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

**КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ**

**«ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕЙРОИНТЕРФЕЙСОВ»**

**Итогового (межрегионального) этапа Чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы»**

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 6](#_Toc193446688)

[1.1. Общие сведения о требованиях компетенции 6](#_Toc193446689)

[1.2. Перечень профессиональных задач специалиста по компетенции «Проектирование нейроинтерфейсов» 6](#_Toc193446690)

[1.3. Требования к схеме оценки 10](#_Toc193446691)

[1.4. Спецификация оценки компетенции 10](#_Toc193446692)

[1.5. Конкурсное задание 15](#_Toc193446693)

[1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания 15](#_Toc193446694)

[1.5.2. Структура модулей конкурсного задания 16](#_Toc193446695)

[2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ 37](#_Toc193446696)

[2.1. Личный инструмент конкурсанта 39](#_Toc193446697)

[2.2.Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке 41](#_Toc193446698)

[3. ПРИЛОЖЕНИЯ 42](#_Toc193446699)

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ**

1. **ФГОС** – Федеральный государственный образовательный стандарт
2. **ПС** – Профессиональный стандарт
3. **КЗ** – Конкурсное задание
4. **ИЛ** – Инфраструктурный лист
5. **ТК** — Требования компетенции.
6. **СИЗ** — средства индивидуальной защиты.
7. **ЭМГ** — Электромиография метод исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах человека при возбуждении мышечных волокон.
8. **ЭКГ** – Электрокардиография ведущий метод диагностики, основанный на регистрации электрических импульсов, возникающих при работе сердца.
9. **P-волна** - часть сигнала ЭКГ, показывающая деполяризацию предсердий
10. **QRS-комплекс** - часть сигнала ЭКГ, отображающая деполяризацию желудочков сердца
11. **T-волна** - часть сигнала ЭКГ, показывающая реполяризацию желудочков
12. **ISR** — Interrupt Service Routine это обработчик прерывания (функция обработки прерывания, процедура обработки прерывания), реагирует на событие и обслуживает его, после чего возвращает управление в прерванный код.
13. **DSP**— Digital signal processor это цифровая обработка сигналов (цифровой сигнальный процессор  обработки сигналов (ЦПОС)) — специализированный [микропроцессор](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80), предназначенный для [обработки оцифрованных сигналов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2).
14. **ASP** — Analog signal processing это аналоговая обработка сигналов, производящаяся над аналоговыми сигналами аналоговыми средствами.
15. **MCU**— Micro Controller Unit это микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами.
16. **СПОСОБЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ (IEC 61131-3:2013 / ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016)** — это стандарт устанавливающий синтаксис и семантику языков программирования программируемых контроллеров.
17. **МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ ПЛАТА ARDUINO** — аппаратно-программная платформа для проектирования и создания новых устройств.
18. **ATmega328** - микроконтроллер, используемый на платах Arduino (и аналогах)
19. **БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ (БИОПОТЕНЦИАЛ)** — показатель биоэлектрической активности, определяемый разностью электрических потенциалов между двумя точками живой ткани.
20. **НЕЙРО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС** — аппаратное воплощение, построенное по принципу организации и функционирования биологических сигналов человека для управления программным или аппаратным комплексом.
21. **ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ C / С++** —  это процедурный язык высокого уровня, поддерживающий структурированное программирование.
22. **ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ Python** - мультипарадигмальный высокоуровневый язык программирования общего назначения с динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью.
23. **ARDUINO IDE** — интегрированная среда разработки для Windows, и Linux, предназначенная для создания и загрузки программ на Arduino-совместимые платы, а также на платы других производителей.
24. **ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС** — это система средств для взаимодействия пользователя с компьютером, для визуализации управления программами и аппаратными комплексами.
25. **BiTronics Studio EMG edition** — это программное обеспечение российской компании BiTronics Lab служащее для визуализации ЭМГ сигналов человека
26. **ПЛОТТЕР -** это инструмент для отслеживания различных данных, которые отправляются с платы Arduino. Используется для визуализации данных в графическое изображение.
27. **COM-порт** - Communication Port, последовательный порт для связи с микроконтроллером
28. **Matplotlib** - библиотека Python для построения графиков
29. **Фурье-преобразование** - математический метод анализа частотных характеристик сигнала
30. **мВ** - милливольт, единица измерения напряжения
31. **Гц** - герц, единица измерения частоты
32. **Tkinter** - библиотека Python для создания графических интерфейсов
33. **CSV** - формат хранения данных в виде таблицы, значения разделены запятыми
34. **Пульс** - частота сердечных сокращений (ударов в минуту)
35. **Pandas** - библиотека Python для работы с табличными данными
36. **Jupyter Notebook** - интерактивная среда для работы с кодом и анализом данных
37. **VSCode** - Visual Studio Code, редактор кода
38. **Гистограмма** - график, отображающий распределение данных
39. **Phik** - коэффициент корреляции, подходящий для нелинейных данных
40. **Seaborn** - библиотека для визуализации данных на Python
41. **Heatmap** - график, представляющий значения корреляционной матрицы цветами
42. **Markdown -** язык разметки для форматирования текста в Jupyter Notebook
43. **OpenCV -** библиотека для компьютерного зрения
44. **Face\_recognition -** библиотека Python для распознавания лиц

1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

1.1. Общие сведения о требованиях компетенции

Требования компетенции (ТК) «Проектирование нейроинтерфейсов» 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 «Проектирование нейроинтерфейсов»

Перечень видов профессиональной деятельности, умений, знаний, профессиональных трудовых функций специалиста базируется на требованиях современного рынка труда к данному специалисту.

Таблица 1

**Перечень профессиональных задач специалиста**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Раздел** | **Важность в %** |
| **1** | **Составление формализованных описаний решений поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или внутренних документов организации** | **4,75** |
| - Специалист должен знать и понимать:  **Принципы разработки технической документации**:   * Стандарты и правила написания формализованных описаний (например, ГОСТ по разработке программной документации). * Общепринятые форматы и структуры технического задания (ТЗ) и проектной документации. * Основные элементы и требования к описаниям функциональности программного обеспечения (например, функциональные и нефункциональные требования).   **Методологии и подходы к решению задач**:   * Основы проектирования программных систем (структурный, объектно-ориентированный, функциональный подходы). * Методы анализа и декомпозиции задач, представления их в виде структурированных решений. * Проектирование и применение в различных сценариях разработки.   **Языки и формализованные нотации**:   * Спецификацию моделирования процессов и структур программного обеспечения. * Основы создания блок-схем, диаграмм процессов и алгоритмов. |  |
| - Специалист должен уметь:  **Формализовать решения в соответствии с техническими требованиями**:   * Составлять описания решений, которые полностью соответствуют поставленной задаче и требованиям технического задания. * Описывать алгоритмы, структуры данных, взаимодействие компонентов и пользователей с системой. * Разрабатывать диаграммы и модели процессов, описывающие логику работы программы.   **Документировать процесс разработки и архитектуру решения**:   * Разрабатывать документацию, описывающую архитектурные решения и компоненты системы. * Создавать документацию для поддержки и сопровождения программного обеспечения (включая описание изменений и инструкции по обновлению).   **Использовать инструменты и системы для управления документацией**:   * Владеть специализированными программами для ведения документации и моделирования.   **Интерпретировать технические задания и требования**:   * Понимать и интерпретировать требования технического задания и переводить их в формализованные описания. * Анализировать и уточнять требования проекта. |
| **2** | **Разработка алгоритмов решения поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или внутренних документов организации** | **65** |
| - Специалист должен знать и понимать:  **Основы алгоритмов и структур данных**:   * Основные алгоритмы (сортировка, поиск, обход графов, динамическое программирование). * Различные структуры данных (массивы, списки, таблицы, деревья, графы, стеки, очереди) и их применение.   **Принципы разработки алгоритмов**:   * Алгоритмическое мышление: разбиение задачи на шаги, логические блоки и последовательные операции. * Принципы модульности, инкапсуляции и повторного использования кода при проектировании решений.   **Основы работы с математическими и логическими операциями**:   * Теоретические основы математической логики и дискретной математики. * Математические методы, используемые для формализации и анализа алгоритмов.   **Анализировать данные с помощью гистограмм**:   * Построение гистограммы для числовых переменных (минимальный, средний и максимальный значений) с помощью matplotlib или seaborn. * Визуализировать распределение данных и наглядно сравнить показатели между различными операторами.   **Выявлять корреляции в данных**:   * Вычислить корреляционную матрицу с помощью метода **Phik** для анализа взаимосвязей между числовыми переменными   **Технологии распознавания лиц**:   * Принципы работы алгоритмов распознавания лиц с использованием библиотек, таких как OpenCV и face\_recognition. * Методы работы с видеопотоком и веб-камерой для захвата изображений и их анализа в реальном времени. * Понимание задач биометрической аутентификации и обработки изображений в контексте реальных приложений.   **Требования технических заданий (ТЗ) и их спецификации**:   * Основы проектной документации: как читать и понимать ТЗ. * Как формализовать требования и переводить их в алгоритмы и задачи для разработки.   **Языки программирования и инструментальные средства**:   * Понимание синтаксиса и особенностей языков программирования (Python, С/C++). * Основы программирования на Python, включая работу с библиотеками для визуализации.   **Методы тестирования и отладки алгоритмов**:   * Способы проверки алгоритмов на корректность. |  |
| - Специалист должен уметь:  **Разрабатывать алгоритмы для решения задач**:   * Анализировать и преобразовывать требования ТЗ. * Выбирать подходящие алгоритмические решения для задач, таких как поиск, сортировка, обработка данных. * Разрабатывать новые алгоритмы или адаптировать существующие под конкретные задачи.   **Работать с различными инструментами и языками программирования**:   * Разрабатывать алгоритмы на различных языках программирования, используя их особенности. * Применять готовые библиотеки для упрощения реализации сложных задач. * Формат CSV для хранения данных, структура данных для сохранения результатов исследования. * Принципы записи и чтения данных в/из CSV-файла с использованием Python.   **Создавать графический интерфейс**:   * Разрабатывать и настраивать интерфейсы с формами для ввода данных и визуализации информации. * Реализовать автоматическое определение и отображение COM-порта в интерфейсе. |
| **3** | **Проверка корректности алгоритмов решения поставленных задач** | **11,4** |
| - Специалист должен знать и понимать:  **Методы поиска и устранения ошибок**:   * Процессы анализа ошибок и некорректных состояний. * Распространённые ошибки при проектировании алгоритмов.   **Обработка исключений и нештатных ситуаций**:   * Основы работы с исключениями в разных языках программирования. * Проектирование алгоритмов с учётом обработки нештатных ситуаций. |  |
| - Специалист должен уметь:  **Профилировать и оптимизировать алгоритмы**:   * Оптимизировать код на основании профилей производительности, улучшая временные характеристики программы.   **Устранять ошибки и дорабатывать алгоритмы на основе тестирования**:   * Выявлять логические и синтаксические ошибки на всех этапах работы программы. * Вносить изменения в алгоритмы для устранения ошибок, выявленных в процессе тестирования. |
| **4** | **Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач** | **10,25** |
| - Специалист должен знать и понимать:   * Основы проектного планирования: как структурировать задачи и распределять их во времени. * Различные методы оценки сроков выполнения задач, такие как экспертная оценка. |  |
| - Специалист должен уметь:  **Разрабатывать план выполнения задач**:   * Разбивать задачи на мелкие подзадачи (декомпозиция) и составлять план их выполнения. * Расставлять приоритеты между задачами и определять последовательность их выполнения. |
| **5** | **Специальные профессиональные задачи компетенции** | **8,6** |
| - Специалист должен знать и понимать:   * Архитектуру и функциональные возможности микроконтроллера ATmega328. * Способы подключения внешних датчиков (ЭКГ и ЭМГ) к микроконтроллерам. * Физиологические основы электрокардиографии (ЭКГ): P-волна, QRS-комплекс, T-волна, их значение и параметры. * Принципы электромиографии (ЭМГ) для измерения мышечной активности. * Методы преобразования сигналов, включая преобразование Фурье для анализа частотных характеристик биосигналов. * Организация работы с графиками для отображения ЭКГ и ЭМГ, включая минимальные, средние и максимальные значения параметров. * Соблюдение техники безопасности при сборке аппаратной час |  |
| - Специалист должен уметь:   * Подключать датчики ЭКГ и ЭМГ к плате на базе микроконтроллера ATmega328. * Выделять ключевые компоненты ЭКГ-сигнала (волну P, комплекс QRS, волну T) на графике. * Применять методы частотного анализа (например, преобразование Фурье) для обработки ЭМГ-сигнала и визуализации частотных характеристик. * Визуализировать показатели ЭКГ и ЭМГ на графиках и анализировать сигналы для выявления критических состояний. * Обучать волонтера взаимодействию с системой в реальном времени |

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** | **Д** |
| **1** | 1,00 | 3,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **4,75** |
| **2** | 3,00 | 13,00 | 7,00 | 30,00 | 12,00 | **65,00** |
| **3** | 2,40 | 5,00 | 1,00 | 0,00 | 3,00 | **11,40** |
| **4** | 0,00 | 8,25 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | **10,25** |
| **5** | 3,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,00 | **8,60** |
| **Итого баллов за критерий/модуль** | | **10,00** | **30,00** | **10,00** | **30,00** | **20,00** | **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** | **Сборка и исследование (инвариант)** | Конкурсанту необходимо продемонстрировать способность собрать аппаратную схему и разработать программное обеспечение для визуализации.  **Визуальная проверка подключения аппаратной части:**  Проверка правильности подключения датчиков ЭКГ и ЭМГ к микроконтроллеру ATmega328.  **По точке СТОП 1 оценивается:**  **Функционал программы на Python**:   * Автоматическое определение COM-порта при подключении к плате ATmega328. * Реализация и отображение ЭКГ-графика с ключевыми элементами сигнала: P-волной, комплексом QRS и T-волной. * Реализация анализа ЭМГ-сигнала с использованием преобразования Фурье или аналогичного метода для выявления частотных характеристик.   Конкурсант демонстрирует работу программы с выводом двух графиков (ЭКГ и ЭМГ) и минимальных, средних и максимальных значений для каждого из них.  **Оценочные критерии**:   * Сборка и подключение датчиков. * Корректная работа программ для микроконтроллера и визуализация данных. * Отображение всех компонентов сигнала ЭКГ. * Реализация анализа сигнала ЭМГ. * Стабильная работа программы в реальном времени, вывод значений для каждого параметра.   Задание проверяется во время демонстрации конкурсантом точки СТОП. Демонстрация фиксируется на видео, съемку производит Технический администратор площадки (ТАП). Во время точки СТОП к конкурсанту подходят эксперты из группы оценки и эксперт-наставник. Для оценки модуля видеодемонстрация при необходимости пересматривается.  Проверка программирования: проверяется по демонстрации точки СТОП, написанный программный код, сохраненный в папке с названием модуля на компьютере участников в присутствии ГЭ и эксперта-наставника, конкурсантом скидывается на USB-накопитель ТАП и проверяется в случае спорной оценки. |
| **Б** | **Реализация программной части (инвариант)** | Конкурсант дополняет программу из Модуля А, разрабатывая пользовательский интерфейс с помощью библиотеки tkinter.  **Визуальная проверка интерфейса программной части:**  **Форма №1:**   * Автоматическое определение COM-порта с выводом сообщений при ошибке подключения. * Запуск формы №1 с инструкциями по подключению электродов и сообщениями об их статусе.   **Форма №2:**   * Информация о разработчике и операторе с полями для ввода данных оператора. * Реализация исследовательских блоков с графиками ЭКГ и ЭМГ, отображающими данные в реальном времени (включая минимальные, средние и максимальные значения для каждого графика). * Информационный блок для оповещений о пульсе с сообщениями о норме или отклонениях.   **По точке СТОП 2 оценивается:**  **Алгоритм работы программы:**   * Переход от формы №1 к форме №2 при соблюдении условий подключения. * Отображение значений для параметров после каждого мышечного сжатия (5 раз). * Сообщение об окончании исследования и вывод инструкции о переходе к видео-блоку.   **Запись данных в CSV:**   * Программа должна сохранять результаты (ФИО, возраст оператора, дату и время исследования, показатели пульса и активности мышц) для анализа.   **Критерии оценки:**   * Работа автоматического определения COM-порта и корректность отображения интерфейсов. * Отображение данных на графиках ЭКГ и ЭМГ в реальном времени. * Вывод предупреждений о состоянии пульса и данных в CSV-файл. * Демонстрация готовности программы, включающая все этапы работы, от подключения до записи результатов.   Задание проверяется во время демонстрации конкурсантом точки СТОП. Демонстрация фиксируется на видео, съемку производит Технический администратор площадки (ТАП). Во время точки СТОП к конкурсанту подходят эксперты из группы оценки и эксперт-наставник. Для оценки модуля видеодемонстрация при необходимости пересматривается.  Проверка программирования: проверяется по демонстрации точки СТОП, написанный программный код, сохраненный в папке с названием модуля на компьютере участников в присутствии ГЭ и эксперта-наставника, конкурсантом скидывается на USB-накопитель ТАП и проверяется в случае спорной оценки. |
| **В** | **Тестирование базы записей (вариатив)** | Конкурсант должен проанализировать данные из CSV-файла, собранного в Модулях A и B, добавив не менее 10 записей для различных операторов.  **По точке СТОП 3 оценивается:**  Демонстрация Jupyter Notebook с загруженными данными, гистограммами, корреляционной матрицей и выводами в Markdown.  Задание проверяется во время демонстрации конкурсантом точки СТОП. Демонстрация фиксируется на видео, съемку производит Технический администратор площадки (ТАП). Во время точки СТОП к конкурсанту подходят эксперты из группы оценки и эксперт-наставник. Для оценки модуля видеодемонстрация при необходимости пересматривается.  Проверка программирования: проверяется по демонстрации точки СТОП, написанный программный код, сохраненный в папке с названием модуля на компьютере участников в присутствии ГЭ и эксперта-наставника, конкурсантом скидывается на USB-накопитель ТАП и проверяется в случае спорной оценки. |
| **Г** | **Работа по сценарию (инвариант)** | Конкурсанту необходимо дополнить программу, разработанную в предыдущих модулях (А, Б), добавив форму №3 для работы с видео и распознавания лица оператора.  **По точке СТОП 4 оценивается:**  **Распознавание лица через веб-камеру:**   * Автоматическое включение веб-камеры для идентификации оператора. * Сравнение изображения оператора с сохранённым шаблоном (через OpenCV или face\_recognition). * При успешной идентификации — переход в режим управления видео; при неудаче — повторная попытка.   **Режим управления видео:**   * После аутентификации запускается заранее подготовленное видео. * Управление видео на основе активности оператора: * **Имитация сна:** если мышечная активность отсутствует, либо голова опущена, видео останавливается и отображается красный индикатор. Для возобновления работы оператор должен напрячь мышцу. * **Активное состояние:** оператор может вручную приостанавливать и возобновлять видео, сжимая мышцу.   **Мониторинг пульса:**   * Реальный контроль пульса в режиме реального времени. * При превышении нормы выводится желтый индикатор, исчезающий при нормализации.   **Визуальные индикаторы:**   * Красный индикатор — засыпание (отсутствие мышечной активности, либо опущенная голова, вынужденный стоп программы). * Желтый индикатор — превышение нормы пульса. * Индикаторы зеленый и желтый накладываются поверх видео без его прерывания.   **Критерии оценки:**   * Распознавание лица * Управление видео * Контроль пульса * Индикаторы состояний * Стабильность работы программы   Задание проверяется во время демонстрации конкурсантом точки СТОП. Демонстрация фиксируется на видео, съемку производит Технический администратор площадки (ТАП). Во время точки СТОП к конкурсанту подходят эксперты из группы оценки и эксперт-наставник. Для оценки модуля видеодемонстрация при необходимости пересматривается.  Проверка программирования: проверяется по демонстрации точки СТОП, написанный программный код, сохраненный в папке с названием модуля на компьютере участников в присутствии ГЭ и эксперта-наставника, конкурсантом скидывается на USB-накопитель ТАП и проверяется в случае спорной оценки. |
| **Д** | **Тестирование системы на волонтёре (вариатив)** | Конкурсант должен провести тестирование системы на реальном волонтёре, проверяя корректность работы всех разработанных компонентов, функциональность интерфейсов и стабильность в условиях реального использования.  **По точке СТОП 5 оценивается:**  **Проверка всех компонентов системы:**   * Подключение волонтёра к датчикам ЭКГ и ЭМГ. * Подключение системы через микроконтроллер (ATmega328) и считывание данных с него. * Визуализация данных ЭКГ и ЭМГ в реальном времени с выводом графиков на экран. * Автоматическая оценка состояния волонтёра с предупреждениями о повышенном пульсе и отсутствии мышечной активности.   **Корректность ввода данных:**   * Волонтёр подключает электроды по шаблону (форма №1) и вводит свои данные (ФИО, возраст) в интерфейс (форма №2). * Конкурсант проверяет отображение введённой информации в интерфейсе.   **Интерактивное управление видео (модуль Г):**   * Распознавание лица волонтёра с использованием веб-камеры (форма №3). * Управление видео * Имитация сна: при засыпании видео останавливается с красным индикатором; возобновляется при сокращении мышц (ЭМГ). * Возможность ручного управления видео * При превышении нормы пульса выводится желтый индикатор поверх видео.   **Тестирование с участием волонтёра:**   * Волонтёр выполняет физические действия (например, сжимает мышцу), которые фиксируются системой. * Считывание, отображение и обработка значений * Вывод предупреждений о состоянии волонтёра в интерфейсе.   **Финальная демонстрация работы системы:**   * Конкурсант показывает полный функционал системы: * Автоматическое подключение через COM-порт. * Сбор данных и их запись в CSV-файл. * Визуализация графиков ЭКГ и ЭМГ. * Управление видео по сценарию * Корректность вывода предупреждений.   **Критерии оценки:**   1. **Корректная работа системы:** выполнение всех этапов от ввода данных до отображения графиков и управления видео. 2. **Визуализация графиков:** наличие всех ключевых компонентов сигнала ЭКГ и ЭМГ. 3. **Реакция на действия волонтёра:** правильное распознавание лица, корректное управление видеосценарием. 4. **Запись данных:** корректное ведение CSV-файла с данными датчиков. 5. **Стабильность работы:** плавная работа системы при демонстрации с волонтёром.   Конкурсант демонстрирует:   * Сбор данных с датчиков ЭКГ и ЭМГ, * Отображение данных на графиках в реальном времени, * Управление видео-сценарием, * Запись результатов в CSV-файл.   Задание проверяется во время демонстрации конкурсантом точки СТОП. Демонстрация фиксируется на видео, съемку производит Технический администратор площадки (ТАП). Во время точки СТОП к конкурсанту подходят эксперты из группы оценки и эксперт-наставник. Для оценки модуля видеодемонстрация при необходимости пересматривается.  Проверка программирования: проверяется по демонстрации точки СТОП, написанный программный код, сохраненный в папке с названием модуля на компьютере участников в присутствии ГЭ и эксперта-наставника, конкурсантом скидывается на USB-накопитель ТАП и проверяется в случае спорной оценки. |

1.5. Конкурсное задание

Общая продолжительность Конкурсного задания: 16 часов

Количество конкурсных дней: 3 дня

Вне зависимости от количества модулей, КЗ включает оценку по каждому из разделов требований компетенции.

Оценка знаний участника проводится 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 пяти модулей, включает обязательную к выполнению часть (инвариант) – три модуля (А, Б, Г), и вариативную часть – два модуля (В, Д). Общее количество баллов конкурсного задания составляет 100.

1.5.2. Структура модулей конкурсного задания

**Модуль А. Сборка и исследование (инвариант)**

**Время на выполнение модуля:** 2 часа

**Задание:**

В рамках данного задания конкурсанту необходимо собрать схему с использованием датчиков **ЭКГ** и **ЭМГ**, подключённых к плате на базе **микроконтроллера ATmega328**, и разработать программу на языках **C/C++** (для Arduino или аналога) и **Python** для визуализации данных в реальном времени с помощью библиотеки **Matplotlib**.

**Требования к выполнению:**

1. **Аппаратная часть:**
   * Собрать схему на базе **микроконтроллера ATmega328** с подключёнными датчиками **ЭКГ** и **ЭМГ**.
2. **Программная часть:**
   * Написать программу на **C/C++** для платы на базе **микроконтроллера ATmega328**, которая будет считывать данные с датчиков **ЭКГ** и **ЭМГ**.
   * Реализовать на **Python** программу для визуализации данных с помощью библиотеки **Matplotlib**.
3. **Функционал программы на Python:**
   * **Автоматическое определение COM-порта** для подключения к плате на базе **микроконтроллера ATmega328**. При первоначальном подключении контроллера необходимо выводить сообщение о подключении и отключении порта не в терминал, а в графическом интерфейсе с указанием номера порта, используемого для подключения и текстами «Порт не найден, подключите устройство», «Соединение с контроллером по порту COM1 установлено».
   * **График ЭКГ** должен визуализировать работу сердца, включая:
     + **P-волна**, **QRS-комплекс**, **T-волна**.
     + Горизонтальная ось: **время** (секунды).
     + Вертикальная ось: **напряжение** (милливольты).
     + Реализовать вывод значений под графиком:
       - **Минимальный пульс**: Наименьшее значение пульса за время исследования.
       - **Средний пульс**: Среднее значение пульса за время исследования.
       - **Максимальный пульс**: Наибольшее значение пульса за время исследования.
   * **График ЭМГ** должен визуализировать электрическую активность мышц:
     + Использовать **преобразование Фурье**
     + Горизонтальная ось: **частота** (**Гц**).
     + Вертикальная ось: прямые данные с БПФ (**Быстрое преобразование Фурье)** (**амплитуда**).
     + Вывести:
       - **Минимальные значения ЭМГ**: Показатель фоновой активности мышц.
       - **Среднее значение ЭМГ**: Средняя активность мышц за исследуемый период.
       - **Максимальные значения ЭМГ**: Пик активности мышц за исследуемый период.
4. **Оформление графиков:**
   * Подписать оси графика ЭКГ:
     + Ось X – **Время (с)**
     + Ось Y – **Напряжение (мВ)**.
   * Подписать оси графика ЭМГ:
     + Ось X – **Частота (Гц)**
     + Ось Y – **Амплитуда**.

Отобразить шкалу и подписи для значений на осях.

**Демонстрация (СТОП 1):**

Демонстрация точки **СТОП1** начинается с запуска приложения при отключенной/обесточенной плате контроллера и демонстрации автоматического определения порта при подаче питания на контроллер и/или подключения его к порту компьютера.

По **точке СТОП 1** участник должен продемонстрировать программу с отображением обоих графиков (**ЭКГ** и **ЭМГ**) и выводом минимальных, средних и максимальных значений для каждого графика.

1. **Дополнительные критерии:**

Программа должна быть стабильной: если COM-порт не найден или был отключен, должно выводиться сообщение с просьбой о повторном подключении.

Графики должны обновляться в реальном времени по мере поступления новых данных с датчиков.

**Оценка работы:**

* Корректность сборки схемы и подключения датчиков.
* Правильность работы программы для платы на базе **микроконтроллера ATmega328** и визуализации данных на Python.
* Отображение ЭКГ-графика с маркировкой всех ключевых компонентов P, QRS, T.
* Реализация **преобразования Фурье** для анализа ЭМГ-сигнала
* Отображение ЭМГ-графика.
* Вывод значений минимальных, средних и максимальных параметров для ЭКГ и ЭМГ.

**Модуль Б. Реализация программной части** **(инвариант)**

**Время на выполнение модуля**: 4 часа

**Задание:**

В рамках задания конкурсанту необходимо дополнить программу, разработанную в **Модуле А**, используя библиотеку **tkinter** для создания интерфейса с двумя формами (далее **Форма №1**, **Форма №2**). Границы блоков в формах должны быть визуально выделены в соответствии примером и пропорциональны схеме формы. В форме №1 примеры подключения, это графические изображения иллюстрирующие рекомендуемую схему подключения электродов к частям человеческого тела. Способ изготовления иллюстраций конкурсант выбирает самостоятельно. Программа должна реализовать автоматическое определение COM-порта, визуализацию графиков **ЭКГ** и **ЭМГ** в реальном времени и вывод данных в удобном интерфейсе.

Вид **Формы №**1 показан на рисунке 1.

В верхней части формы располагаются две радиокнопки с надписями «Исследование» и «БОС тренинг». По умолчанию выбрана кнопка «Исследование». Выбор кнопки будет влиять на следующую запускаемую форму.

Красным текстом на форме даны пояснения для вариантов вывода в случае наличия или отсутствия сигнала. Красный и зеленый индикаторы сигнала выводятся в зависимости от наличия или отсутствия соответствующего сигнала.

В нижней строке формы предусмотрены индикаторы соединения с номером порта подключения и его скоростью. Значения показываются при установленном соединении. Если контроллер с датчиками отключен, значения порта и его скорости не выводятся и в правом нижнем углу демонстрируется надпись «Нет соединения»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Информация о разработчике | | | | |
| Герб региона | Проектирование нейроинтерфейсов | | | Рабочее место № \_\_  ФИО конкурсанта |
| Исследование | | БОС тренинг | | |
| **Инструкция для оператора** | | | | |
| **Шаг 1** | | | | |
| Выполнить подключение электродов для исследования **ЭКГ** согласно примеру  Выводим сообщение   |  | | --- | | Пульс определен  Подключите электроды для исследования ЭМГ |   или   |  | | --- | | Пульс не определен, проверьте подключение | | | | |  | | --- | | Пример подключения | | |
| **Шаг 2** | | | | |
| Выполнить подключение электродов для исследования **ЭМГ** согласно примеру  Выводим сообщение   |  | | --- | | Электроды ЭМГ подключены  Для перехода к исследованиям сожмите мышцу |   или   |  | | --- | | Сигнал не определен, проверьте подключение | | | | |  | | --- | | Пример подключения | | |
| Порт: COM1 | Скорость порта: 9600 | | Соединение установлено | |

Рисунок 1. Форма №1

**Требования к выполнению:**

1. **Интерфейс программы:**
   * Программа должна автоматически определять **COM-порт** для подключения к плате на базе **микроконтроллера ATmega328**. Если COM-порт не найден, должно выводиться сообщение с просьбой о повторном подключении.
   * После успешного определения COM-порта запускается **форма №1**, содержащая следующие элементы:
     + Инструкции и изображения для правильного подключения:
       - Выполнить подключение электродов для исследования **ЭКГ** согласно примеру. При наличии сигнала:

«**Пульс определен**

**Подключите электроды для исследования ЭМГ»**

при отсутствии сигнала вывод сообщения:

«**Пульс не определен, проверьте подключение**».

* + - * Выполнить подключение электродов для исследования **ЭМГ** согласно примеру. При наличии сигнала:

«**Электроды ЭМГ подключены**

**Для перехода к исследованиям сожмите мышцу**»,

при отсутствии сигнала вывод сообщения:

«**Сигнал не определен, проверьте подключение**».

1. Вид **Формы №2** представлен на рисунке 2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Исследование | | | | |
| Герб региона | Проектирование нейроинтерфейсов | | | Рабочее место № \_\_  ФИО конкурсанта |
| **Информация об операторе** | | | | |
| **ФИО Edit1**  **Возраст Edit1** | | | | |
| **Исследование активности мышц и сердца** | | | | |
| **График ЭКГ**   |  | | --- | |  |   Максимум :  Среднее:  Минимум : | | **График ЭМГ**   |  | | --- | |  |   Максимум :  Среднее:  Минимум : | | |
| **Информационный блок** | | | | |
|  | | | | |
| Порт: COM1 | Скорость порта: 9600 | | Соединение установлено | |

Рисунок 2. Форма №2

**Форма №2** должна содержать следующие блоки:

1. **Информация о разработчике:**
   * Изображение герба региона, который представляет конкурсант.
   * Название компетенции.
   * Номер рабочего места конкурсанта.
   * ФИО конкурсанта.
2. **Информация о операторе:**
   * Поля для ввода данных:
     + **ФИО оператора**
     + **Возраст оператора**
   * Кнопка «Сохранить»
3. **Исследовательские блоки ЭКГ, ЭМГ:**

**График ЭКГ**:

* + График отображает электрическую активность сердца (P-волна, QRS-комплекс, T-волна), аналогично **Модулю А**.
  + Горизонтальная ось: **время (с)**.
  + Вертикальная ось: **напряжение (мВ)**.
  + На графике отобразить горизонтальные линии сетки.
  + Под графиком в реальном времени выводятся минимальные, средние и максимальные значения пульса обновляемые не реже раза в секунду.

**График ЭМГ:**

* + График отображает электрическую активность мышц, аналогично **Модулю А**.
  + Горизонтальная ось: **Частота (Гц)**
  + Вертикальная ось: **Амплитуда**.
  + На графике отобразить горизонтальные линии сетки.
  + Под графиком в реальном времени выводятся минимальные, средние и максимальные значения ЭМГ обновляемые не реже раза в секунду.

1. **Информационный блок:**
   * Программа должна выводить предупреждения о состоянии пульса:
     + Если пульс выходит за пределы нормы (ниже 60 или выше 100-120 уд./мин в покое), красным цветом выводится сообщение:
       - "Пульс выходит за пределы нормы."
     + Если пульс находится в заданных пределах, зеленым цветом выводится сообщение:
       - "Пульс в норме."
     + Если пульс не определяется, черным цветом выводится сообщение:
       - "Пульс отсутствует."
2. **Алгоритм работы программы:**
   * Конкурсант выполняет **форму №1 согласно** приведенному виду. Оператор выбирает радиокнопку «Исследование», подключает электроды согласно инструкциям, и сжимает мышцы руки для перехода к следующей **форме №2.**
   * В **форме №2** оператору необходимо ввести свои данные и нажать кнопку «Сохранить», далее происходит запуск графиков ЭКГ и ЭМГ в реальном времени.
   * Под каждым графиком выводятся минимальные, средние и максимальные значения показателей за период исследования.
   * После 5 сжатий мышц в **Информационном блоке** выводится сообщение: **"Исследование закончено"**, но продолжается вывод значений под графиками.
   * В течение работы в **Форме №2** программа контролирует пульс, выводя соответствующие предупреждения в **Информационном блоке**:
     + "Пульс выходит за пределы нормы."
     + "Пульс в норме."
     + "Пульс отсутствует."
   * При закрытии формы №2, снова открывается форма №1.
3. **Запись данных в файл CSV:**

Программа должна сохранять результаты исследования в формате **CSV**.

Поля таблицы:

* + ФИО оператора.
  + Возраст оператора.
  + Дата и время исследования.
  + Минимальный, средний и максимальный пульс.
  + Минимальная, средняя и максимальная активность мышц.

Пример: «ФИО,Возраст,Дата,Время,Минимальный\_пульс,Средний\_пульс, Максимальный\_пульс,Минимальная\_ЭМГ,Средняя\_ЭМГ, Максимальная\_ЭМГ»

Этот файл создаёт **датасет** для дальнейшего анализа.

1. **Критерии оценки:**
   * **Правильность работы программы** по автоматическому определению COM-порта и отображению интерфейсов (форма №1 и форма №2).
   * **Визуализации графиков** ЭКГ и ЭМГ.
   * **Вывод данных** (минимальные, средние и максимальные значения).
   * **Корректное поведение программы** при анализе пульса и выводе предупреждений.
   * **Запись данных** в CSV-файл и его структура.

**Демонстрация (СТОП 2):**

* Конкурсант должен продемонстрировать рабочую программу, которая включает:
  + Автоматическое определение **COM-порта**.
  + Запуск **формы №1** с инструкциями.
  + Переход к **форме №2**, ввод информации о операторе, где демонстрируются графики ЭКГ и ЭМГ с выводом данных в реальном времени.
  + Предупреждения о состоянии пульса в информационном блоке.
  + Сообщение о завершении исследования после 5 сжатий мышц.
  + Запись всех данных исследования в CSV-файл.

**Модуль В. Тестирование базы записей** **(вариатив)**

**Время на выполнение модуля**: 2 часа

**Задание:**

В рамках модуля В продолжается работа начатая в модулях А и Б. Конкурсанту необходимо добавить этап анализа данных, собранных во время исследований с помощью датчиков ЭКГ и ЭМГ. Конкурсанту необходимо провести анализ данных, полученных в ходе исследования, записанных в файл формата CSV. Данный модуль включает обработку данных с использованием Jupyter Notebook внутри приложения VSCode. Конкурсанту необходимо выполнить следующие шаги:

1. **Чтение и подготовка данных**:
   * Используя библиотеку pandas, загрузить данные из CSV-файла, который содержит результаты исследований ЭКГ и ЭМГ.
   * Убедиться, что в данных содержится не менее 10 записей, каждая из которых представляет результат работы оператора с датчиками, выведя информационное сообщение, если записей меньше 10.
   * Данные должны включать следующие параметры:
     + ФИО оператора.
     + Возраст оператора.
     + Дата и время исследования.
     + Минимальный, средний и максимальный пульс.
     + Минимальная, средняя и максимальная активность мышц.
   * При отсутствии одного или нескольких параметров, вывести сообщение об отсутствующих параметрах.
2. **Построение гистограмм**:
   * Для анализа данных конкурсанту необходимо построить отдельные гистограммы для каждой из числовых переменных, таких как:
     + Минимальный, средний и максимальный пульс.
     + Минимальная, средняя и максимальная активность мышц (по данным ЭМГ).
   * Используя библиотеку matplotlib или seaborn, построить гистограммы для каждого параметра с целью наглядного сравнения значений, полученных от разных операторов. В результате должно получиться 6 гистограмм. Отображаемые величины должны визуально читаться в размерах представленных диаграмм.
3. **Построение корреляционной матрицы с использованием Phik**:
   * Для дальнейшего анализа данных необходимо вычислить корреляционную матрицу, используя коэффициент корреляции Phik, который подходит для работы с данными, не обязательно являющимися линейными.
   * Используя библиотеку phik, построить корреляционную матрицу для числовых данных, таких как возраст оператора, значения пульса и активности мышц.
   * Построить визуализацию корреляционной матрицы с помощью seaborn.heatmap для более удобного восприятия.
4. **Написание выводов в формате Markdown**:
   * Используя ячейку Markdown в Jupyter Notebook, участник должен описать свои выводы по результатам анализа данных. В выводах должно быть указано:
     + Какие переменные имеют наиболее сильную корреляцию между собой (по данным корреляционной матрицы).
     + Какая из групп операторов (по возрасту или другим параметрам) имеет наиболее высокие или низкие показатели активности мышц и пульса.
     + Возможные интерпретации результатов и рекомендации.

**Шаблон CSV-файла:**

CSV-файл должен содержать следующие поля:

|  |
| --- |
| ФИО,Возраст,Дата,Время,Минимальный\_пульс,Средний\_пульс,Максимальный\_пульс,Минимальная\_ЭМГ,Средняя\_ЭМГ,Максимальная\_ЭМГ  Иванов Иван,25,2024-10-15,12:30,60,75,90,20,30,50  Петров Петр,30,2024-10-15,12:40,55,70,85,18,28,45  ... |

Данные должны включать не менее 10 записей для разных операторов.

**Требования к выполнению задания:**

1. **Работа с CSV-файлом**: Конкурсант должен, дополнить исследования новыми записями с помощью программы написанной в модуле Б, корректно считать данные из файла и подготовить их к анализу.
2. **Построение гистограмм**: Гистограммы для числовых переменных должны наглядно отображать распределение данных среди операторов.
3. **Корреляционная матрица**: Корреляционная матрица должна корректно отображать взаимосвязи между параметрами, и её интерпретация должна быть представлена в выводах.
4. **Написание выводов**: Конкурсант должен сделать обоснованные выводы на основе полученных графиков и корреляционной матрицы.

**Оценка задания:**

* **Работа с данными**: Конкурсант должен загрузить данные из CSV-файла и подготовить их для анализа.
* **Гистограммы**: Визуализация данных на гистограммах, соответствие гистограмм требуемым переменным.
* **Корреляционная матрица**: Построение матрицы корреляции Phik и её визуализация.
* **Выводы**: Логичные и обоснованные выводы на основе данных и графиков.

**Дополнительные критерии:**

* **Оптимизация и организация работы**: Конкурсант может быть оценён за чистоту и оптимизацию кода, использование комментариев и структурированность блоков кода.
* **Использование Markdown**: Четкость и полнота описания выводов с помощью Markdown.

**Демонстрация (СТОП 3):**

На точке СТОП 3 конкурсант должен продемонстрировать Jupyter Notebook с:

* Загруженными данными CSV.
* Гистограммами для всех числовых переменных.
* Корреляционной матрицей.
* Выводами, представленными в Markdown.

**Модуль Г. Работа по сценарию** **(инвариант)**

**Время на выполнение модуля**: 4 часа

**Задания:**

В рамках модуля Г, конкурсанту необходимо дополнить программу, разработанную в предыдущих модулях (А, Б), добавив форму для работы с видео и распознавание лица оператора (форма №3). Форма №3 вызывается при выборе на форме №1 радиокнопки «БОС тренинг» и сжатии мышцы при подключенных электродах. При закрытии формы №3, снова открывается форма №1.

Конкурсант должен реализовать управление видео в зависимости от физиологических параметров оператора, таких как уровень пульса и активность мышц, а также включить систему распознавания лица для аутентификации оператора. Система должна реагировать на состояние оператора (имитация сна, превышение пульса) и управлять видео в реальном времени.

**Задание:**

**1. Подключение веб-камеры и распознавание лица:**

* Используя встроенную веб-камеру ноутбука (или дополнительно подключенную к персональному компьютеру), программа должна захватывать видеопоток для распознавания лица оператора.
* После запуска формы №3, система автоматически включает веб-камеру и сверяет захваченное изображение с заранее записанным изображением оператора (расположенным в папке).
* Для распознавания лица можно использовать библиотеки, такие как OpenCV и face\_recognition. Если лицо оператора успешно распознано, программа переходит в режим управления видео по сценарию.
* Если распознавание не удалось, программа должна запросить повторную попытку.

**2. Режим работы с видео по сценарию:**

* После успешного распознавания лица, включается видео по сценарию (видеофайл заранее подготовлен).
* Управление видео осуществляется через активность оператора:
  + При имитации засыпания оператора (неактивность мышц руки согласно показателям ЭМГ и/или опущенная голова оператора в течение 10-15 секунд), видео автоматически останавливается, и поверх видео появляется индикатор красного цвета круглой формы, сигнализирующий об остановке.
  + Для возобновления видео оператор должен сжать мышцы руки (сработает датчик ЭМГ), что приведет к возобновлению воспроизведения видео и будет показан зеленый индикатор квадратной формы.
  + При бодрствовании оператор может управлять видео вручную, останавливая и возобновляя его по сжатию мышцы.

**3. Контроль за состоянием пульса:**

* Система должна следить за пульсом оператора в реальном времени.
* Если пульс оператора превышает нормальные значения (выше 100‑120 уд./мин в покое, на экране поверх видео выводится индикатор желтого цвета треугольной формы, предупреждающий оператора о превышении нормы.
* Предупреждение автоматически исчезает, когда пульс возвращается в норму.

**4. Контроль бодрстования оператора:**

Для контроля состояния оператора необходимо реализовать два способа способа определения активности.

1. Засыпание оператора определяется по отсутствию сжатия мышцы руки с датчиком ЭМГ в течение 10-15 секунд.
2. Засыпание оператора определяется по опущенной голове в течение 10­­‑15 секунд.

При определении засыпания оператора видео останавливается и появляется красный индикатор.

Сжатие мышцы возобновляет видео, а также используется для управления видео в активном режиме.

**5. Визуальные индикаторы:**

* **Красный индикатор круглой формы**: Появляется, когда оператор засыпает (отсутствует активность мышц или опущена голова).
* **Желтый индикатор треугольной формы**: Появляется при превышении нормы пульса.
* **Зеленый индикатор квадратной формы**: Появляется когда оператор проявляет мышечную активность после имитации засыпания.
* Индикаторы должны плавно накладываться поверх видео, не прерывая его воспроизведение.

**Алгоритм работы программы:**

1. **Запуск формы №3**:
   * Осуществляется автоматическое включение веб-камеры для распознавания лица оператора.
   * Если лицо оператора распознано, начинается воспроизведение видео по сценарию.
   * Если распознавание не удалось, система просит повторить попытку.
   * В информационный блок выводятся сообщения о результате распознавания лица оператора (Рисунок 5).
2. **Работа с видео**:
   * При отсутствии активности оператора (в течение 10-15 секунд, согласно показаниям ЭМГ или по видеокамере) происходит имитация засыпания: видео останавливается и выводится красный индикатор.
   * Оператор может возобновить видео, сжав мышцу руки с датчиком ЭМГ, при этом выводится зеленый индикатор.
   * При бодрствовании оператор может вручную останавливать и запускать видео с помощью сжатия мышцы.
3. **Контроль состояния пульса**:
   * Если пульс оператора превышает норму, на экране выводится желтый индикатор, сигнализирующий об опасности.
   * Если пульс возвращается к нормальным значениям, индикатор исчезает.

**Оценка выполнения задания:**

1. **Распознавание лица**:
   * Корректность работы системы распознавания лица через веб-камеру.
   * Успешная аутентификация оператора перед началом работы с видео.
2. **Управление видео**:
   * Реализация сценария управления видео на основе активности мышц оператора.
   * Корректная остановка видео при имитации сна и возобновление по показателям ЭМГ.
3. **Контроль пульса**:
   * Корректное определение состояния оператора по пульсу.
   * Появление и исчезновение индикатора при превышении пульса.
4. **Индикаторы состояния**:
   * Наложение и визуализация красных, желтых и зеленых индикаторов поверх видео.
5. **Стабильность работы программы**:
   * Программа должна устойчиво работать на всех этапах, без сбоев.

**Демонстрация (СТОП 4):**

По завершении модуля конкурсант должен продемонстрировать работу программы, включающую:

* Подключение и распознавание лица оператора.
* Управление воспроизведением видео в зависимости от активности оператора и показателей ЭМГ.
* Контроль состояния пульса и предупреждение оператора при его превышении.
* Запуск и остановка видео на основе показаний ЭМГ в реальном времени.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| БОС тренинг | | | |
| Герб региона | Проектирование нейроинтерфейсов | | Рабочее место № \_\_  ФИО конкурсанта |
| **Видеосценарий** | | | |
| |  | | --- | | Видеоролик | | | | |
| **Информационный блок** | | | |
|  | | | |
| Порт: COM1 | Скорость порта: 9600 | Соединение установлено | |

Рисунок 3. Форма №3

Рисунок 4. Пример индикаторов

|  |
| --- |
| Оператор распознан |

|  |
| --- |
| Оператор не распознан |

Рисунок 5. Внешний вид сообщений в информационном блоке

**Модуль Д. Тестирование системы на волонтёре** **(вариатив)**

**Время на выполнение модуля**: 4 часа

**Задание:**

Конкурсант должен обучить волонтера и продемонстрировать работу разработанной системы на реальном пользователе (волонтёре), который будет выступать в роли оператора. Задача этого модуля — проверить, как система, разработанная в предыдущих модулях (А, Б, Г), функционирует в условиях реального применения, с учётом всех датчиков, взаимодействий и сценариев.

Это финальная проверка, в ходе которой проводится полное тестирование системы, а также её готовность к использованию.

**Требования к выполнению:**

1. **Проверка всех компонентов системы:**
   * Датчики ЭКГ и ЭМГ, подключённые к волонтёру.
   * Подключение и считывание данных с платы на базе **микроконтроллера ATmega328**.
   * Визуализация данных на графиках ЭКГ и ЭМГ в реальном времени (аналогично модулям А и Б).
   * Автоматический анализ состояния волонтёра, вывод предупреждений о состоянии пульса и мышечной активности.
2. **Проверка корректности ввода данных:**
   * Волонтёр должен подключить электроды согласно примеру (форма №1)
   * Ввести свои данные (ФИО, возраст) (форма №2).
   * Конкурсант следит за отображением информации в интерфейсе формы №2.
3. **Интерактивное управление видео по сценарию (модуль Г):**
   * Система должна автоматически распознать лицо волонтёра через встроенную веб-камеру ноутбука (форма №3).
   * Видео-сценарий должен реагировать на состояние волонтёра:
     + При засыпании — видео останавливается, и появляется красный индикатор.
     + Для возобновления видео волонтёру нужно сжать мышцы руки (считывание через датчик ЭМГ).
     + Волонтёр может вручную останавливать и запускать видео по сжатию мышц.
     + При превышении нормы пульса выводится желтый индикатор на видео, сигнализирующий о состоянии оператора.
4. **Тестирование системы на реальном человеке:**
   * Волонтёр выполняет тестовое задание:
     + Присоединяет датчики ЭКГ и ЭМГ, выполняет физические действия (например, сжатие мышц).
     + Выполняется запись данных в CSV-файл .
   * Считывание и запись значений ЭКГ и ЭМГ, а также их обработка в реальном времени.
   * Отображение предупреждений о состоянии волонтёра в информационном блоке.
5. **Финальное тестирование и демонстрация:**
   * По завершении работы волонтёра конкурсант должен продемонстрировать полную работу системы:
     + Автоматическое определение COM-порта, подключение датчиков.
     + Сбор данных и их запись в CSV-файл.
     + Визуализация графиков и их обновление в реальном времени.
     + Управление видео-сценарием с распознаванием лица и реагированием на действия волонтёра.
     + Корректная работа системы с выводом предупреждений (например, превышение нормы пульса).

**Критерии оценки:**

1. **Корректность работы всей системы** — успешное выполнение всех этапов: от ввода данных до визуализации графиков и управления видео.
2. **Отображения графиков ЭКГ и ЭМГ** — наличие всех ключевых компонентов сигнала.
3. **Реакция системы на действия волонтёра** — правильное распознавание лица, взаимодействие с видео по сценарию.
4. **Запись данных** — ведение CSV-файла с записями показаний датчиков и выводом показателей.
5. **Демонстрация работы в реальном времени** — плавность и стабильность работы системы с волонтёром.

**Демонстрация (СТОП 5):**

Конкурсант должен продемонстрировать полную работу системы с волонтёром, показав все этапы:

* Автоматическое определение COM-порта.
* Сбор данных ЭКГ и ЭМГ.
* Отображение данных ЭКГ и ЭМГ в реальном времени на графиках.
* Управление видео-сценарием.
* Запись результатов в файл.

2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ

Время, отведенное на выполнение конкурсной части, не должно превышать 8 часов в день (от 16 лет), 4 часа в день (от 14 лет).

Из конкурсного задания запрещается исключать как инвариантные, так и вариативные модули, вне зависимости от этапа Чемпионата, в рамках которого это Конкурсное задание реализуется. Вариативный модуль может быть полностью изменен согласно требованиям индустрии в Субъекте Российской Федерации или в соответствии с оборудованием, которое будет использоваться на конкурсной площадке.

Для публичного освещения Чемпионата рекомендуется проводить прямые видеотрансляции с площадки на любом доступном сервисе или социальной сети, ссылки на трансляцию размещать в группах, беседах, социальных сетях.

После изменения Конкурсного задания в Д-2 (день экспертов), эксперты, обязаны соблюдать секретность этой информации.

Измененное конкурсное задание выдается командам по модульно, перед каждым модулем конкурсного дня. Конкурсантам предоставляется 15 минут (которые не учитываются в общем времени соревнования) для ознакомления и получения ответов на возникающие вопросы.

В группу оценивания необходимо обязательно приглашать индустриального эксперта. Присутствовать при оценке своей команды экспертом наставникам разрешается, но, если эксперт наставник будет вмешиваться в оценку, комментировать работу оценочной группы, он обязан покинуть конкурсную площадку на время оценки.

Экспертам, которые не входят в оценку присутствовать при оценке не своей команды не рекомендуется, в случае если эксперт, не входящий в группу оценки присутствует при оценки другой команды, эксперту запрещается вмешиваться в оценку, спорить, комментировать работу оценочной группы, в случае нарушения он обязан на время оценки покинуть конкурсную площадку.

Перед началом работы все конкурсанты обязаны пройти инструктаж по технике безопасности и безопасным приемам организации труда. Рабочие места между командами распределяются путем жеребьевки в системе ЦСО за день до начала чемпионата и не меняются до окончания чемпионата.

В процессе выполнения конкурсных заданий (включая перерывы), конкурсанты имеют право общаться со своими экспертами наставниками только в присутствии эксперта, не имеющего заинтересованности в получении преимуществ данным конкурсантом перед другими конкурсантами (экспертов других конкурсантов, либо индустриальных экспертов).

Телефоны, гарнитуры к ним и другие гаджеты, позволяющие слушать музыку или переговариваться/переписываться использовать на площадке во время работы запрещается конкурсантам и экспертам, за исключением индустриального эксперта (руководителя группы оценки), технического администратора площадки, главного эксперта на площадке. Такие устройства подлежат сдаче главному эксперту или техническому администратору площадки или оставляют в личных вещах (комнаты экспертов/комната конкурсантов).

2.1. Личный инструмент конкурсанта

Список оборудования, которые конкурсант может или должен привезти с собой на соревнование.

Определенный - нужно привезти оборудование по списку представленном в таблице 4:

Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование оборудования | Описание | Кол-во | Примечание |
| 1 | Одноканальный сенсор сигналов (Модуль ЭМГ/ЭКГ | Сенсор имеет возможность регулировки усиления сигнала. Сенсор снабжен разъемами PLS 2.54 мм. Один разъем служит для подключения сенсора к макетной плате, другой - для подключения сенсора к одноразовым ЭМГ/ЭКГ-электродам, прикрепляемым к поверхности кожи человека. Обозначение на модуле - "EMG/ECG". Число каналов считывания сигнала – 1.  Напряжение питания модуля - 5 В постоянного тока | 6 шт. | Модуль BiTronics Lab |
| 2 | Сенсор кожно-гальванической реакции (Модуль КГР) | Обозначение на модуле - "GSR". Предназначен для регистрации сопротивления поверхности кожи человека. Регистрация сигнала осуществляется неинвазивно. Электроды для считывания сигнала крепятся на подушечки пальцев руки человека. Плата должна быть снабжена разъемом PLS  2.54 мм для возможности подключения к макетной плате. Число каналов считывания сигнала – 1. Напряжение питания модуля - 5 В постоянного тока. | 1 шт. | Модуль BiTronics Lab |
| 3 | Сенсор пульса (Модуль Пульс) | Обозначение на сенсоре - "Pulse". Осуществляет регистрацию сигнала фотоплетизмограммы. Измерение сигнала осуществляется неинвазивно, путем считывания изменения оптической отражательной способности ткани человека, которая обусловлена изменением находящегося там объема крови. Регистрация осуществляется при прикладывании оптической пары «светодиоды + фотодиод» модуля к поверхности кожи человека. Области считывания: подушечки пальцев руки. Сенсор снабжен разъемом PLS 2.54 мм для возможности подключения к макетной плате. Число каналов считывания сигнала – 1. Напряжение питания модуля - 5 В постоянного тока. | 1 шт. | Модуль BiTronics Lab |
| 4 | Электроды для КГР | Длина проводов, соединяющих плату сенсора с электродами, должна быть не менее 100 мм. | 1 шт. | BiTronics Lab |
| 5 | Провод для модуля ЭМГ/ЭКГ | Представляет собой шлейф длиной не менее 500 мм. Предназначен для соединения сенсора ЭМГ к одноразовым электродам, которые располагаются на теле человека. | 4 шт. | BiTronics Lab |
| 6 | Аппаратное средство для построения систем автоматики и робототехники, оборудованное модулем гальванической развязки | 1. Микроконтроллер: ATmega328  2. Разрядность: 8 бит  3. Напряжение питания: 5 В  4. Входное напряжение (рекомендуемое): 7-12 В  5. Входное напряжение (предельное): 6-20 В  6. Цифровые выводы I/O: 14 линий (6 из них - ШИМ)  7. Аналоговые входы: 6 (АЦП)  8. Максимальный ток на выводе I/0: 20 мА (для каждого вывода)  9. Максимальный ток на выводе 3,3V: 50 мА  10. Flash-память: 32 Кб (из них 0.5 Кб используются под загрузчик)  11. SRAM-память: 2 Кб  12. EEPROM-память: 1 Кб  13. Тактовая частота: МГц  14. Длина: 68,6 мм  15. Ширина: 53,4 мм  16. Вес: 25 г. | 3 шт. | Arduino UNO  оборудованное модулем гальванической развязки |
| 7 | Аккумулятор крона Li-ion 9V | Технология : Li-ion  Тип: аккумулятор  Емкость: 650мАч  Рабочее напряжение:  8.4 В  Типоразмер: Крона | 4 шт | Аккумулятор крона Li-ion Soshine 9 V - 7,4 V- 650 (680) mAh перезаряжаемый |
| 8 | Зарядное устройство для кроны | Зарядное устройство для кроны  2 слота | 1 шт | Зарядное устройство Soshine V1 (Ni-MH/Li-ion) (2 слота) для кроны |
| 9 | Адаптер (клемма, контактная площадка под Крону) | кабель для батареи 9V Крона - DC 5.5 x 2.1 (M) GSMIN AK02 для Arduino / Разъем, клемма, контактная площадка под Крону | 8 шт |  |

2.2.Материалы, оборудование и инструменты,

запрещенные на площадке

Список оборудования, которые запрещено приносить на соревнования.

Запрещается приносить и использовать на конкурсной площадке:

* 1. Ноутбук.
  2. Планшет.
  3. Смарт часы.
  4. Записывающие устройства.
  5. Мобильный телефон/смартфон.

3. Приложения

Приложение 1. Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания.

Приложение 2. Матрица конкурсного задания.

Приложение 3. Инструкция по охране труда.