



УДК 519.876.5

**Рубцов А.В.** – студент ФГБОУ ВО ВГУВТ,

**Гордяскина Т. В.** – доцент кафедры радиоэлектроники, к.ф.-м.н., ФГБОУ ВО ВГУВТ  
603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ В MULTISIM 12.0

*Ключевые слова:* радиотехнические устройства, микропроцессорные системы, надежность, диагностика, программное обеспечение.

*В работе рассматривается методика диагностики радиоэлектронных устройств управляемых микропроцессорными системами в программной среде Circuit Design Suite 12.0*

Динамичное развитие микроэлектроники, а именно отработка схемотехнических решений и улучшение технологии производства микросхем, позволило создавать сложные функциональные узлы радиоэлектроники обладающими, как внушающей степенью интеграции, так и сравнительно небольшой стоимостью. Современные микропроцессорные устройства являются наилучшим показателем достижений в этой отрасли. Их развитие в значительной степени повлияло как на процесс автоматизации, так и на становление и развитие новых отраслей.

В современных условиях автоматизации производств специалисты радиоинженерной специальности должны обладать знаниями, необходимыми для разработки и технической диагностики сложных, зачастую программируемых устройств, основой которых могут являться микропроцессорные системы. Процесс разработки микропроцессорных систем проходит через несколько основных этапов:

1. Концептуальная разработка (создание идеи, проработка вариантов).
2. Разработка экспериментального образца средствами и методами сквозного проектирования.
3. Создание экспериментального образца.
4. Тестирование и техническая диагностика.
5. Создание промышленного образца или его доработка в цикле до приобретения им необходимых качеств.

Студентам специальности 25.05.03-65 - «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» как будущим специалистам в эксплуатационной области, необходимо иметь навыки диагностики радиоэлектронных систем на базе микропроцессорных устройств.

В данной работе будет рассмотрена методика диагностики радиоэлектронного средства, построенного на микроконтроллере MCS-51 (Intel 8051). В качестве объекта диагностики рассматривается система контроля и управления ходовыми огнями т/х «Колесов», районом плавания которого является Севастопольская бухта.

Приведем технические характеристики данной системы, рассмотрим доступные методы диагностики и их реализацию в эмуляторе «Система контроля и управления ходовыми огнями т/х «Колесов»» в виде рабочей схемы, разработанной в проблемно-

ориентированном пакете Multisim 12.0, входящем в САПР Circuit Design Suite 12.0 (Education версия).

Диагностируемая система контроля построена с учетом требований Российского Речного Регистра и МППСС. Ее концептуальной основой является решение проблемы поддержания исправности работы сигнально отличительных огней, обеспечивающих безопасность плавания судов (их наличие является одним из требований РРР МППСС) путем автоматизированного механизма оповещения. Система поддерживает управление и контроль теми комбинациями сигнально-отличительных огней (фонарей) (СОФ), которые позволяют обеспечить безопасное плавание теплохода. Перечень режимов, а также комбинаций сигнально-отличительных огней представлен в таблице №1. Где обозначения огней: 1 – Топовый, 2 – Круговой, 3 – Левый бортовой, 4 – Правый бортовой, 5 – Верхняя корма, 6 – Нижняя левая корма, 7 – Нижняя правая корма, 8 – Верхний круговой красный, 9 – Нижний круговой красный, 10 – Средний круговой белый, 11 – Стоянка левый, 12 – Стоянка правый.

На рисунке 1 приведена структурная схема данной системы. Из схемы видно, что работа системы обеспечивается двумя уровнями напряжения питания в 5В и 24 В.

Таблица №1

**Режимы работы системы сигнально отличительных огней**

№ Реж има	Режим	Номера сигнально- отличительных огней
1	Ходовой режим судна на внутренних водных путях	1, 3, 4, 5, 6, 7, 12
2	Ходовой режим судна на морских водных путях	1, 3, 4, 5, 12
3	Стояночный режим судна на внутренних водных путях - стоп	2, 6, 7, 12
4	Стояночный режим судна на внутренних водных путях – стоп правый борт	8, 9, 12
5	Оповещение о том, что судно, лишено возможности управляться на якоре	1, 3, 4, 5, 8, 9, 12
6	Оповещение о том, что судно, лишено возможности управляться, имея ход относительно воды	8, 9, 10, 12
7	Оповещение о том, что судно, ограничено в возможности маневрировать, будучи занятым на ходу пополнением снабжения или передачей людей, продовольствия или груза	1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12
8	Судно, занято такой буксировочной операцией, которая значительно ограничивает возможность буксирующего и буксируемого судов отклониться от своего курса.	2, 6, 7, 12

Рассмотрим схему электрическую принципиальную (рис. 2) данной системы.

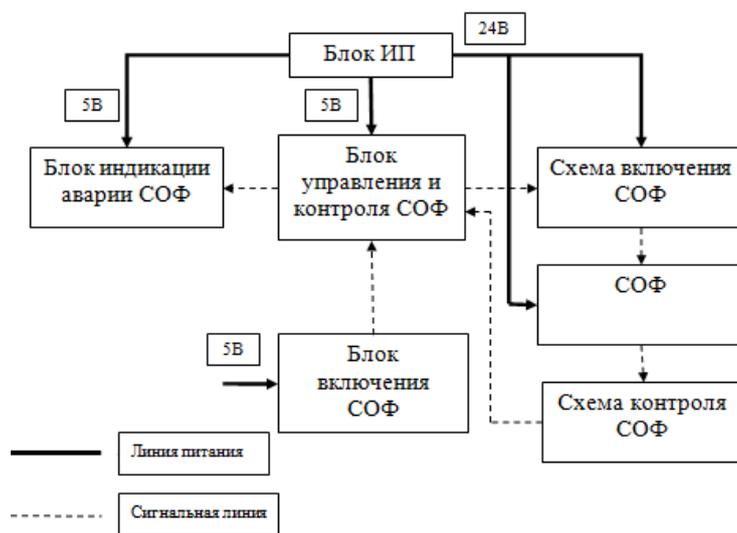


Рис 1. Структурная схема системы контроля и управления ходовыми огнями т/х «Колесов»

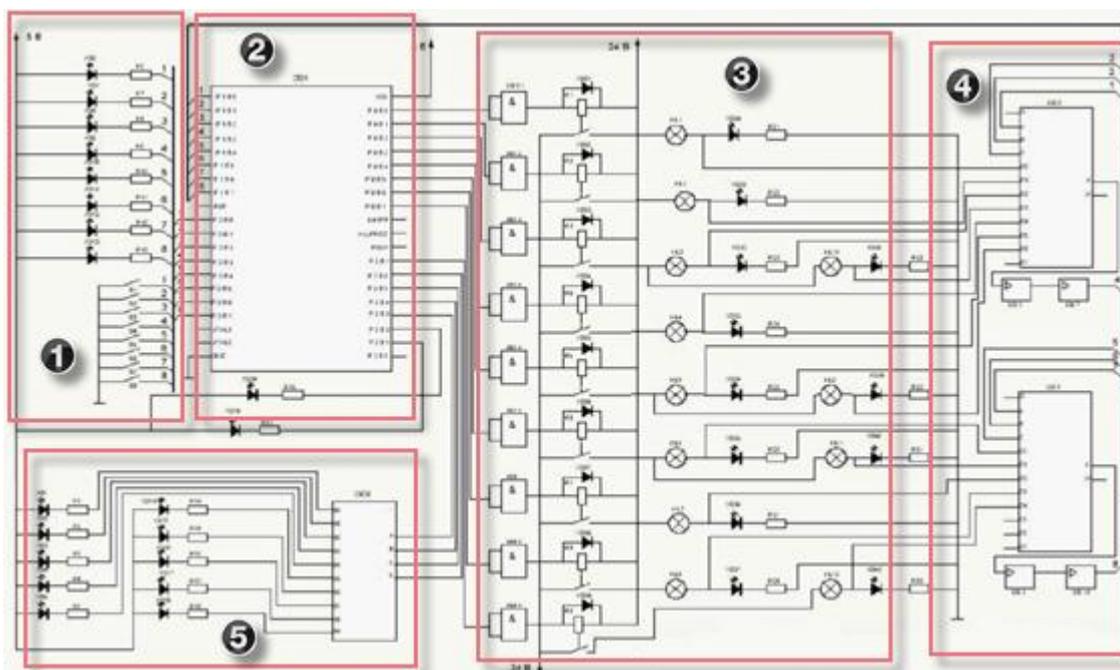


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная системы контроля и управления ходовыми огнями т/х «Колесов»

Система состоит из 5 глобальных блоков:

Блок включения и индикации работы сигнально-отличительных огней (блок №1) – ключи обеспечивают выбор режима работы СОФ в соответствии с таблицей №1.

МП блок управления и контроля СОФ (блок №2) – включает микроконтроллер, обеспечивающий активацию выбранного режима, и контроль за работой СОФ.

Схема коммутации СОФ (блок №3) – обеспечивает связь управляющей аппаратуры, имеющей питание 5В и системы СОФ, имеющих повышенное напряжение питания 24В (в соответствии с требованиями РРР МППСС).

Схема контроля СОФ (блок № 4) – обеспечивает обратную связь с блока №3 с блоком №2, для контроля исправности СОФ.

Блок индикации аварии сигнально-отличительных огней (блок №5) - обеспечивает индикацию аварийной работы СОФ.

В процессе эксплуатации рассмотренной системы необходимо проводить техническую диагностику системы для определения ее технического состояния, в случае неисправной работы проводить поиск неисправности и последующий ремонт.

Диагностика состояния системы проводится с помощью следующих методов: визуальный контроль на отсутствие дефектов радиоэлектронного средства, включение и контроль на соответствие нормативно-технической документации.

Поиск неисправностей осуществляется диагностированием технических параметров, в случае цифровых систем поиск проводится на основе сравнения номинальных и текущих входных/выходных сигналов, а также физических процессов, происходящих в исследуемой системе (измерение значений напряжения и тока, а так же сопротивлений элементов схемы).

Алгоритм поиска неисправностей в системе включает:

- 1) Тестирование и отладку программного обеспечения системы.
- 2) Формулировку типа неисправности (частичная/полная неработоспособность) и постановку задачи на ее основе.
- 3) Работу с технической документацией устройства, а именно выяснение номинальных физических параметров и процессов, а также выяснение логики работы устройства.
- 4) Разделение устройства на глобальные узлы, выполняющие законченную функцию.
- 5) Выделение неисправного узла методом диагностики физических параметров.
- 6) Локализацию неисправности в узле поиск неисправных элементов.

Рассмотрим методику поиска неисправностей в программном пакете Multisim 12 на примере системы контроля и управления ходовыми огнями т/х «Колесов».

В качестве рабочей платформы Multisim 12 была выбрана Education версия, разработанная для студентов и преподавателей ВУЗов, обладающая всеми необходимыми инструментами для проведения радиоизмерений в режиме эмуляции схем, а также режимом контроля учетных записей.

Режим контроля учетных записей предлагает преподавателям вузов следующие возможности: ограничивать доступ студентов к конкретным базам имеющихся элементов, ограничивать использование панели инструментов, выбирать доступные студентам средства для проведения радиоизмерений, запрещать изменение собранных схем, скрывать атрибуты и параметры элементов от студентов. Возможность скрывать атрибуты и параметры элементов позволяет давать студентам задания, связанные с поиском неисправностей радиоэлектронных систем.

На рисунке 3 представлена система контроля судовых огней в процессе эмуляции в режиме 1. Согласно таблице 1 в режиме 1 должны гореть огни 1, 3, 4, 5, 6, 7, 12. Индикаторы аварии СОФ сигнализируют о неисправности в цепи топового огня. Поиск неисправности начинается с проверки работоспособности программного обеспечения системы. На следующем этапе диагностики проводится проверка осветительной лампы топового огня на наличие обрыва (рис. 4а) так как сопротивление лампы не бесконечно большое, следовательно обрыва в лампе нет и она исправна, что сигнализирует о возможном расположении неисправности в блоках № 1 и № 3. Анализ работы системы сигнализирует об исправности блока № 1 (светится диод, отвечающий за выбор режима 1). Проведем контроль работоспособности блока 3 (рис. 4б), продиагностируем сигнал на входе логического элемента «И» U2A.

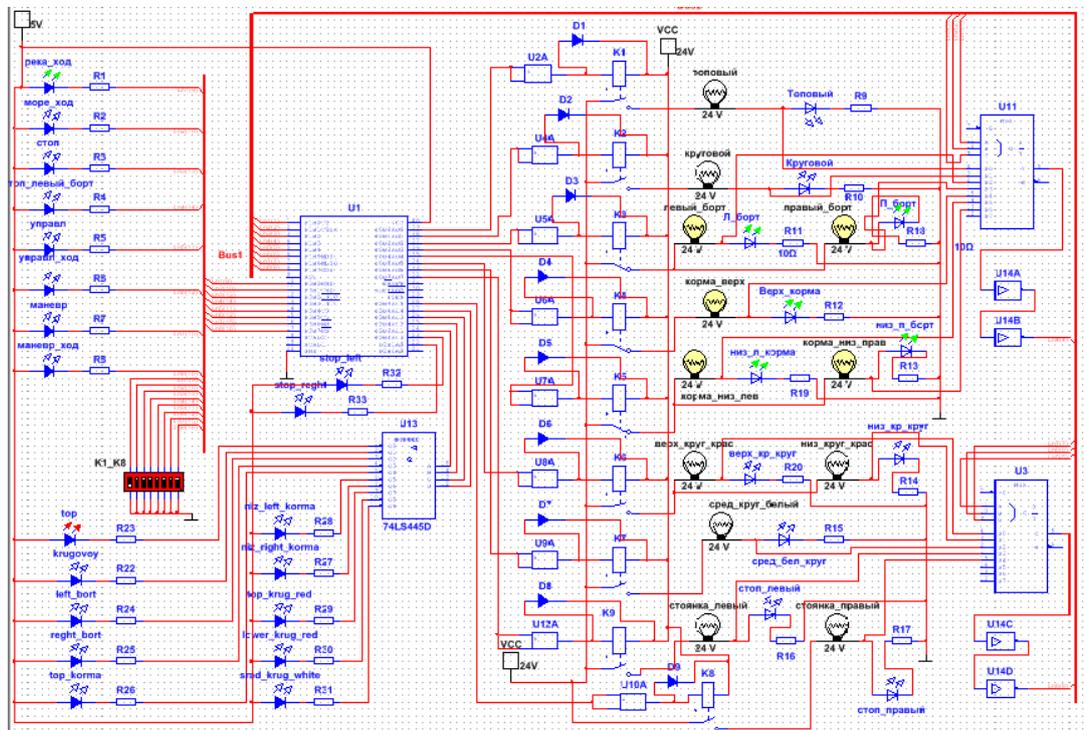


Рис. 3. Эмуляция работы системы в программном пакете Multisim

Коммутация контактов реле согласно документации происходит при уровне логического нуля. Отсутствие индикации пробника напряжения (рис. 4б) однозначно определяет область поиска возможной неисправности.

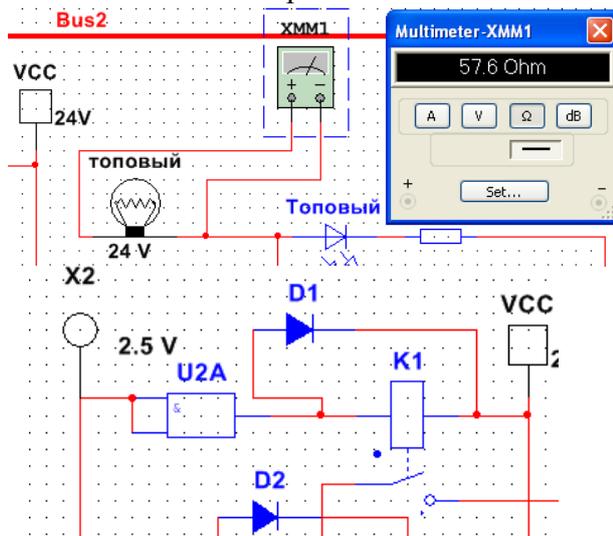


Рис.4 а) диагностика исправности лампы СОФ, б) контроль входных сигналов на входе Блока №3

Определив область поиска неисправности, выделим дефектный элемент схемы. Проверка элемента «И» заключается в проверке на совпадение логических уровней входа/выхода с соответствующими значениями таблицы истинности элемента. В данном случае проверка осуществляется пробниками на соответствие выходного сигнала таблице истинности логического элемента «И». В соответствии с полученными результатами (рис.5) следует сделать вывод об исправности элемента. Для диагностики исправности диода следует скопировать его в новый проект (при копировании элементов неисправности сохраняются) и собрать схемы для его диагностики рис.б. Как видно из показаний амперметра и мультиметра диод исправен, так как наличие тока и номинальное сопротивление прямого смещения, позволяют сделать вывод об отсутствии обрыва и утечки соответственно и заключить, что неисправно реле, а тип неисправности – обрыв контакта, что следует из анализа работы системы.

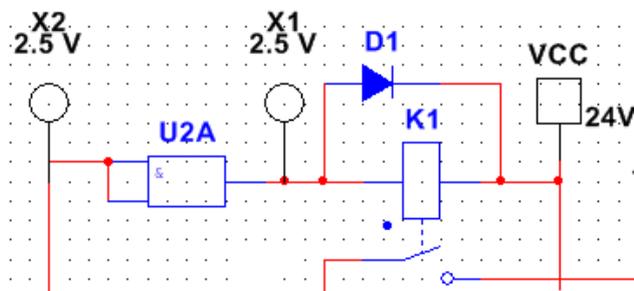


Рис.5 Диагностика логического элемента «И»

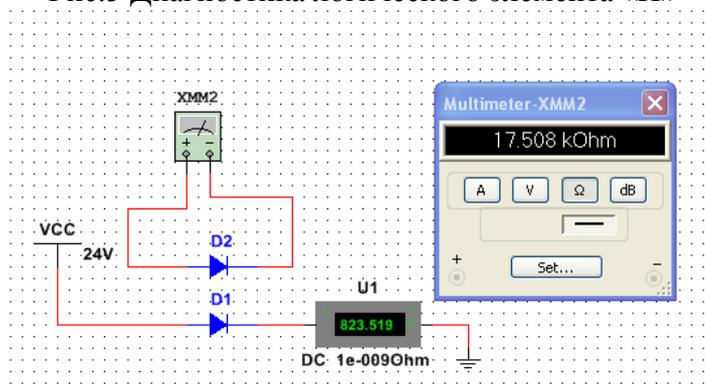


Рис.6 Схема для диагностики диода на обрыв и утечку.

Программный пакет Multisim 12 обладает всеми необходимыми средствами для обучения студентов основам технической диагностики радиоэлектронных устройств, выполненных на базе микропроцессорной техники, в рамках дисциплины «Надежность и техническая диагностика» и позволяет превращать любую радиоэлектронную систему в черный ящик, на базе которого он студент приобретет необходимые навыки поиска неисправностей. Освоение студентами рассмотренной методики технической диагностики радиоэлектронных систем, выполненных на современной элементной базе, позволит им в будущем в кратчайшие сроки интегрироваться в производственный процесс современных промышленных предприятий.

### Список литературы

1. Рубцов А.В., Гордяскина Т.В. Техническая диагностика линейных аналоговых радиотехнических систем в программном пакете Multisim 10.0.1. Труды 17-го международного научно-промышленного форума «Великие реки – 2015». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов. Том 1. - Н. Новгород: Издательство ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015, с.113-118.
2. Рубцов А.В., Гордяскина Т.В. Сквозное проектирование радиотехнических устройств в Circuit Design Suite 12.0. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта, Выпуск 46. Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ» Н. Новгород, 2016, с. 207-217.

## TECHNICAL DIAGNOSTICS OF MICROPROCESSOR SYSTEMS IN MULTISIM 12.0

T.V.Gordyaskina, A.V.Rubtsov.

*Key words: electronic devices, microprocessor systems, reliability, diagnostics, software.*

*In this article the technique of diagnostics of radio electronic devices mikroprocessornye managed systems in the software environment Circuit Design Suite 12.0*