

УДК 621.01:004:616-71

**АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОБОРУДОВАНИЯ МРТ-ДИАГНОСТИКИ****Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И.***ФГОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», Пенза,
e-mail: gvv17@ya.ru*

В статье представлены виды эксплуатации сложного МРТ-оборудования. Рассмотрены элементы системы эксплуатации и группы сложности МРТ-оборудования. Подчеркивается, что при проектировании новых образцов МРТ-оборудования одновременно разрабатывается и система эксплуатации. При медицинско-экономическом анализе разрабатываемого образца МРТ-оборудования и его системы эксплуатации используется критерий «Стоимость – эффективность». Каждый элемент системы эксплуатации (объект, исполнители, средства, документация) связан с тремя остальными и влияет на них. Подчеркивается, что каждый конкретный образец МРТ-оборудования требует определенной подготовки специалистов, своих средств эксплуатации и конкретной эксплуатационной документации. От того, насколько каждая составная часть согласуется с остальными, во многом зависит и общая эффективность эксплуатации МРТ-оборудования. В статье представлена краткая характеристика элементов системы эксплуатации.

Ключевые слова: медицинское оборудование, МРТ-диагностика, эксплуатация, ремонт

**ANALYSIS AND CHARACTERISTICS OF THE OPERATION OF THE EQUIPMENT
FOR MRI DIAGNOSTICS****Kukhtevich I.I., Goryunova V.V., Goryunova T.I.***Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru*

The article presents the types of operation of complex MRI equipment. The elements of the operation system and complexity group of MRI equipment are considered. It is emphasized that when designing new models of MRI equipment, the operating system is also being developed. In the medical-economic analysis of the developed sample of MRI equipment and its operation system, the criterion «Cost-effectiveness» is used. Each element of the operating system (object, executors, tools, documentation) is associated with the three others and affects them. It is emphasized that each specific sample of MRI equipment requires specific training of specialists, its means of operation and specific operational documentation. From how much each component is consistent with the rest, the overall effectiveness of the operation of MRI equipment also largely depends. The article describes the characteristics of each element of the system of operation.

Keywords: medical equipment, MRI diagnostics, operation, repair

Эксплуатация как процесс рассматривается, тогда когда необходимо исследовать и оценить влияние различных факторов на техническое состояние МРТ-оборудования. В этом случае используются различные математические методы исследования случайных процессов. Привлекают теорию вероятностей и математическую статистику. Наиболее часто модель эксплуатации представляют в виде графа, выделяя в нем типовые состояния и возможные переходы из одного состояния в другое [1]. В некоторых случаях могут рассматриваться и частные модели, отдельно для рабочего режима и режима хранения.

Стадии жизненного цикла процесса эксплуатации оборудования МРТ-диагностики. В настоящее время понятие (термин) эксплуатация имеет несколько аспектов толкования, а именно: стадия жизненного цикла, система и процесс эксплуатации и пр. Рассмотрим сущность этих толкований.

«Жизнь» оборудования на стадии эксплуатации характеризуется системой эксплуатации, которая представляет собой

совокупность медоборудования, средств эксплуатации, исполнителей и документации, устанавливающей правила их взаимодействия.

Эксплуатация как стадия жизненного цикла может быть следующих видов

1. Штатная (нормальная) – эксплуатация серийных изделий в естественных условиях в соответствии с действующей эксплуатационной документацией.

2. Опытная – эксплуатация в соответствии со специальной программой.

3. Подконтрольная – штатная эксплуатация с дополнительным контролем технического состояния.

4. Лидерная – штатная эксплуатация одного или нескольких изделий с интенсивным расходом ресурса.

5. Реальная – эксплуатация в сложившихся в ЛПУ условиях.

Опытная и подконтрольная эксплуатация характерна для новых образцов МРТ-оборудования. В организации и контроле принимают участие представители заводов – изготовителей.

Штатная (нормальная) и реальная эксплуатация – это основные виды эксплуатации МРТ-оборудования в ЛПУ. Нормальная эксплуатация является идеальной. Практически в ЛПУ существует реальная эксплуатация [2]. Ее эффективность зависит от целого ряда объективных и субъективных причин. Реальная эксплуатация зависит от следующих основных причин:

- несоблюдение правил и норм эксплуатации вследствие неподготовленности штатного состава ЛПУ;
- несоблюдение периодичности и объема работ при проведении технического обслуживания и ремонта;
- отсутствие в части необходимых условий для организации нормальной эксплуатации;
- невыполнение требований эксплуатационной и ремонтной документации.

Каждый элемент системы эксплуатации (объект, исполнители, средства, документация) связан с тремя остальными и влияет на них [3]. Например, если рассматривать конкретный образец МРТ-оборудования, то он требует определенной подготовки специалистов [4], своих средств эксплуатации и конкретной эксплуатационной документации. От того, насколько каждая составная часть согласуется с остальными, во многом зависит и общая эффективность эксплуатации МРТ-оборудования $W_{\text{общ}}$.

Рассмотрим общую характеристику каждого элемента системы эксплуатации.

Все объекты оборудования МРТ-диагностики по своей сложности могут быть разделены на три группы:

Первая группа сложности: индивидуальное МРТ-оборудование. Это МРТ-оборудование, применение по назначению которого, а также уход и сбережение осуществляются одним человеком.

Вторая группа сложности: групповое МРТ-оборудование. Применение МРТ-оборудования этой группы по назначению, уход, сбережение осуществляют ремонтные бригады.

Третья группа сложности: коллективное МРТ-оборудование. Применение этого МРТ-оборудования по назначению, уход и сбережение МРТ-оборудования осуществляют отдельные ремонтные бригады.

К средствам эксплуатации относятся:

- сервисные центры (стационарные и подвижные) и их оборудование;
- запасные части;
- комплекты специального инструмента;
- эксплуатационные материалы;

- принадлежности, предназначенные для обеспечения использования МРТ-оборудования по назначению, хранения, транспортирования.

К документации относятся:

- эксплуатационная документация, предоставляемая с образцами МРТ-оборудования (формуляры, паспорта, технические описания, инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию и другие документы);
- ремонтная документация;
- руководство по эксплуатации, различные инструкции, наставления, положения;
- учебные плакаты.

При проектировании нового МРТ-оборудования одновременно разрабатывается и система эксплуатации. При этом запрашиваются определенные средства (стоимость – C_i). При медицинско-экономическом анализе разрабатываемого МРТ-оборудования и его системы эксплуатации возможно использование критерия «Стоимость C_i – эффективность W_i » по различным видам современной томографии [5]. Возможны два варианта применения этого критерия:

1. При заданной (назначенной) стоимости $C_{\text{зад}}$ добиваются максимальной эффективности $W_{i \text{ max}}$.

2. При заданной (назначенной) эффективности $W_{\text{зад}}$ добиваются минимальной стоимости $C_{i \text{ min}}$.

Каждая подсистема эксплуатации имеет свои показатели оценки эффективности W_j .

Техническая эффективность W_j^T может оцениваться различными показателями, например, такими как:

- вероятность безотказной работы образца за время целевого применения $t_{\text{оп}} - P(t_{\text{оп}})$;
 - коэффициент готовности K_T за время ожидания целевого применения;
 - коэффициент оперативной готовности $K_{\text{ор}}$ за время ожидания (подготовки) к целевому применению;
 - коэффициент технического использования $K_{\text{ти}}$ за межремонтный цикл;
 - коэффициент технической готовности $K_{\text{тр}}$ для автомобильной техники.
- Организация и обеспечение эксплуатации включают следующие мероприятия:
- планирование эксплуатации и ремонта МРТ-оборудования;
 - ввод МРТ-оборудования;
 - обучение штатного состава ЛПУ для эксплуатации конкретных образцов МРТ-оборудования;
 - ведение эксплуатационной документации;

- рекламационную работу;
- проведение доработок;
- контроль и оценка состояния оборудования;
- хранение и транспортирование;
- техническое обслуживание и ремонт;
- расследование повреждений;
- обеспечение сохранности МРТ-оборудования и мер безопасности при обращении с ними;
- снятие МРТ-оборудования с эксплуатации и его описание.

Разрабатываемые модели различных режимов эксплуатации МРТ-оборудования позволяют составлять математические модели управления этими процессами, нахождения МРТ-оборудования в каждом состоянии и время перехода из одного состояния в другое. Эти данные берутся из нормативных источников.

Техническое обслуживание (ТО и ТО-Э).

Разновидности этого режима.

а) При использовании (ТО);

б) При длительной эксплуатации (ТО-Э).

Задачей этого режима эксплуатации является поддержание технического состояния изделий на заданном уровне путем проведения различного вида профилактических работ.

Заключение. Задачей режима эксплуатации является восстановление технического состояния изделия и его ресурса до заданного уровня путем проведения различного вида восстановительных работ. Нарушение правил и норм эксплуатации МРТ-оборудования в любом режиме может привести к резкому или постепенному изменению его технического состояния и выходу его из строя.

Список литературы

1. Горюнова В.В., Володин К.И. Автоматизированное проектирование процессов технического обслуживания и диагностики // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – Т. 98; № 9. – С. 64–70.
2. Бакстон Р.Б. Введение в функциональный анализ магнитно-резонансной томографии: Принципы и методы. – Cambridge, 2010. – 479 с.
3. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Кухтевич И.И. Основные тенденции в развитии медицинских информационных систем // Фундаментальные исследования. – 2015. – №5; Т.1. – С. 58–62.
4. Кухтевич И.И., Горюнова В.В., Горюнова Т.И. Практика проектирования и использования телеконсультационных центров неврологического профиля // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–11. – С. 1767–1773.
5. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 132 с.