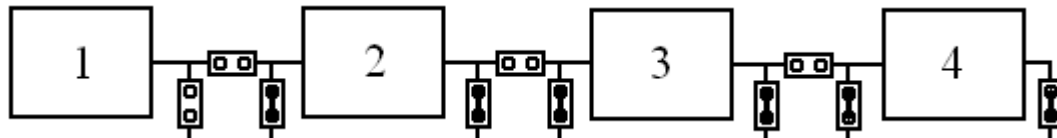


Рис.3в

Тем, кто знаком с технологией Boundary Scan (граничное сканирование, JTAG[3]), идеология предлагаемых схемных изменений покажется знакомой.

На Рис.2, 3а,3б,3в приведены упрощенные и идеализированные схемы канала управления подчиненным оборудованием. Реальные схемы различных поколений, исполненные на разной элементной базе, могут не вписываться в предлагаемые шаблоны и требуют творческого подхода, однако общий принцип остается неизменным: в результате анализа общая схема должна подвергаться декомпозиции каскадов, каждый из которых за счет коммутационных переключений может быть

при необходимости изолирован от соседей и обеспечен коммутационными связями для внешнего тестирования и диагностики.

Развитие сетевых технологий подталкивает сервисный персонал к внедрению интегрированных систем мониторинга и удаленного управления распределенным оборудованием. Предлагаемые направления модернизации могут существенно упрощать, облегчать и удешевлять развитие медицинского оборудования как эффективно функционирующей целостной системы.

Выводы:

1. Сформулирована задача восстановительного ремонта медицинского оборудования с одновременной его модернизацией.
2. Определен алгоритм принятия решения о проведении восстановительного ремонта
3. Предложены схемные изменения для модернизации медицинского оборудования, обеспечивающие при минимальных издержках возможности реализации режимов диагностики и тестирования и дальнейшее развитие всего парка оборудования как эффективно функционирующей целостной системы.

Литература:

1. Шулаев А. В., Мазитов М. Р., Гатауллин М. Р. Клинико-экономическая эффективность использования медицинского оборудования в муниципальных учреждениях здравоохранения мегаполиса // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7, № 4. С. 779–783.

2. <http://medportal.ru/enc/analysis/reading/38/> – Медицинское оборудование: чинить нельзя выбрасывать. Подлежит ли ремонту аппаратура, снятая с производства? Медицинский портал.

3. <http://grouper.ieee.org/groups/1149/1/> – Official IEEE Std. 1149.1 Standard Working Group

Богущ Анатолий Романович – ст. преподаватель каф. „Информационно-измерительных технологий электроники и инженерии”.

Херсонский национальный технический университет
Т.р. 32-69-44. E-mail: bogtutor@gmail.com

Луценко Владислав Андреевич – студент 3 курса специальности „Микро- и наноэлектроника”.

Херсонский национальный технический университет
Т.р. 32-69-44. E-mail: vlad.lucenko.1997@bk.ru

Фомин Владислав Андреевич – студент 3 курса специальности „Микро- и наноэлектроника”.

Херсонский национальный технический университет
Т.р. 32-69-44. E-mail: fomin.vladislav@i.ua