



УТВЕРЖДЕНО
Правлением Союза
(Протокол №43 от 15.11.2018 г.)

ОДОБРЕНО
Решением Экспертного совета
при Союзе «Агентство развития
профессиональных сообществ
и рабочих кадров
«Молодые профессионалы
(Ворлдскиллс Россия)»
(Протокол №18/11 от 12.11.2018 г.)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СТАНДАРТАМ ВОРЛДСКИЛЛС РОССИЯ
ПО КОМПЕТЕНЦИИ «ЭЛЕКТРОНИКА»**



1. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ № 2.1
для демонстрационного экзамена
по стандартам Ворлдскиллс Россия
по компетенции
«Электроника»

1.1. Паспорт Комплекта оценочной документации № 2.1

КОД 2.1 по компетенции «Электроника»

разработан в целях организации и проведения демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия по профессиям и специальностям среднего профессионального образования: 09.02.01 «Компьютерные системы и комплексы»; 11.02.01 «Радиоаппаратостроение»; 11.02.02 «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники (по отраслям)»; 11.02.14 «Электронные приборы и устройства»; 11.01.01 «Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов»; 11.01.02 «Радиомеханик».

(из перечня профессий среднего профессионального образования и перечня специальностей среднего профессионального образования, утвержденных приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 октября 2013 года №1199).

1. Перечень знаний, умений, навыков в соответствии со Спецификацией стандарта компетенции «Электроника» (WorldSkills Standards Specifications, WSSS), проверяемый в рамках комплекта оценочной документации

	Раздел WSSS
1	<p>Организация и управление работой</p> <p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none">• Творческий подход к проектированию схем, разводке печатных плат и программированию;• Критичность мышления при проектировании схем и печатных плат, выявлении неисправностей и программировании;• Честность и добросовестность;• Самомотивация;• Решение проблем;• Эффективная работа в стрессовых ситуациях;• Законодательство в области охраны труда и техники безопасности;• Лучшие практики в отношении компетенций;• Важность непрерывного личного совершенствования; <p>Корпоративная культура и методы работы компании, а также возможные различия, определяемые национальными практиками.</p> <p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• Профессионально выполнять рабочие функции, взаимодействуя со средой и другими сотрудниками;• Работать с отдельными коллегами и в команде — как на месте, так и удаленно;• Делиться идеями с командами и заказчиками;• Заботиться о личной и коллективной безопасности на рабочем месте;

- Предпринимать соответствующие профилактические меры для минимизации возможности аварийных ситуаций и их последствий;
- Активно действовать в направлении непрерывного профессионального совершенствования;
- Развивать практику эффективного ведения документации, обеспечивая возможность оперативного контроля для будущего усовершенствования и технического обслуживания, а также выполнения требований международных стандартов;
- Знать и понимать международные символы, схемы и языки, используемые в международных стандартах других учреждений; приобретать экономически эффективные компоненты и испытательное оборудование, соответствующие техническим условиям;
- Составлять письменные отчеты и записывать данные по способам проведения испытаний, лабораторному оборудованию и техническим условиям, содействуя инженерному персоналу;
- Эффективно общаться с клиентами;
- Обучать других людей использованию установок;
- Быть в курсе последних изменений в области технологии;
- Профессионально действовать на площадке заказчика;
- Организовывать регистрацию данных для реализации политики технического сопровождения;

Заключать договоры на техническое обслуживание, когда это необходимо.

2 Практическое применение электроники

Специалист должен знать и понимать:

- Различные специализированные направления в области электроники в рамках конкретных отраслей промышленности;
- Общепринятые и международные стандартные символы отраслей промышленности;
- Общепринятые единицы измерения расстояния (мили и мм);
- Деловую среду заказчика;
- Материалы и инструменты электронной промышленности для обычного обслуживания, установки и ремонта (Спецификации компонентов электронной схемы);
- Аналоговые и цифровые схемы и схемы датчиков;
- Технологии переменного и постоянного тока;
- Мощность;
- Провода и кабели;
- Соединители;
- Индикаторы;
- Проектирование схем;
- Анализ электрических цепей, электронных схем, цифровых логических схем и схем датчиков;
- Индуктивное и емкостное сопротивление;
- Характеристики зарядки и разрядки конденсатора и индуктора;

- Выбор конденсатора и его пригодность для применения;
- Пассивные и активные фильтры;
- Генераторы (емкостно-резистивные, кристаллические, с системой фазовой автоподстройки частоты);
- Многоступенчатые схемы;
- Основные схемы усилителей (усилители постоянного и переменного тока, усилители мощности);
- Основные схемы операционных усилителей;
- Практические рекомендации в отношении операционных усилителей ПИД-регулирование и системы автоматического регулирования;
- Генераторы и формирователи импульсов;
- Генераторы синусоидального напряжения: Резистивно-емкостный, кварцевый, индуктивно-емкостные генераторы; мостовой генератор Вина, фазовый генератор;
- Формирователь импульсов: Триггер Шмитта, дифференциатор и интегратор;
- Гонка фронтов;
- Таблицы истинности, временные диаграммы, карты Карно, алгебру логики, комбинационную логику, области применения комбинационной логики;
- Системы счисления;
- Свойства базовых логических элементов И, ИЛИ, НЕ, НЕ-И, НЕ-ИЛИ, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ НЕ-ИЛИ;
- Процедуры замены базовых логических элементов НЕ-И или НЕ-ИЛИ другими логическими элементами;
- Методы создания цифровых логических схем для выполнения конкретных операций;
- Составление уравнений/функций цифровой логики на базе заданных схем;
- Характеристики измерения стандартных отраслевых параметров, характеризующих форму волны Комбинационные и последовательностные логические схемы;
- Способы экранирования ЭМП;

Лучшие практики снятия электростатического заряда.

Специалист должен уметь:

- Идентифицировать и анализировать принципы, подходящие для решения задач;
- Применять познавательные навыки в соответствии с решаемой задачей;
- Использовать компьютер в качестве инструмента для:
 - проектирования схем, разводки печатной платы и моделирования;
 - программирования встроенных устройств;
 - испытаний и измерений компонентов, а также работы схем в соответствии с заданными техническими условиями;

	<ul style="list-style-type: none"> • управления печатными платами и производственным оборудованием. • Создавать линии связи, обычно используемые во встроенных системах; • Устанавливать связи микропроцессорных управляющих устройств (MCU) с внешними устройствами посредством интерфейсов; • Читать и понимать рабочие чертежи, электросхемы, принципиальные схемы, технические руководства и правила технической эксплуатации; <p>Устанавливать оборудование, компоненты, узлы, обновления или вводить в эксплуатацию отремонтированное оборудование.</p>
3	<p>Проектирование прототипов аппаратных средств</p> <p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Практическое применение принципов электроники; • Специализированное ПО (проектирование печатных плат); • Проектирование, отвечающее целевому назначению; <p>Процесс доведения проекта до практической реализации.</p> <p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Рассчитывать и выбирать параметры компонентов, отвечающие целевому назначению; • Реализовывать принципы теплоотвода; • Проектировать модификации для заданных базовых электронных блоков; • Проектировать схемы, соответствующие спецификации и отвечающие целевому назначению; • Использовать программное обеспечение для моделирования схем для проверки соответствия конструкций схем целевому назначению. Обсуждать и понимать технические задания на проектирование и технические условия; • Чертить принципиальные схемы, используя ввод описания схемы и программное обеспечение для разводки печатной платы; • Использовать возможности трехмерной визуализации программного обеспечения для разводки печатной платы; • Делать разводку печатной платы с использованием лучших отраслевых практик; • Вырабатывать данные по изготовлению печатной платы, отвечающие целевому назначению; • Проводить сборку компонентов на печатных платах для создания функциональных схем; • Проводить испытания прототипов и, при необходимости, их отладку; <p>Осуществлять доработку и устранять ошибки проектирования в соответствии с отраслевыми стандартами.</p>
4	<p>Программирование встроенных систем</p> <p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Встроенные системы;

- Микроконтроллеры;
 - Средства разработки микроконтроллеров;
 - Интегрированная среда программирования, обычно используемая в отрасли электроники;
 - Методы программирования устройств;
 - Программирование встроенных систем с использованием языка C и лучших отраслевых практик;
 - Применение принципов проектирования интерфейсов микроконтроллеров;
 - Обычное периферийное оборудование микропроцессорных управляющих устройств (MCU). Программирование и проектирование интерфейсов внешнего периферийного оборудования. Способы управления потреблением мощности. Сторожевые таймеры;
- Обработка прерываний (ISR) и восстановление исходного состояния.

Специалист должен уметь:

- Находить и исправлять синтаксические ошибки с последующей рекомпиляцией;
 - Писать, компилировать, загружать, тестировать код на языке C и устранять ошибки в нем в соответствии с техническими условиями;
 - Использовать обычные функциональные возможности языка C;
 - Использовать поддерживаемые системой функции;
 - Составлять функции для решения определенной задачи;
 - Открывать, компилировать и загружать ранее написанный код во встроенные системы;
 - Изменять, устранять неисправности, выгружать, подтверждать/тестировать ранее написанные коды во встроенных системах;
 - Проектировать, создавать, устранять неисправности, выгружать/загружать и подтверждать/тестировать программы для решения/выполнения определенных задач;
 - При необходимости использовать и (или) писать программы обработки прерываний (ISR) и (или) методы опроса;
 - Использовать общепринятые лучшие практики при написании кода;
- Использовать ранее написанный код и (или) составлять и записывать код, реализующий способы управления потреблением мощности.

5 Устранение неисправностей, ремонт и измерения

Специалист должен знать и понимать:

- Практическое применение принципов электроники;
- Ситуации, в которых реализуются функции обнаружения отказов, тестирования, ремонта и измерений. Ограничения и области применения тестового оборудования;
- Влияние ненадежного оборудования на производственный процесс и профилактическое техобслуживание;
- Способы устранения неисправностей;

- Способы выполнения измерений на практических схемах;
- Программные средства, используемые для выявления неисправностей встроенных систем;
- Принципы безопасной работы с высоким напряжением и большими токами;
- Воздействие электростатических разрядов и безопасная работа с устройствами, чувствительными к электростатическим разрядам.

Специалист должен уметь:

- Проверять функциональные возможности и калибровку тестового оборудования;
- Выбирать соответствующее оборудование для проведения измерений;
- Проводить измерения в ходе испытаний, установки и отладки, а также измерять электронные компоненты, модули и оборудование с использованием измерительного оборудования, которое может измерять и анализировать электрическое напряжение, электрический ток и формы сигналов;
- Определять причины ошибок при эксплуатации и требуемые мероприятия по ремонту;
- Выявлять неисправности на уровне компонентов;
- Проводить отладку/заменять/обновлять неисправные или неправильно функционирующие электрические схемы и (или) компоненты электронных систем с использованием ручных инструментов, метода монтажа в отверстия и технологий пайки для поверхностного монтажа;
- Проводить испытания электронного оборудования и компонентов с использованием стандартного тестового оборудования;
- Анализировать результаты для оценки исполнения по сравнению с техническими условиями и определять необходимость корректировок;
- Фиксировать данные, подтверждающие успешное выполнение ремонта;
- Проводить сбор и анализ текущих данных как в ручном режиме, так и дистанционно;
- Составлять отчеты о проведенном ремонте с указанием характера, внешних проявлений и причин неисправности, а также ремонтных работ, выполненных на неисправном оборудовании;
- Содействовать разработке графиков профилактического техобслуживания;
- Выполнять профилактическое техобслуживание и калибровку оборудования и систем;
- Использовать автоматическое испытательное оборудование;
- Использовать цифровую документацию;
- Измерять определенные электрические параметры с использованием прецизионных приборов и (или) графических самописцев на протяжении определенного периода времени для подтверждения правильного функционирования схемы;

	<ul style="list-style-type: none"> • Определять, соответствует ли электронный компонент техническим условиям; • Разрабатывать и внедрять стратегии испытаний для поиска/обнаружения неисправностей; • Использовать компьютер как инструмент для проведения процедур испытаний, внедрения стратегий испытаний, сбора и анализа данных по испытаниям; Заменять компоненты и проводить доработку в соответствии с отраслевыми стандартами.
6	<p>Сборка</p> <p>Специалист должен знать и понимать: Соответствующие отраслевые стандарты;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Практическое применение принципов электроники; • Целевое назначение и функциональные возможности компонентов, необходимые для выполнения поставленных задач; • Типовые инструменты, используемые при сборке электроники; • Приемы и методы безопасной работы; • Приемы и методы безопасной работы с электростатическим разрядом; <p>Как выполнять, сохранять и выводить на печать точные измерения динамических совместно используемых объектов (DSO).</p> <p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Определять, собирать и использовать электромеханические детали; • Определять и собирать обычные датчики. Проводить сборку механических деталей для формирования рабочих блоков; • Выполнять разводку и формирование кабельных жгутов; • Определять, собирать и использовать различные типы деталей и детали компонентов для поверхностного монтажа; • Выполнять работу с соблюдением установленной последовательности операций и выдерживанием допусков; • Выполнять пайку компонентов, используя бессвинцовый припой для обеспечения соответствия требованиям отраслевых стандартов; <p>Проводить установку, испытания и калибровку завершенной сборки в соответствии с техническими условиями клиентов.</p>

2. Обобщенная оценочная ведомость

В данном разделе определяются критерии оценки и количество начисляемых баллов (субъективные и объективные)

Общее количество баллов задания/модуля по всем критериям оценки составляет 85.

Раздел	Критерий	Оценки		
		Субъективная (если это применимо)	Объективная	Общая
A1	Schematic	-	15	15
A2	PCB	-	15	15
A3	Assembly	-	10	10
A4	Functionality	-	10	10
B	Software Design	-	30	30
C3	Finding faulty spots and evidence	-	5	5
Итого =		-	85	85

3. Количество экспертов, участвующих в оценке выполнения задания

3.1. Минимальное количество экспертов, участвующих в оценке демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия по компетенции «Электроника» - 3 чел.

Количество постов-рабочих мест \ Количество студентов	Количество постов-рабочих мест					
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
От 1 до 5	3					
От 6 до 10	3	3				
От 11 до 15	3	3	6			
От 16 до 20	3	3	6	6		
От 21 до 25	3	3	6	6	9	
От 26 и более	3	3	6	6	9	9

3.2. Дополнительное количество экспертов рассчитывается исходя из количества участников демонстрационного экзамена.

1 эксперт на 3 участников.

4. Список оборудования и материалов, запрещенных на площадке (при наличии)

Запрещено использовать любые инструменты и расходные материалы, не указанные в утвержденном инфраструктурном листе.

Инфраструктурный лист для КОД № 2.1 – приложение №1



1.2. Задание для демонстрационного экзамена по стандартам Ворлдскиллс Россия по компетенции «Электроника» (образец)

Задание включает в себя следующие разделы:

- Формы участия
- Модули задания и необходимое время
- Критерии оценки
- Необходимые приложения

Количество часов на выполнение задания: 16 ч.

1. ФОРМА УЧАСТИЯ

Форма участия индивидуальная.

2. МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ

Модули задания и время их выполнения сведены в таблице 1

Таблица 1.

№ п/п	Наименование модуля	Максимальный балл	Время на выполнение
1	Проектирование аппаратного обеспечения	50	9,5 часов
2	Программирование встраиваемых систем	30	5 часов
3	Поиск неисправностей, ремонт и измерения	5	1,5 часа

Модули с описанием работ

Модуль 1 Проектирования аппаратного обеспечения

Данный модуль состоит из 3 этапов.

Время выполнения этапа 1 - 3 часа.

Время выполнения этапа 2 – 3,5 часа.

Время выполнения этапа 3 – 3 часа.

Общее время выполнения – 9,5 часов.

На этапе 1 экзаменуемый должен спроектировать пять функциональных блоков в составе электрической схемы задания. Для выполнения этой части задания предусмотрены специальные контрольные листы. Заполнение контрольных листов производится только ручкой. Пометки, выполненные карандашом, не засчитываются. На контрольных листах необходимо дополнить недостающие цепи и компоненты электрической схемы согласно заданию, указать номиналы всех

элементов схемы, а также при необходимости привести требуемые вычисления. Все записи в контрольных листах должны быть читаемыми и однозначно интерпретироваться, следует использовать общепринятые наименования и обозначения. Эксперты, выполняющие проверку, не должны догадываться о том, что хотел показать экзаменуемый. По истечению первых двух часов экзаменуемый может сдать экспертам контрольные листы, получить эталонную схему и библиотеку компонентов, и использовать оставшееся время для переноса эталонной схемы в САПР печатных плат. Другие действия с САПР в это время не допускаются.

На этапе 2 экзаменуемый получит исходный эскизный проект. Данный эскиз схемы будет использоваться экзаменуемым для проектирования двухсторонней печатной платы (РСВ). Экзаменуемый должен подготовить производственную документацию: файлы в формате Gerber, файлы сверления, файлы в формате pdf, спецификации материалов (BOM) и т.п. согласно заданию. Экзаменуемому будет предоставлена библиотека компонентов, содержащая схематические обозначения и проекции оснований, необходимые для завершения печатной платы, кроме одного компонента. Ожидается, что экзаменуемый создаст схематическое обозначение и футпринт для недостающего компонента.

На этапе 3 проводятся сборка и испытания прототипа печатной платы. Для платы будет использоваться технология поверхностного монтажа (SMD) и монтажа в отверстия (PTH). Экзаменуемому должны быть предоставлены все компоненты (с дополнительными деталями), необходимые для сборки прототипа и эталонная печатная плата. Монтаж должен производиться по стандарту IPC-610.

На все комплексные компоненты будет предоставлена документация.

Правила проектирования печатной платы будут предоставлены в задание.

Печатные платы должны быть изготовлены и предоставлены на экзамене.

Проектирование аппаратного обеспечения может включать в себя аналоговую и цифровую схемотехнику, микроконтроллеры или сочетание таких компонентов.

Если экзаменуемый не завершил выполнение трассировки печатной платы, то аспекты, оценивающие функциональность прототипа, будут уменьшены в два раза.

Модуль 2 Программирование встраиваемых систем

Данный модуль состоит из одного этапа. Время выполнения 5 часов.

Экзаменуемый должен доработать программу на языке программирования C для встраиваемой системы. Встраиваемым микропроцессорным управляющим устройством (MCU) могут быть микроконтроллеры AVR на основе архитектуры AVRmega или STM32 на основе архитектуры ARM Cortex M0+, ARM Cortex M3 или ARM Cortex M4.

Экзаменуемый получит необходимое аппаратное обеспечение и проект программы для микроконтроллера, в котором необходимо дополнить недостающие фрагменты программного кода и исправить ошибки.

Специальные материалы и (или) спецификации производителя, необходимые экзаменуемым для выполнения задания, будут предоставлены на демонстрационном экзамене.

Программа должна разрабатываться только на языке C. Также могут быть реализованы подпрограммы обработки прерываний (ISR). Ассемблерные вставки не используются.

Для сложных периферийных модулей в составе программируемой встраиваемой системы будут предоставлена справочная информация и программные библиотеки.

Модуль 3 Поиск неисправностей, ремонт и измерения

Данный модуль состоит из одного этапа. Время выполнения 1,5 часа.

Экзаменуемый должен произвести измерения в пяти контрольных точках и оформить их на специальных контрольных листах.

В начале выполнения модуля экзаменуемый получит полностью работоспособную плату, а также комплект технической документации к ней, необходимый для выполнения измерений.

Платы могут быть со стандартным монтажом в отверстия (PTH), с технологией поверхностного монтажа (SMT) или со смешанной технологией. Все платы должны быть предварительно подготовлены до начала экзамена.

Все измерения должно быть возможно выполнить стандартным измерительным и испытательным оборудованием для тестирования, настройки и измерения электронных компонентов, модулей и оборудования. Измерения могут быть либо прямыми, либо косвенными. Задание будет содержать минимум пять измерений.

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

В данном разделе определены критерии оценки и количество начисляемых баллов (субъективные и объективные) в Таблице 2.

Общее количество баллов задания/модуля по всем критериям оценки составляет 100.

Таблица 2.

Раздел	Критерий	Оценки		
		Субъективная (если это применимо)	Объективная	Общая
A1	Schematic	-	15	15
A2	PCB	-	15	15
A3	Assembly	-	10	10
A4	Functionality	-	10	10
B	Software Design	-	30	30
C3	Measuring	-	5	5
Итого		-	85	85

Объективные аспекты оценивания работы участника:

Правильность выполнения электрической схемы;

Правильность выполнения расчетов;

Корректность переноса электрической схемы в САПР печатных плат;

Выполнение компонентов для библиотеки;

Размеры платы;

Отсутствие перемычек;

Минимальная толщина дорожек и минимальные зазоры;

Компоновка элементов печатной платы;

Параметры крепёжных отверстий;

Разводка печатной платы (нет неразведённых цепей и отсутствуют компоненты вне платы);

Дифференциация ширин дорожек;
Развязывающие конденсаторы размещены корректно;
Качество пайки планарных и выводных компонентов;
Формовка и обрезка выводов;
Качество установки компонентов;
Функциональность макета соответствует заданию.

4. НЕОБХОДИМЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ