

по развитию болезней системы кровообращения и других, связанных с медицинскими рисками. Для этой цели необходимо:

- * информационное обеспечение рабочего места помощника врача по амбулаторно-поликлинической помощи;

- * пересмотр норм нагрузки врачей системы ПМП;

- * в модель конечных результатов деятельности организации здравоохранения целесообразно введение индикатора профилактической деятельности специалиста – число посещений с профилактической целью;

- * в территориальные программы государственных гарантий в области здравоохранения полезным может стать включение показателя финансирования мероприятий профилактической направленности.

Современные подходы к непрерывному медицинскому образованию у сестер в Беларуси базируются на применении опыта других стран согласно принципу *life-long learning* с учетом специфики труда, уровня материально-технического оснащения больничной и первичной медицинской помощи. Использование дистанционной формы обучения для повышения квалификации организаторов сестринского дела позволит сократить время на получение профессиональной информации, стажироваться без отрыва от основной деятельности и шире применять возможности телемедицины, удалённого консультирования.

Литература

1. **Авдеева Е.В.**, Репалов Н.В. Профессионально-педагогические компетенции преподавателя медицинского вуза // Материалы Всероссийской учебно-методической конференции с международным участием, посвященной 79-летию КГМУ, Т.2. – Курск:ГБ ВПО КГМУ Минздрава России, 2014. - С.64-66.

2. **Бордовский Г.А.** и др. Модели и методы внутреннего и внешнего оценивания качества образования в вузах: науч.-метод. материалы. – СПб: ООО «Книжный дом», 2008. - 156с.

3. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «О порядке разработки и использования дистанционных образовательных технологий от 1 марта 2005 г. № 63;

4. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «Об использовании дистанционных образовательных технологий» от 6 мая 2005 г. № 137;

5. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «О временных требованиях, предъявляемых к образовательным учреждениям среднего, высшего и дополнительного профессионального образования при проведении лицензионной экспертизы и проверки их готовности к реализации образовательных программ с использованием в полном объеме дистанционных образовательных технологий» от 2 августа 2005 г. № 218.

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С.М. Боровиков, С.К. Дик, И.Н. Цырельчук, Д.А. Сташевский, Д.В. Лихачевский

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, ул. П. Бровки, 6, БГУИР, каф. ПИКС, 220013, г. Минск, Республика Беларусь, тел. +375 17 2938838, +375 17 2938505, +375 17 2938601,

E-mail: bsm@bsuir.by, sdick@bsuir.by, tsyrelchuk@gmail.com

Abstract. To assess the reliability of electronic systems for medical purposes are encouraged to use the method of constructing and fault tree analysis, in the English version - fault tree analysis, briefly - FTA. The method allows to better take into account all the possible events and situations that the operation of the system, we can produce not only sustained failure, but also in the form of denial of partial loss of capacity for work of the system.

В настоящее время при диагностировании состояния и лечении людей на электронные медицинские системы возлагаются важнейшие функции. В большинстве случаев врачи ставят диагноз и определяют методы лечения, пользуясь информацией, полученной от электронной медицинской техники. Сбой или устойчивый отказ электронной медицинской системы могут привести к постановке пациенту ошибочного диагноза и выбору неадекватных методов лечения с вытекающими из этого последствиями. Поэтому при проектировании электронных медицинских систем одной из основных задач является обеспечение высокого уровня их эксплуатационной надёжности. При этом на этапе проектирования важно учесть все ситуации и события, которые при эксплуатации могут привести к отказу электронной медицинской системы.

В работе [1] обсуждалось, как можно спрогнозировать (оценить) надёжность отдельно рассматриваемого электронного медицинского устройства с помощью системы автоматизированного расчёта и обеспечения надёжности (системы АРИОН). Эта система автоматизированного расчёта позволяет выполнить учёт электрического режима работы, условий эксплуатации, конструкторско-технологических и других особенностей используемых элементов и компонентов и с учётом этого дать ответ о проектной надёжности электронного медицинского устройства. Набор высоконадёжных технических устройств не является гарантией создания электронной медицинской системы высокого уровня надёжности. Электронная медицинская система представляет собой не просто набор технических устройств, а аппаратно-программный комплекс, в котором все электронные устройства взаимосвязаны и работают по определённым сложным алгоритмам.

Традиционные подходы к оценке надёжности электронной системы медицинского назначения не позволяют учесть влияние на надёжность такой системы всех возможных ситуаций и событий, которые при эксплуатации электронной системы могут вызвать её отказ (в виде сбоя или полной потери работоспособности) и, следовательно, не обеспечить решение или привести к неправильному решению требуемой задачи. При оценке надёжности электронной системы медицинского назначения необходимо учесть все возможные события и ситуации, которые при эксплуатации могут вызвать не только устойчивый отказ, но и отказ в виде частичной потери системой работоспособности, в том числе и из-за сбоя в работе программного обеспечения.

Для оценки надёжности электронных систем медицинского назначения предлагается использовать «Метод анализа дерева отказов» (в англоязычном варианте – Fault Tree Analysis, кратко – FTA). Метод впервые был использован в 1962 году компанией Bell Labs для Военно-воздушных сил США. В настоящее время метод получает распространение для анализа причин отказов статических систем. Данный метод является частью национальных стандартов таких, например, как стандарт США «MIL-HDBK-217 Reliability prediction of electronic equipment» [2] или российский РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов».

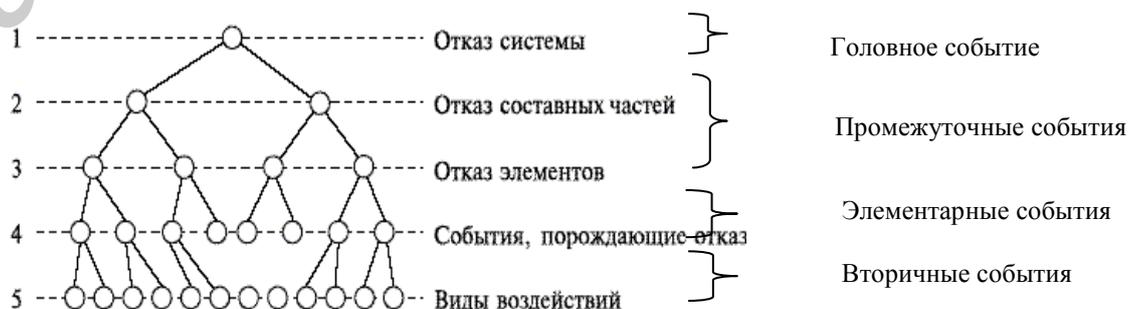


Рисунок 1 – Условная схема построения дерева отказов

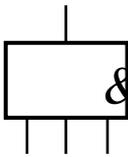
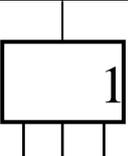
Метод основан на построении схемы (похожей на дерево), на которой указывают возможные отказы составных частей и системы в целом, а также события и воздействия, вызывающие появление отказов (рисунок 1). Для анализа возникновения отказа дерево отказов строится из последовательностей и комбинаций нарушений работоспособности или отказов, и представляет собой многоуровневую графологическую структуру причинных взаимосвязей, полученных в результате прослеживания опасных ситуаций в обратном порядке, для того чтобы отыскать возможные причины их возникновения.

Анализ причин, из-за которых электронная система медицинского назначения не выполняет требуемые функции, показывает, что это объясняется комбинацией случайных локальных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях применения системы. Такими событиями могут быть отказы некоторых устройств системы ввиду возникновения неисправностей, невосприятие сигналов входными устройствами, неправильная обработка сигналов микропроцессорным устройством из-за сбоя программного обеспечения, несрабатывание исполнительных устройств, ошибки оператора т. д. Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями можно применить логико-графические методы деревьев отказов и событий. Дерево отказов лежит в основе словесно-графического способа анализа возникновения различного рода событий, трактуемых как предпосылки к невыполнению электронной системой медицинского назначения требуемых функций. Указанные события образуют определенную последовательность и комбинацию. Для наглядного изображения таких событий используют ряд символов – графических изображений (таблица 1).

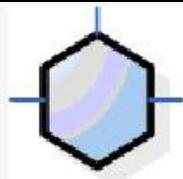
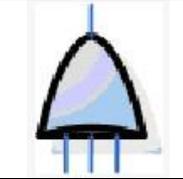
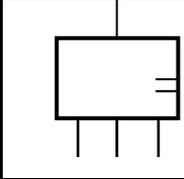
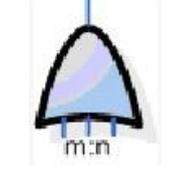
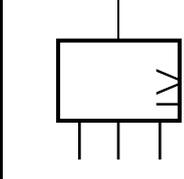
При анализе надёжности и эффективности функционирования электронной системы медицинского назначения её отказ в виде невыполнения предписанных ей функций следует выделять как головное (иначе, конечное) событие, которое располагается в вершине дерева отказов. Этому конечному событию предшествуют другие события.

Задача анализа заключается в том, чтобы выявить путём обратной логики причинно-следственную связь между событиями, предшествующими возникновению головного события.

Таблица 1 – Значение основных логических символов «дерева отказов»

Номер символа	Символ логического знака в системе FTA	Символ, используемый в отечественной электронике	Название логического знака	Суть символа (причинная взаимосвязь)
1			И	Выходное событие происходит, если все входные события случаются одновременно
2			ИЛИ	Выходное событие происходит, если случается хотя бы одно из входных событий

Окончание таблицы 1

Номер символа	Символ логического знака в системе ФТА	Символ, используемый в отечественной электронике	Название логического знака	Суть символа (причинная взаимосвязь)
3		–	ЗАПРЕТ	Наличие входа вызывает наличие выхода тогда, когда происходит условное событие
4			Исключающее ИЛИ	Выходное событие случается, если случается одно (но только одно) из входных событий
5			" <i>m</i> из <i>n</i> " (голосования или выборки)	Выходное событие случается, если случается <i>m</i> из <i>n</i> входных событий

Последовательности событий в дереве отказов организуют с помощью символов логических операций, из которых наиболее часто используются операции И и ИЛИ. Операция И указывает на то, что для получения выходного события необходимы все события на входе. Операция ИЛИ означает, что для получения выходного события должно произойти хотя бы одно событие на входе.

Используя построение дерева отказов, моделирование отказа системы в виде невыполнения предписанных ей функций, выполняют поэтапно:

1. Выделяют элементарные события, а при необходимости и вторичные события, обусловленные внешними и внутренними воздействиями.
2. Нежелательные события разделяют на группы, причём группы формируют по некоторым общим признакам.
3. Выделяют головное событие, к которому приводят все события каждой группы.
4. Определяют все промежуточные события, которые могут вызвать появление головного события.
5. Определяют взаимосвязь между событиями в терминах логических операций.
6. Продолжают этапы 4, 5 до тех пор, пока все промежуточные события будут выявлены, либо прекращают проведение анализа из-за незначительности влияния других промежуточных событий или отсутствия данных.
7. Представляют события и их связь в графическом виде, т. е. строят дерево отказов.

Литература

1. Оценка надёжности медицинской аппаратуры в системе АРИОН / С.М. Боровиков [и др.] // Медэлектроника 2010. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сб. науч. ст. VI Междунар. науч.-техн. конф., Минск, Беларусь, 8–9 декабря 2010 года. – Минск: БГУИР, 2010. – С. 32–34.
2. Reliability prediction of electronic equipment : Military Handbook MIL–HDBK-217F. – Washington : Department of defense DC 20301, 1995. – 205 p.