|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

«ОПТОЭЛЕКТРОНИКА»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ этап Чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

регион проведения

2025 г.

Конкурсное задание разработано экспертным сообществом и утверждено Менеджером компетенции, в котором установлены нижеследующие правила и необходимые требования владения профессиональными навыками для участия в соревнованиях по профессиональному мастерству.

**Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:**

[1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ 3](#_Toc142037183)

[1.1. Общие сведения о требованиях компетенции 3](#_Toc142037184)

[1.2. Перечень профессиональных задач специалиста по компетенции «Оптоэлектроника» 3](#_Toc142037185)

[1.3. Требования к схеме оценки](#_Toc142037186)  10

[1.4. Спецификация оценки компетенции](#_Toc142037187)  10

[1.5. Конкурсное задание](#_Toc142037188)  11

[1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания](#_Toc142037189)  11

[1.5.2. Структура модулей конкурсного задания (инвариант/вариатив)](#_Toc142037190)  12

[2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ](#_Toc142037191)  35

[2.1. Личный инструмент конкурсанта](#_Toc142037192)  35

[2.2.Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке](#_Toc142037193)  35

[3. ПРИЛОЖЕНИЯ](#_Toc142037194)  36

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ**

1. *CAD –* конструкторская система автоматизированного проектирования.
2. *САЕ –* средство автоматизации инженерных расчетов, анализа и симуляции физических процессов.
3. *IDE –* интегрированная среда разработки.
4. *САПР –* система автоматизированного проектирования.
5. *ЕСКД –* единаясистема конструкторской документации.
6. *ЕСПД –* единая система программной документации.
7. *СИЗ –* средства индивидуальной защиты

1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ

Требования компетенции «Оптоэлектроника» определяют знания, умения, навыки и трудовые функции, которые лежат в основе наиболее актуальных требований работодателей отрасли.

Целью соревнований по компетенции является демонстрация лучших практик и высокого уровня выполнения работы по соответствующей рабочей специальности или профессии.

Требования компетенции являются руководством для подготовки конкурентоспособных, высококвалифицированных специалистов / рабочих и участия их в конкурсах профессионального мастерства.

В соревнованиях по компетенции проверка знаний, умений, навыков и трудовых функций осуществляется посредством оценки выполнения практической работы.

Требования компетенции разделены на четкие разделы с номерами и заголовками, каждому разделу назначен процент относительной важности, сумма которых составляет 100.

1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ «ОПТОЭЛЕКТРОНИКА»

*Таблица №1*

**Перечень профессиональных задач специалиста**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Раздел** | **Важность в %** |
| **1** | **Проектирование оптоэлектронных систем** | **15** |
| Специалист должен знать и понимать:  - методы конструирования оптоэлектронных систем;  - электронные справочные системы и библиотеки: наименования, возможности и порядок работы в них;  - основы аналоговой и цифровой схемотехники;  - номенклатуру оптоэлектронных компонентов и приборов: назначения, типы, характеристики;  - типы, основные характеристики, назначение материалов объектов оптоэлектроники;  - специальные пакеты прикладных программ для конструирования оптоэлектронных систем: наименования, возможности и порядок работы в них;  - принципы, методы и средства выполнения компоновочных расчетов оптоэлектронных систем;  - методики построения компьютерных моделей конструкций оптоэлектронных систем;  - виды и содержание конструкторской документации на разработку оптоэлектронных систем;  - требования Единой системы конструкторской документации (далее - ЕСКД), государственных национальных, военных и отраслевых стандартов, технических условий в области конструирования оптоэлектронных средств;  - специальные пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации на оптоэлектронные средства: наименования, возможности и порядок работы в них;  - прикладные компьютерные программы для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них;  - прикладные компьютерные программы для создания текстовых документов: наименования, возможности и порядок работы в них;  - требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности. |  |
| Специалист должен уметь:  - производить сравнительный анализ аналогов проектируемых оптоэлектронных систем;  - осуществлять сбор и анализ исходных данных для компоновочных расчетов и конструирования оптоэлектронных систем;  - выполнять поиск данных об оптоэлектронных блоках и устройствах в электронных справочных системах и библиотеках;  - планировать порядок разработки моделей конструкций оптоэлектронных систем;  - осуществлять компьютерное моделирование конструкций оптоэлектронных систем с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования (CAD-системы или САПР);  - рассчитывать основные показатели качества оптоэлектронных систем с использованием средств автоматизации инженерных расчетов, анализа и симуляции физических процессов (CAE-системы);  - оформлять конструкторскую документацию на оптоэлектронные системы в соответствии с требованиями стандартов и технических условий;  - использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации на оптоэлектронные системы;  - искать в электронном архиве справочную информацию, конструкторские документы. |  |
| **2** | **Выполнение сборки оптоэлектронных систем** | **50** |
| Специалист должен знать и понимать:  - терминологию и правила чтения конструкторской и технологической документации;  - прикладные компьютерные программы для просмотра текстовой информации: наименования, возможности и порядок работы в них;  - прикладные компьютерные программы для просмотра графической информации: наименования, возможности и порядок работы в них;  - основы технологии монтажа электрорадиоэлементов на поверхность;  - основы технологии смешанного монтажа электрорадиоэлементов;  - назначение и свойства материалов, применяемых для сборки электронных устройств конструктивной сложности первого уровня;  - последовательность выполнения сборки электронных устройств конструктивной сложности первого уровня;  - технологии монтажа электрорадиоэлементов на поверхность;  - технологии смешанного монтажа электрорадиоэлементов;  - основы электротехники в объеме выполняемых работ;  - номенклатуру электрорадиоэлементов: назначения, типы марки и характеристики флюсов, припоев, паяльных паст;  - технические требования, предъявляемые к электрорадиоэлементам, подлежащим монтажу;  - требования, предъявляемые к паяным соединениям;  - правила выполнения основных электрорадиоизмерений, способы и приемы измерения электрических параметров;  - устройство, принцип действия инструментов, приборов и оборудования для пайки, правила работы с ними;  - устройство, принцип действия контрольно-измерительных приборов и оборудования для контроля качества пайки электрорадиоэлементов, правила работы с ними;  - виды дефектов при пайке электрорадиоэлементов, их причины, способы предупреждения и исправления;  - виды, основные характеристики и правила применения материалов для изоляции токопроводящих поверхностей печатных плат;  - основные технические требования, предъявляемые к собираемым электронным устройствам конструктивной сложности первого уровня;  - требования к организации рабочего места при выполнении работ;  - опасные и вредные производственные факторы при выполнении работ;  - правила производственной санитарии;  - виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении работ;  - требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности. |  |
| Специалист должен уметь:  - читать конструкторскую и технологическую документацию;  - просматривать конструкторскую и технологическую документацию с использованием прикладных компьютерных программ;  - выбирать в соответствии с технологической документацией, подготавливать к работе слесарные, контрольно-измерительные инструменты, приспособления, оборудование;  - формовать выводы электрорадиоэлементов с использованием специализированного оборудования;  - обрезать выводы электрорадиоэлементов с использованием специализированного оборудования;  - проверять качество сборки несущих конструкций первого уровня, выполненных на основе изделий нулевого уровня;  - использовать специализированные оборудования и приспособления для пайки электрорадиоэлементов;  - зачищать выводы электрорадиоэлементов, контактные площадки для пайки печатных плат;  - флюсовать выводы электрорадиоэлементов, контактные площадки печатных плат;  - лудить выводы электрорадиоэлементов, контактные площадки печатных плат;  - паять электрорадиоэлементы с использованием паяльных станций;  - очищать элементы несущих конструкций первого уровня от остатков флюсов и окислов;  - проверять качество паяного соединения;  - использовать контрольно-измерительные приборы и оборудование для контроля качества паяных соединений несущих конструкций первого уровня;  - проверять правильность установки электрорадиоэлементов несущих конструкций первого уровня. |  |
| **3** | **Программирование оптоэлектронных систем** | **20** |
| Специалист должен знать и понимать:  - нормативные правовые акты, нормативно-техническую документацию и методические материалы по вопросам, связанным с разработкой и проектированием специального и тестового/технологического программного обеспечения цифровой обработки сигналов, цифрового программного управления оптоэлектронными средствами на языках высокого уровня;  - особенности и возможности современных языков программирования высокого уровня;  - методы и средства разработки специального и тестового/технологического программного обеспечения цифровой обработки сигналов, цифрового программного управления оптоэлектронными средствами на языках высокого уровня;  - требования охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности. |  |
| Специалист должен уметь:  - осуществлять сбор и анализ исходных данных для разработки специального программного обеспечения цифровой обработки сигналов, цифрового программного управления на языке высокого уровня;  - разрабатывать встроенное специальное программное обеспечение цифровой обработки сигналов, цифрового программного управления на языках высокого уровня;  - разрабатывать тестовое и технологическое программное обеспечение на языках высокого уровня;  - оптимизировать проектные решения на этапах разработки от технического задания до изготовления программного обеспечения;  - разрабатывать программную документацию программного обеспечения оптоэлектронных средств на языках высокого уровня в соответствии с ЕСПД;  - разрабатывать документацию для тестирования программного обеспечения оптоэлектронных средств на языках высокого уровня в соответствии с нормативно-технической документацией. |  |
| **4** | **Диагностика работоспособности и ремонт оптоэлектронных систем** | **15** |
| Специалист должен знать и понимать:  - виды и содержание эксплуатационных документов;  - способы настройки оптоэлектронных систем;  - методы мониторинга и диагностики технического состояния оптоэлектронной системы;  - методы метрологического обеспечения эксплуатации оптоэлектронной системы;  - методы обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники;  - принципы работы, устройство, технические возможности измерительного оборудования в объеме выполняемых работ;  - содержание ведомостей комплекта запасных частей, инструментов и принадлежностей;  - условия хранения запасных частей, инструментов, принадлежностей и материалов для проведения ремонта оптоэлектронной системы;  - виды брака и способы его предупреждения;  - методы диагностирования неисправностей, возникших при эксплуатации оптоэлектронной системы;  - методы устранения неисправностей, возникших при эксплуатации оптоэлектронной системы;  - принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования;  - опасные и вредные производственные факторы при выполнении работ;  - правила производственной санитарии;  - виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении работ;  - требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности. |  |
| Специалист должен уметь:  - работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию оптоэлектронной системы;  - монтировать оптоэлектронную систему;  - диагностировать и оценивать техническое состояние оптоэлектронной системы;  - использовать измерительное оборудование для настройки оптоэлектронной системы;  - использовать средства измерения для контроля технического состояния оптоэлектронной системы;  - составлять ведомости комплектов запасных частей, инструментов, принадлежностей и материалов, расходуемых за срок технического обслуживания оптоэлектронной системы;  - использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации оптоэлектронной системы;  - производить замену узлов и элементов оптоэлектронной системы;  - проверять функционирование оптоэлектронной системы после проведения ремонтных работ;  - составлять ремонтные ведомости и рекламационные акты, необходимые для устранения возникших во время эксплуатации неисправностей в оптоэлектронной системе. |  |

1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ

Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту, должна попадать в диапазон баллов, определенных для каждого раздела компетенции, обозначенных в требованиях и указанных в таблице №2.

*Таблица №2*

**Матрица пересчета требований компетенции в критерии оценки**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Критерий/Модуль** | | | | | | **Итого баллов за раздел ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕТЕНЦИИ** |
| **Разделы ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕТЕНЦИИ** |  | **A** | **Б** | **В** | **Г** |  |
| **1** | 15 | - | - | - | 15 |
| **2** | - | - | 5 | 45 | 50 |
| **3** | - | 20 | - | - | 20 |
| **4** | - | - | 10 | 5 | 15 |
| **Итого баллов за критерий/модуль** | | 15 | 20 | 15 | 50 | **100** |

1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ

Оценка Конкурсного задания будет основываться на критериях, указанных в таблице №3:

*Таблица №3*

**Оценка конкурсного задания**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Критерий** | | **Методика проверки навыков в критерии** |
| **А** | **Проектирование оптоэлектронных систем** | Экспертная оценка качества разработки электрической принципиальной схемы оптоэлектронных систем в соответствии с требованиями технического задания. Проверка качества подготовки конструкторской документации на основании электронного отчета, представленного конкурсантом. |
| **Б** | **Программирование оптоэлектронных систем** | Экспертная оценка качества разработки и отладки программного обеспечения для микроконтроллера, находящегося в составе оптоэлектронной системы. Оценка путем проверки соответствия программного продукта заданным функциональным требованиям к работе оптоэлектронной системы. |
| **В** | **Диагностика работоспособности и ремонт оптоэлектронных систем** | Экспертная оценка работоспособности оптоэлектронной системы до и после выполнения ремонта. Оценка правильности заполнения конкурсантом электронного отчета по проведенной диагностике и ремонту оптоэлектронной системы. |
| **Г** | **Выполнение сборки оптоэлектронных систем** | Экспертная оценка качества подготовки элементов конструкции и сборки электронных схем на основе печатного монтажа для оптоэлектронных систем. Оценка выполненной механической и электрической сборки конструкции оптоэлектронной системы на соответствие техническому заданию. Оценка работоспособности и функционала оптоэлектронной системы требованиям технического задания. |
|  |  |  |

1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

Общая продолжительность Конкурсного задания[[1]](#footnote-1): 15 ч.

Количество конкурсных дней: 3 дня.

Вне зависимости от количества модулей, конкурсное задание должно включать оценку по каждому из разделов требований компетенции.

Оценка знаний конкурсанта должна проводиться через практическое выполнение Конкурсного задания. В дополнение могут учитываться требования работодателей для проверки теоретических знаний / оценки квалификации.

1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания

Конкурсное задание состоит из 4-х модулей, включает обязательную к выполнению часть (инвариант) – 2 модуля, и вариативную часть – 2 модуля. Общее количество баллов конкурсного задания составляет 100.

1.5.2. Структура модулей конкурсного задания

**Модуль А. Проектирование оптоэлектронных систем *(вариатив)***

*Время на выполнение модуля* – 3 часа

**Задание:**

Конкурсант должен спроектировать электрическую схему, основу которой составляют оптоэлектронные приборы. Схема должна выполнять некоторый заданный функционал. Задание может предусматривать проектирование, как целой схемы оптоэлектронной системы, так и ее отдельных частей. Конкурсанту необходимо подобрать необходимые элементы, пользуясь предоставленной технической документацией, а также произвести электрические расчеты заданных параметров проектируемой схемы. Проектирование оптоэлектронной системы включает в себя аналоговую и цифровую схемотехнику.

Функциональность схемы подтверждается посредством виртуального моделирования в специализированной САПР. Рекомендовано программное обеспечение промышленного стандарта, поддерживающее SPICE-моделирование.

Время выполнения задания данного модуля составляет 3 часа. В результате выполнения данного модуля конкурсанту необходимо предоставить экспертам электронный файл-отчет, заполненный по установленной форме, подтверждающий работоспособность спроектированной схемы. Данное задание модуля оценивается в 15,00 баллов, из которых судейская оценка составляет 2,5 балла.

Проект представляет собой устройство «Пульсометр», предназначенное для измерения частоты сердечных сокращений человека (ЧСС). Устройство основано на принципе оптической плетизмографии, суть которого поясняется на рисунке 1. В качестве оптического датчика используется оптопара, которая регистрирует изменение объема крови синхронно с биением сердца. Сужение и расширение сосуда под действием пульсации кровотока вызывают соответствующее изменение амплитуды сигнала, получаемого с выхода фотоприемника. Полученные колебания используется для расчета частоты сердечных сокращений (рис. 2). Благодаря использованию технологии оптической плетизмографии можно максимально точно определить пульс, если устройство имеет качественное исполнение.

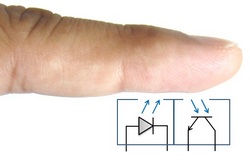
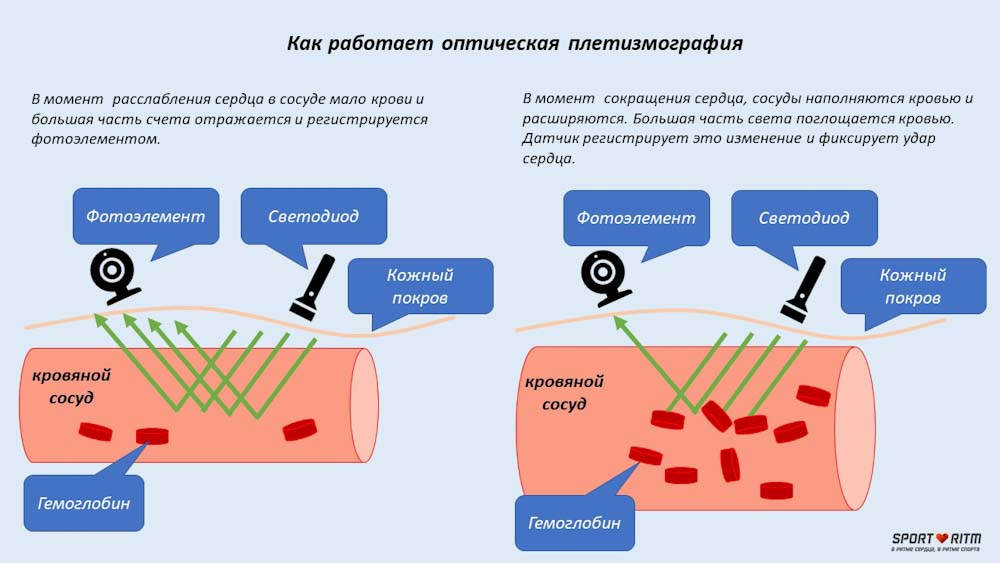


Рисунок 1. Схематичное изображение метода оптической плетизмографии измерения пульса

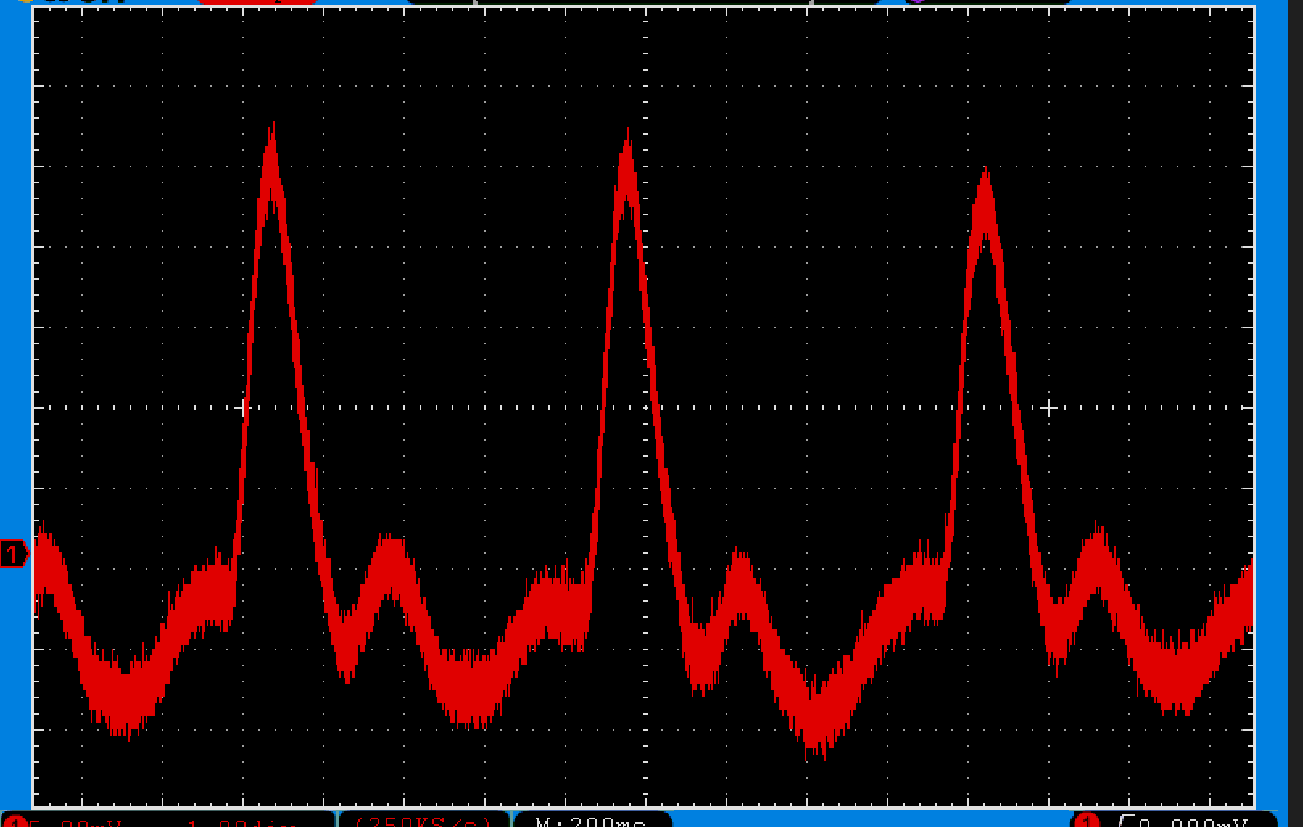


Рисунок 2. Форма колебаний, получаемая с оптопары

Структурная схема устройства изображена на рисунке 3.

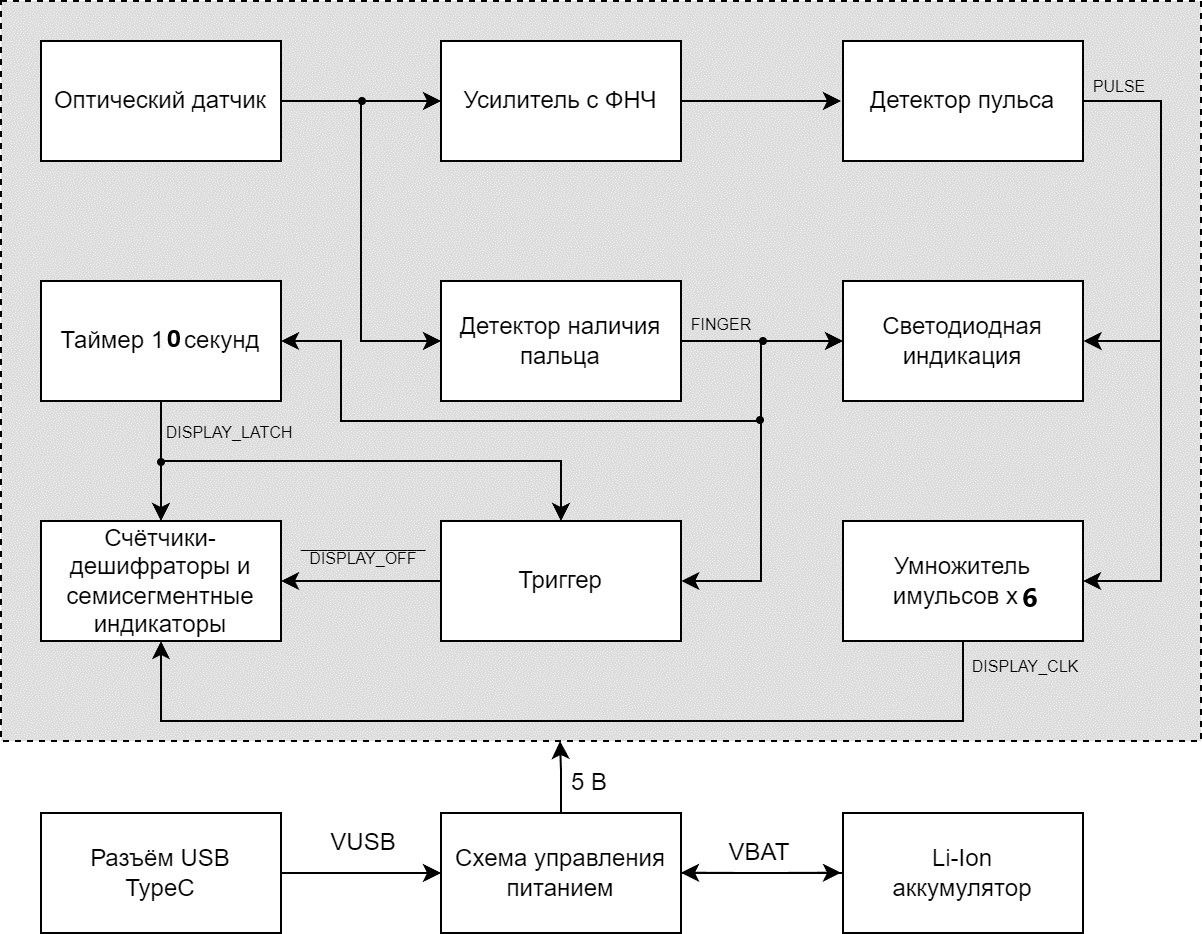


Рисунок 3. Структурная схема пульсометра

Для запуска измерения нужно приложить подушечку пальца к оптическому датчику устройства. После этого устройство производит измерение частоты сердечных колебаний. При низком напряжении на выходе оптического датчика блок детектора наличия пальца формирует высокий уровень сигнала **FINGER**. С сигнала на выходе оптического датчика выделяется переменная составляющая, затем она усиливается и фильтруется. Полученный результат попадает в детектор пульса, где формируются прямоугольные импульсы **PULSE**, соответствующие одному удару сердца.

Таймер генерирует импульс **DISPLAY\_LATCH**, имеющий длительность 10 секунд – для сокращения периода измерения. Далее импульсы сердцебиения **PULSE** умножаются на шесть, тем самым формируя сигнал **DISPLAY\_CLK**. Этот сигнал поступает на блок счётчиков-дешифраторов и индикации. Обновление значений дешифраторов и сброс счётчиков в этом блоке происходит по сигналу **DISPLAY\_LATCH**.

Обнаружение пальца сигнализируется свечением светодиодов в блоке световой индикации. Отображение результата измерения производится на трех семисегментных индикаторах. При отсутствии результатов измерения на семисегментных индикаторах отображаются три горизонтальные черты (рисунок 4). Через 10 секунд с момента начала измерения значение ударов в минуту выводится на семисегментный индикатор (рисунок 5 и 6). Если палец остался на сенсоре, то измерение запускается повторно, предыдущий результат измерения остаётся на экране. Если убрать палец от сенсора, то измерение прекратится, на экране снова появятся три горизонтальные черты (рис. 4).

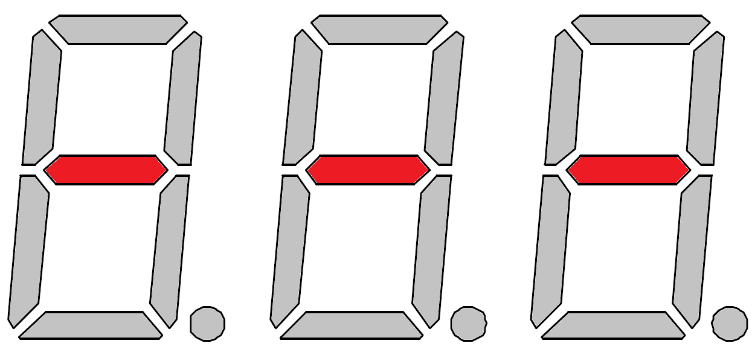


Рисунок 4. Экран устройства при отсутствии результата измерения

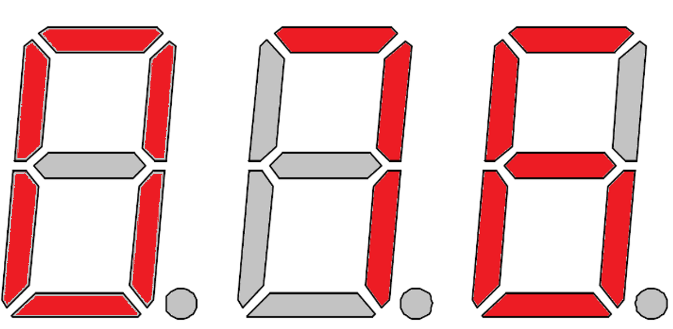


Рисунок 5. Изображение на индикаторе значения ЧСС равное 76 ударов/мин

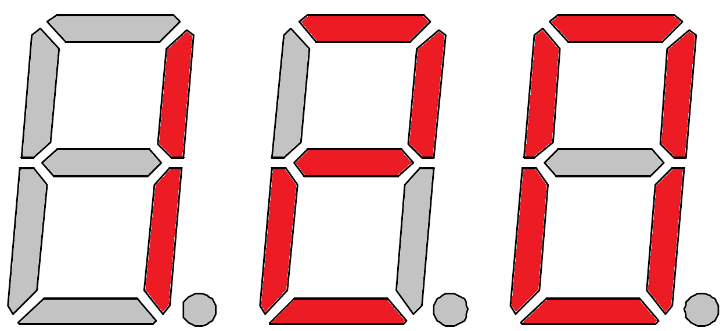


Рисунок 6. Изображение на индикаторе значения ЧСС равное 120 ударов/мин

Индикаторы управляются сигналом **DISPLAY\_OFF**. При высоком уровне на индикатор выводится полученное количество ЧСС. При низком уровне отображаются три горизонтальные черты. Сигнал **DISPLAY\_OFF** формируется триггером. Сброс триггера производится низким уровнем сигнала **FINGER**. Установка производится по низкому уровню **DISPLAY\_LATCH** и высокому уровню **FINGER**.

Питание устройства может производиться от USB-разъёма или от аккумулятора. Переключение между источниками питания осуществляется автоматически. Включение/выключение питания устройства производится кнопкой. При отсутствии питания по линии USB запускается повышающий преобразователь, который из напряжения Li-Ion аккумулятора формирует напряжение питания схемы +5 В. При появлении напряжения питания на USB-разъёме схема формирования питания прекращает работу повышающего преобразователя и устройство питается от напряжения USB. Начинается зарядка аккумулятора.

**Задание для конкурсантов**

На модуле А конкурсанту предстоит доработать или спроектировать 5 электрических схем (#1-#5), предложенных в задании. Для подтверждения функционирования разработанного конкурсантом схемотехнического решения и его моделирования используется программа моделирования электрических схем Multisim. Исходя из условия задания на каждую схему, конкурсант сопровождает свое схемотехническое решение расчетами, временными диаграммами и графиками.

Для разработки схемы допускается использование активных компонентов только из предложенного перечня элементов. Указания по применению активной компонентной базы к каждой схеме будут описаны непосредственно в задании на проектирование. Номиналы пассивных компонентов (резисторов и конденсаторов) конкурсант подбирает самостоятельно, исходя из рядов Е24 и Е12 соответственно. При оформлении схемы конкурсант должен соблюдать аккуратность и единообразие, обозначать элементы согласно ЕСКД.

В результате выполнения задания конкурсант подготавливает электронный отчет в среде предложенного текстового редактора. Файл отчета должен содержать электрические принципиальные схемы, полученные в результате схемотехнического решения конкурсанта, выполненные в Multisim, а также необходимые расчеты, временные диаграммы и графики, подтверждающие функциональность решения.

По истечению назначенного времени конкурсант сдает экспертам отчет в электронном виде в формате **\*.pdf** и файлы с виртуальными моделями схем для Multisim. Имя файла отчета должно содержать имя, фамилию и номер рабочего места конкурсанта: «**Модуль\_А\_Иванов\_Иван\_№5.pdf»**. Все электронные файлы (отчет и модели) необходимо упаковать в архив с названием «**Модуль\_А\_Иванов\_Иван\_№5**» и передать экспертной группе для оценки.

**Схема #1**

Спроектируйте схему формирователя сигналов **PULSE** и **FINGER**, в соответствии с функцией работы устройства. Для формирования блоков усилителя с ФНЧ, детектора пульса и детектора наличия пальца используйте микросхемы LM324 и необходимое количество резисторов из ряда Е24 и конденсаторов из ряда Е12.

Для моделирования сигнала с датчика (оптопары) воспользуйтесь готовым файлом, содержащим модель одного периода сигнала: **Модель сигнала датчика.csv**

Сигнал с оптопары сначала необходимо избавить от постоянной составляющей, далее сигнал должен идти на пассивный RC-фильтр низких частот первого порядка. Затем отфильтрованный сигнал должен поступить на неинвертирующий усилитель на основе ОУ. Частота среза ФНЧ должна составлять 5,0 Гц. Коэффициент усиления усилителя должен быть равен 105. Значения генерируемых сигналов **PULSE** и **FINGER** необходимо выдержать в уровне логической 1. Наличие пальца регистрируетсясигналом **FINGER** и дополнительнодолжно сопровождаться индикацией на сигнальном светодиоде. Уровень сравнения сигнала оптопары должен регулироваться в пределах от 0 до 1,5 B.

В отчёте приведите итоговую схему формирователя сигналов, расчёты элементов обвязки ФНЧ и усилителя. Докажите с помощью средств Multisim правильность работы схемы формирователя сигналов **PULSE** и **FINGER** относительно входных сигналов от оптопары.

**Схема #2**

Спроектируйте схему формирователя сигналов **DISPLAY\_CLK**. Эти сигналы получаются посредством умножения импульсов сердцебиения **PULSE** на шесть. Иными словами, с приходом одного импульса **PULSE** формируется 6 импульсов **DISPLAY\_CLK** на выходе схемы. Для реализации схемы примем, что импульс сердцебиения **PULSE** приходит 1 раз в секунду.

Для реализации схемы используйте микросхемы 74НС74D, 74HC390D, CD4011D и необходимое количество резисторов из ряда Е24 и конденсаторов из ряда Е12.

В отчёте приведите итоговую схему формирователя сигналов **DISPLAY\_CLK** и расчёт элементов обвязки генератора на частоту формирования выходных импульсов **DISPLAY\_CLK**. Докажите с помощью средств Multisim правильность работы схемы формирователя сигналов **DISPLAY\_CLK** относительно сигнала **PULSE**.

**Схема #3**

Спроектируйте схему индикации частоты сердечных сокращений, выполненную на трех семисегментных индикаторах. На индикаторах должно показываться количество поступивших импульсов **DISPLAY\_CLK**. Счёт схемы должен тактироваться от сигнала **DISPLAY\_CLK** и сбрасываться при высоком уровне внешнего сигнала сброса. При появлении сигнала **DISPLAY\_OFF** наиндикаторах должны загореться сегменты, как показано на рисунке 4. Для реализации функционала схемы индикации все необходимые сигналы, в том числе и указанные, конкурсант генерирует самостоятельно. При отсутствии сигнала **DISPLAY\_OFF** схема работает в режиме индикацииколичества поступивших импульсов **DISPLAY\_CLK**.

Для реализации схемы используйте микросхемы CD4511, 74HC390D, и необходимое количество транзисторов ВС857 и резисторов из ряда Е24. Семисегментные индикаторы для моделирования схемы необходимо применить с общим катодом.

Рассчитайте и подключите токоограничивающие резисторы для семисегментных индикаторов при напряжении питания 5 В, падении напряжения на светодиоде 1,8 В, и токе 5 мА.

В отчёте приведите итоговую схему индикации ЧСС, расчёт сопротивления одного из токоограничивающих резисторов.

Докажите с помощью средств Multisim правильность работы схемы индикации ЧСС в режиме счета импульсов **DISPLAY\_CLK** и в режиме появления сигнала **DISPLAY\_OFF.**

**Схема #4**

Спроектируйте для данного устройства «Пульсометр» схему питания.

Предусмотрите возможность питания устройства от внешнего источника – USB-порта и от встроенной аккумуляторной батареи напряжения 5 В в самом устройстве. Выбор источника питания может осуществляться пользователем с помощью тактовой кнопки – одно нажатие переключает на питание от порта USB, повторное нажатие переключает на питание от аккумулятора. Следующее нажатие на кнопку снова переводит питание от порта и так далее. При отсутствии внешнего питания схема автоматически переключается на аккумулятор и не может переключаться обратно с помощью кнопки, пока внешнее питание не восстановится.

Предусмотрите в схеме защиту от неверного подключения батареи и внешнего источника питания. Предусмотрите сигнальный светодиод для индикации наличия питания в схеме от внешнего источника.

Предусмотрите следующую индикацию заряда аккумулятора. Если выходное напряжение аккумуляторной батареи находится в диапазоне от 4,2 В и выше, то должен гореть только зеленый светодиод. Если напряжение опускается ниже 3,3 В, то горит только красный светодиод, а если напряжение находится в диапазоне от 3,3 до 4,2 В, то горит только желтый светодиод.

Для реализации схемы используйте всю доступную библиотеку активных и пассивных компонентов Multisim, учитывая применение резисторов из ряда Е24 и конденсаторов из ряда Е12. Применение микроконтроллеров недопустимо.

В отчёте приведите итоговое решение схемы питания. Докажите с помощью средств Multisim выполнение требований к переключению источников с помощью тактовой кнопки, индикацию уровней напряжения аккумулятора и возможность автоматического переключения источника питания при отсутствии внешнего напряжения.

**Схема #5**

Спроектируйте для данного устройства «Пульсометр» схему индикации «Приветствие».

На лицевой стороне устройства расположены 10 красных светодиодов. При включении устройства эти светодиоды поочередно с 1-го по 10-й зажигаются с частотой 1 Гц. Получается такая «бегущая единица». Затем, все 10 светодиодов одновременно мигают три раза подряд с той-же частотой и на этом «Приветствие» заканчивается и все светодиоды отключаются.

Для реализации схемы используйте всю доступную библиотеку активных и пассивных компонентов Multisim, учитывая применение резисторов из ряда Е24 и конденсаторов из ряда Е12. Применение микроконтроллеров недопустимо.

В отчёте приведите итоговое решение схемы «Приветствие». Докажите с помощью средств Multisim выполнение требований к индикации «Приветствие».

**Модуль Б. Программирование оптоэлектронных систем *(вариатив)***

*Время на выполнение модуля* – 3 часа

**Задание:**

Конкурсант должен разработать и отладить программу на языке программирования Си для оптоэлектронной системы, управляемой микроконтроллером, с использованием специализированной интегрированной среды разработки (IDE). Встраиваемым микропроцессорным управляющим устройством для модуля могут быть микроконтроллерные платформы серии Arduino (Uno, Mega и т.п.) или их аналоги (Iskra Neo и т.п.). Рекомендовано использовать Arduino IDE – интегрированyю среду разработки, предназначенную для создания и загрузки программ на Arduino-совместимые платы, а также на платы других производителей.

Специальные материалы и спецификации производителя, дополнительные программные библиотеки, необходимые конкурсантам для выполнения конкурсного задания, будут предоставлены разработчиком задания.

Для выполнения задания модуля конкурсанту будет предоставлен заведомо работоспособный тестовый образец оптоэлектронной системы. Изменение в электрической схеме при выполнении конкурсного задания не допускается, за исключением коммутации, предусмотренной разработчиком конкурсного задания. Для демонстрации работоспособности тестового образца оптоэлектронной системы разработчик предоставит демонстрационную прошивку. Прошивка должна использоваться конкурсантами для демонстрации экспертам аппаратных неисправностей, которые могут возникнуть в процессе работы.

Время выполнения задания данного модуля составляет 3 часа. По истечении указанного времени, конкурсант должен сдать проект и прошивку для микроконтроллера, продемонстрировав ее работоспособность и выполнение заданного функционала. Данное задание модуля оценивается в 20,00 баллов. Оценка результатов выполнения конкурсного задания может производиться только по функциональности оптоэлектронной системы. Прямая оценка функциональности по тексту программы не допускается.

В качестве задания конкурсантам предлагается макет электронного устройства – информационная бегущая строка на двух RGB-матрицах. Система используется для индикации текстовой информации в разнообразных информационных устройствах, таких как электронные вывески, табло для расписаний и т.д.

Этот макет выполнен на основе микроконтроллера Atmega 2560 в составе отладочной платы Arduino Mega и светодиодных RGB матриц организацией 64x32 пиксела. Дополнительных компонентов для макета не требуется. Основная матрица подключена по примеру рисунка 1 и согласно таблице 1. Схема ее приведена на рисунке 2. Вторая матрица подключается дополнительным шлейфом от DATA OUT основной к DATA IN дополнительной матрицы.

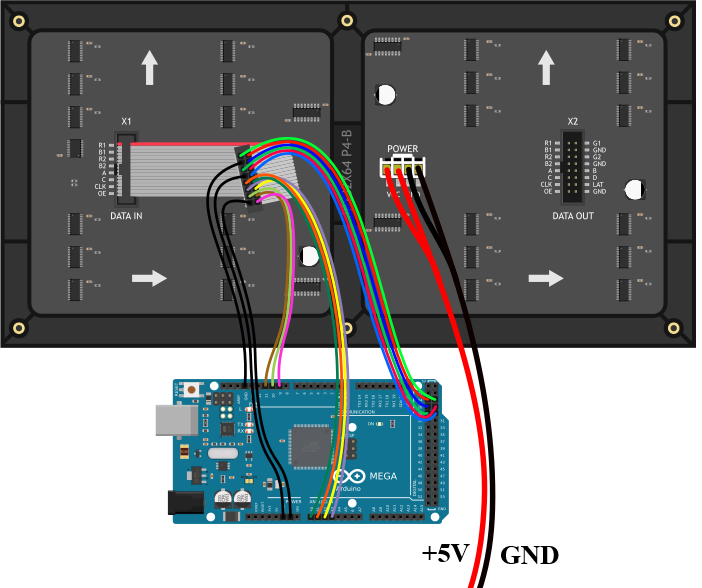


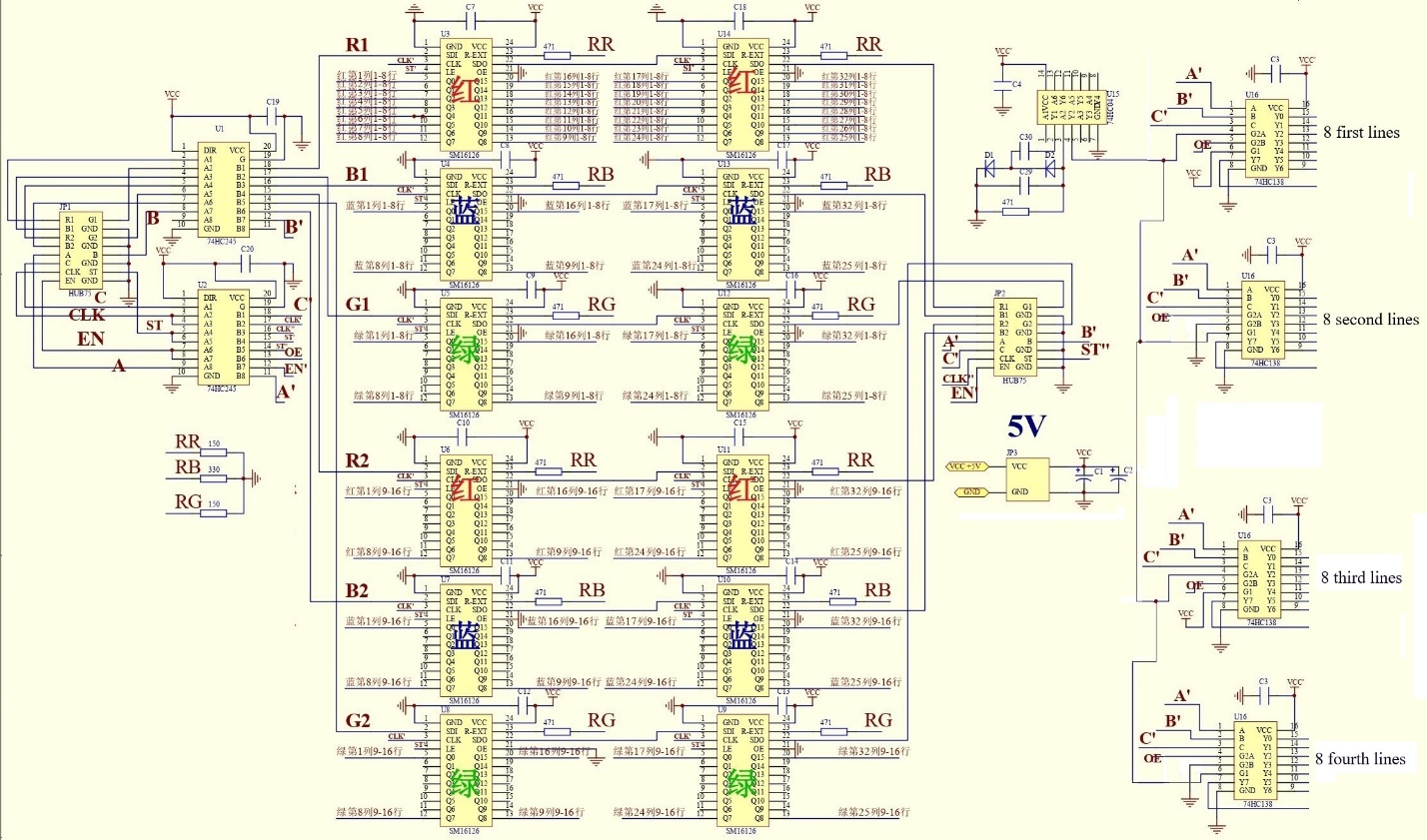
Рисунок 1. Подключение светодиодной матрицы к Atmega

Таблица 1. Подключение матрицы к Atmega

| **Вывод шлейфа** | **Вывод Arduino Mega** |
| --- | --- |
| R1 | 24 |
| G1 | 25 |
| B1 | 26 |
| GND | GND |
| R2 | 27 |
| G2 | 28 |
| B2 | 29 |
| GND | GND |
| A | A0 |
| B | A1 |
| C | A2 |
| D | A3 |
| CLK | 11 |
| LAT | 10 |
| OE | 9 |
| GND | GND |

Принцип взаимодействия с светодиодной матрицей основан на динамической индикации, которая реализована сдвиговых регистрах с драйвером тока и на дешифраторах. Вся матрица разделена по горизонтали на 2 части, обе части управляются отдельной линейкой сдвиговых регистров, данные для которых разделены, а тактирование дублируется (рис.2). На каждой половине присутствует дешифратор, который включает одну из 16 строк, в зависимости от двоичного кода. На все дешифраторы данные дублируются.

Матрица построчно отрисовывается с помощью микроконтроллера с строго определенной периодичностью, заданной в прошивке.

Рисунок 2*.* Электрическая принципиальная схема матрицы

Конкурсанту предоставляются:

- Файлы тестовой прошивки для проверки работоспособности модуля матрицы.

- Проект в Arduino IDE, подлежащий доработке согласно конкурсному заданию. Конкурсанту необходимо полностью восстановить функционал по заданию за заданное время.

По окончании времени экспертам на проверку сдается архив в формате **.zip** или **.rar** с названием «**Модуль**\_**В\_Фамилия\_№\_РабочееМесто**», в котором содержатся:

- Проект **.ino**.

- Бинарный файл **.bin** или **.hex**.

**Задание для конкурсантов:**

1. Для плавности картинки вся матрица должна быть обновлена не реже чем 40 раз в секунду. Текст отображается по середине матриц.

2. Бегущая строка отображает текст «ОПТОЭЛЕКТРОНИКА-2024».

3. Строка считается завершенной и выводится на дисплей, только тогда, когда микроконтроллер принял терминирующий символ конца строки “CR” (0x0D).

4. При включении все матрицы загораются поочередно тремя цветами: ##FF0015, ##FF4500, ##FF9C00. Для каждого цвета длительность свечения 500 мс и длительностью отсутствия свечения 500 мс.

5. После прохождения всего заданного текста два раза загорается цвет ##FF4500 и плавно переходит в черный цвет в течение 5000 мс.

6. Если строка по длине больше, чем может поместиться на матрице единовременно, строка начинает смещаться влево со скоростью 60 пикселей в минуту.

7. Символы текста начинают выходить с правого края с самого начала, попиксельно.

8. После прохождении через всю матрицу символы исчезают попиксельно с левой стороны.

9. Шрифт символов должен быть ASCII из библиотеки fonts.h выводимый размером 14x10.

10. Цвет текста должен быть ##FF4500.



Рисунок 3. Пример бегущей строки на матрице

**Модуль В. Диагностика работоспособности и ремонт оптоэлектронных систем *(инвариант)***

*Время на выполнение модуля* – 2 часа.

**Задание:**

В данном модуле конкурсанту будет предоставлена оптоэлектронная система с заранее внесенными в нее тремя неисправностями. Количество и тип неисправностей для всех конкурсантов будут одинаковыми. Разработчик задания должен предоставить не менее одного рабочего устройства. Разработчик должен продемонстрировать функционирующую оптоэлектронную установку. Конкурсантам будет предоставлено избыточное количество компонентов, которые могут быть предназначены для проведения ремонта оптоэлектронной системы. Также предоставляется необходимая конструкторская документация на устройство.

Доказательством нахождения неисправности и (или) проведения ремонта служат измерения, выполненные стандартным измерительным и испытательным оборудованием для тестирования, настройки и измерения электронных компонентов и модулей. Измерения могут быть либо прямыми (простое считывание значений из инструмента), либо косвенными (включая как чтение, так и простой расчет).

Устройство представляет собой генератор сигналов трех форм: прямоугольной, треугольной и синусоидальной. Структурная схема генератора приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Структурная схема генератора сигналов

С помощью регулятора частоты, выполненного на двух переменных резисторах (грубой подстройки и точной подстройки), задается требуемая частота выходного сигнала от 2 Гц до 99 Гц, которую формирует блок задающего генератора. На опорном генераторе формируется сигнал 1 Гц, служащий для формирования сигнала сброса счётчиков и обновления значения на семисегментных индикаторах. Частоту опорного генератора можно регулировать с помощью подстроечного резистора. С помощью опорного генератора и двоичных счетчиков-дешифраторов заданное значение частоты отображается на двух семисегментных индикаторах. Задающий генератор также является источником прямоугольного сигнала заданной частоты, а через звенья формирователей треугольного и синусоидального сигналов, соответственно, формируются сигналы той же заданной частоты и соответствующей формы. Регулируемый источник питания с помощью подстроечного резистора преобразует 12 вольт входного напряжения в требуемое напряжение питания устройства.

Печатная плата генератора является двухсторонней, соответствует 2-му классу плотности, выполненная заводским способом с металлизированными отверстиями, покрытая маской с нанесенной шелкографией. Размер платы 100х50 мм, органы управления и индикации выведены на лицевую панель устройства, подключение источника питания и выходных сигналов осуществлено через соответствующие разъемы на плате. Плата устанавливается в корпус, выполненный из отдельных элементов для сборки корпуса.

Время выполнения задания данного модуля составляет 2 часа. В результате выполнения данного модуля конкурсанту необходимо предоставить экспертам электронный файл-отчет, заполненный по установленной форме, подтверждающий проведенный анализ работоспособности и ремонт оптоэлектронной системы. Данное задание модуля оценивается в 15 баллов, из которых судейская оценка составляет 4,5 балла.

**Модуль Г. Выполнение сборки оптоэлектронных систем *(инвариант)***

*Время на выполнение модуля – 7 часов*

**Задание №1. Выполнение сборки оптоэлектронной системы на основе RGB-светодиодов.**

Для выполнения данного задания конкурсанту необходимо выполнить сборку сувенирной интерьерной инсталляции на основе отдельных RGB-светодиодов (см. рис.1). Конкурсанту будет предоставлено необходимое количество активных и пассивных электронных компонентов, необходимая сборочная документация, печатная плата и необходимые конструктивные элементы. Полный комплект для сборки оптоэлектронной системы будет предоставлен организаторами.



Рисунок 1

Для сборки печатной платы могут использоваться технологии монтажа в отверстия (THT) и поверхностного монтажа (SMT). Разработчик задания предоставит функционирующий образец оптоэлектронной системы для демонстрации возможности выполнения конкурсного задания.

Критерием работоспособности собранного устройства будет проверка выполнения 7-ми функций устройства, таких как:

1 – Все светодиоды циферблата работают корректно.

2 – Отображение времени на семисегментном индикаторе корректно.

3 – Есть реакция на пульт ДУ, происходит смена режимов работы.

4 – Пьезоизлучатель функционирует корректно.

5 – Показания термометра корректны.

6 – Есть реакция на кнопки, происходит смена режимов.

7 – Устройство собрано в корпус.

Время выполнения данного задания составляет 3 часа. По истечении указанного времени, конкурсант должен сдать собранную оптоэлектронную систему, продемонстрировав ее работоспособность и выполнение заданного функционала. Данное задание модуля оценивается в 20 баллов, из которых судейская оценка составляет 10 баллов.

**Задание №2. Выполнение сборки оптоэлектронной системы на основе технологии «гибкий неон».**

Конкурсанту будет предоставлен основной материал - основание, на который будет установлена вывеска: пластик ПВХ серого цвета определенного размера и гибкие неоновые ленты нескольких цветов (красный, белый и синий). Также будет предоставлен комплект крепежных изделий (заглушки, держатели) и клей.

С помощью необходимого инструмента для монтажа элементов вывески конкурсанту необходимо выполнить проект вывески: провести раскройку мест крепления светодиодных лент (сегментов), наметить расположение и способ закрепление сегментов в соответствии с эскизом. Эскиз вывески приведен на рисунке ниже.

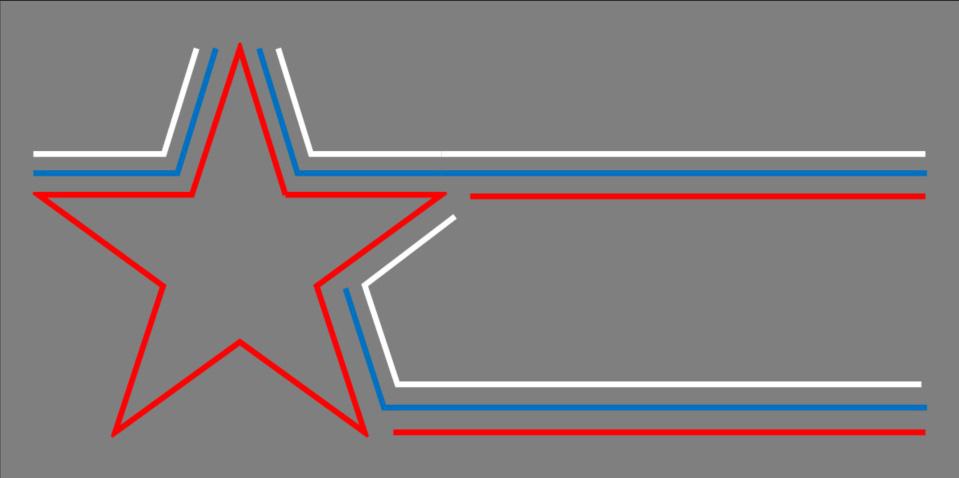


Рисунок 1. Эскиз вывески

**Техническое задание для вывески:**

Раскройку проекта вывески выполнить в соответствие с выданным шаблоном «звезда» и эскизом вывески, соблюдая цветовое решение и геометрическое расположение сегментов.

1. Центр звезды расположить относительно горизонтальной оси симметрии листа основания ± 2 мм.

2. Отступ от левого края основания до конца левого луча звезды: 50 мм ± 2 мм.

3. Отступ от правого края основания до конца сегментов-полосок: 50 мм ± 2 мм.

4. Общее количество используемых сегментов: 9 шт.

5. Длины частей сегментов могут иметь отклонение: ± 2,5 мм.

6. Длины крепежных клипс: не более 15 мм ± 2 мм.

7. Расстояние между всеми сегментами соблюдать одинаковое: 20 мм ± 2 мм.

8. Выполнить сверление необходимого числа отверстий в основании для дальнейшей прокладки проводов.

9. Соединение всех сегментов одного цвета выполнить последовательно с помощью паяльного оборудования и выданных проводов.

10. Предусмотреть изоляцию всех соединений с помощью термоусадочной трубки.

11. Все красные сегменты «звезды» должны включаться сразу же после подачи напряжения питания.

12. Все остальные красные сегменты должны включаться с помощью реле времени через 3 секунды после подачи напряжения питания.

13. Все белые сегменты должны включаться с помощью реле времени через 5 секунды после подачи напряжения питания.

14. Все синие сегменты должны включаться с помощью реле времени через 7 секунд после подачи напряжения питания.

Настройку всех реле времени конкурсант производит самостоятельно в конкурсное время. Вся необходимая документация по используемым в задании реле времени будет предоставлена в виде файла с техническим описанием.

Все провода, соединяющие сегменты и реле времени, а также сами реле, расположить на задней стенке основания, параллельно сторонам в прокладке проводов, используя нейлоновые стяжки.

15. Торцы сегментов необходимо защитить с помощью клея и пластиковых прозрачных заглушек.

16. Приклеить выданные треугольные держатели к обратной стороне основания с отступом от левого и правого края 50 мм.

17. Предусмотреть подключение внешнего питания к правому выводу нижнего красного сегмента рисунка вывески.

После завершения сборки необходимо проверить работоспособность конструкции, подключив ее к блоку питания.

Время выполнения данного задания составляет 4 часа. По истечении указанного времени, конкурсант должен сдать собранную оптоэлектронную систему, продемонстрировав ее работоспособность. Данное задание модуля оценивается в 30 баллов, из которых судейская оценка составляет 5 баллов.

2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ

Все работы по выполнению конкурсного задания проводятся под строгим соблюдением правил техники безопасности и охраны труда.

Все лица, находящиеся на конкурсной площадке, должны обладать знаниями об электростатическом разряде и использовать электростатические браслеты и электростатические халаты при работе с компонентами, электронными сборками и иным оборудованием, требующим соблюдения мер антистатической защиты.

Все конкурсанты должны использовать защитные перчатки и защитные маски при работе с химическими веществами.

Все конкурсанты должны носить средства защиты глаз при пайке или обрезке выводов компонентов и выполнении механосборочных работ (медицинские средства коррекции зрения, защитными средствами не являются).

Конкурсантам рекомендуется носить закрытую обувь и с защитой от статического электричества.

В случае выявления фактов нарушения требований охраны труда – следует отстранение конкурсанта от выполнения конкурсного задания на 10 мин, повторное ознакомление с правилами требований охраны труда.

2.1. Личный инструмент конкурсанта

Конкурсант вправе использовать только собственный СИЗ (при желании), включающий в себя:

- антистатический халат;

- индивидуальное средство защиты органов дыхания;

- защитные очки;

- защитные перчатки.

2.2.Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке

- любые средства мобильной связи;

- средства фото- и видеозаписи;

- канцелярские средства, такие как блокноты, ручки и т.п., кроме имеющихся на рабочих столах и входящих в его комплектацию;

- средства электронного хранения информации (флэш-карты, USB-накопители, переносные внешние диски и т.п.);

- смарт-часы, фитнесс-браслеты и прочие персональные гаджеты.

Весь необходимый инструмент, оборудование и СИЗ (кроме собственного СИЗ конкурсанта) предоставляются организаторами.

3. Приложения

Приложение №1 Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания

Приложение №2 Матрица конкурсного задания

Приложение №3 Инструкция по охране труда и технике безопасности по компетенции «Оптоэлектроника».

1. *Указывается суммарное время на выполнение всех модулей КЗ одним конкурсантом.* [↑](#footnote-ref-1)