



КВАНТОРИУМ

**Международный конкурс детских
инженерных команд**

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

**«Гибкие электроды для систем
медицинского мониторинга»**

МОСКВА

2022

1. Тема задания заочного отборочного этапа Конкурса:

Разработка новых видов электродов для электрокардиографии и способов их размещения.

Преамбула:

В свете развития систем персонализированной медицины особую роль занимают тонкопленочные гибкие электронные устройства, осуществляющие мониторинг физиологического состояния человека. Регистрация биометрических данных в режиме мониторингования с минимизацией размеров, веса, переход на носимые гаджеты, неинвазивные, не вызывающие раздражений при длительном использовании и возможность бесконтактной регистрации данных являются основными задачами развития медицинских датчиков.

Постоянный рост сердечно-сосудистых заболеваний определяет особую актуальность длительного мониторинга электрокардиографии (ЭКГ) – одного из важнейших методов контроля за работой сердечно-сосудистой системы человека, основанного на регистрации электрических потенциалов сердца при помощи системы электродов, от структуры и состава которых зависит качество полезного сигнала.

Динамический диапазон регистрируемых на ЭКГ потенциалов составляет по амплитуде $-0,03 \dots 5,0$ мВ; по частоте $-0,05 \dots 300$ Гц. Для других биоэлектрических сигналов, регистрируемых с поверхности кожи, значения амплитуды следующие: ЭЭГ $-0,002 \dots 0,2$ мВ, ЭМГ $0,1 \dots 10$ мВ; значения по частоте ЭЭГ $-0,3 \dots 40$ Гц, ЭМГ $-0,1 \dots 1000$ Гц. Таким образом, спектры большинства биосигналов организма перекрываются, увеличивая сложность задачи.

На сегодняшний день разделение вкладов различных электрических сигналов организма выполняется преимущественно с помощью аппаратных фильтров и математической обработки суммарного сигнала. Выделение одного необходимого сигнала со всей совокупности биопотенциалов, которые

есть в данном случае, часто затруднено. Грамотный выбор архитектуры, состава и способа размещения электрода(-ов) способен улучшить ситуацию, сделать измерения более селективными к какому-либо виду сигнала.

Уже существуют комбинированные виды электродов: емкостные электроды, сухие электроды, электроды на основе наноматериалов. Активно развивается использование гибких электродов в варианте встроенных в одежду датчиков, с помощью которых можно наблюдать за состоянием здоровья, не посещая врача. Такие электроды позволяют исследовать работу различных органов человека в течение длительного периода.

Задание заочного отборочного этапа Конкурса:

Разработать гибкие электроды для электрокардиографии с использованием наноматериалов. Предложить способ фиксации и расположение электродов на предметах одежды.

2. Требования к устройству

Разработать и изготовить с применением наноматериалов гибкие электроды для непрерывного измерения электрокардиограммы человека, предложить способ их расположения на предметах профессиональной одежды специалистов одной из опасных профессий.

Соревновательная задача:

Необходимо предложить способ создания гибких электродов для ЭКГ с использованием наноматериала(ов), изготовить электрод согласно предложенной методике, экспериментально подтвердить наличие у устройства соответствующих электрических и механических свойств, предложить вариант расположения электрода(ов) на предметах одежды для длительного монитора ЭКГ в процессе движения.

Общие требования к представленным результатам:

Разработанный командой электрод должен содержать смарт-компоненту в виде наноструктурированного материала.

Принадлежность полученного командой материала или вещества к кругу наноматериалов должна быть доказана авторами путем исследования состава, микроструктуры или физических (химических) свойств последнего.

Способ получения наноматериала должен быть четко изложен в текстовом файле-протоколе.

Протокол формирования электродов должен содержать исчерпывающую информацию об используемых материалах (веществах) и способах формирования устройства из перечисленных компонентов. Метод получения электрода должен быть воспроизводим с использованием представленной методики!

Электроды предназначены для размещения на предметах одежды для непрерывного измерения электрокардиограммы человека. В этой связи электроды не могут содержать отравляющие или токсичные вещества и материалы, взаимодействовать химически с покровными и иными тканями человека и животных.

Функциональные требования:

Созданное устройство должно включать наноструктурированный материал, что должно быть доказано авторами в представленных на конкурс материалах.

Материалы электродов не могут быть высокотоксичными в представляемом виде.

Предлагаемое конкурсное устройство не может быть точной копией устройства, представленного на рынке электродов для ЭКГ.

Электрод должен иметь возможность плавно изгибаться (без излома поверхности), при этом не разрушаясь.

Электрод не должен быть диэлектриком. Общее сопротивление

электрода должно соответствовать ГОСТ 25995-83.

Способ размещения электрода(-ов) на элементах одежды должен содержать схематичное изображение расположения электродов, краткую информацию о способах регистрации сигнала с применением предлагаемой технологии.

Технические требования:

Число электродов, представляемых командой на конкурс, – не менее 1 шт.

Линейный размер одного электрода – не более 200 мм в любом из направлений.

Толщина электрода с учетом слоя геля (при наличии) – не более 50 мм в любом из направлений.

Масса одного электрода – не более 10 г.

Требования к проведению контрольных тестов:

Испытание функциональных свойств электрода – электрофизических и механических – должно включать демонстрацию электропроводности электрода и возможность его изгиба. Участникам рекомендуется ознакомиться с контрольными диапазонами, рекомендованными ГОСТ 25995-83.

Демонстрация изгиба электрода должна отражать возможность изменения формы изделия при изгибе (не изломе) не менее чем на угол 30°. Изгиб изделия не должен приводить к разрушению поверхности устройства или отслоению функциональных материалов от гибкой основы.

Минимальные требования к демонстрации электрофизических свойств включают оценку величины общего сопротивления электрода с использованием простых электроизмерительных приборов (например, мультиметра).

При наличии доступа к специализированному оборудованию,

командой дополнительно может быть представлена кривая импеданса, напряжение поляризации под воздействием постоянного тока, или результат динамических измерений потенциала в рабочем диапазоне частот электрокардиографии.

3. Форма представления результатов выполнения задания заочного отборочного этапа Конкурса

Результаты выполнения конкурсного задания должны быть представлены в виде:

1. Видеопрезентация, включающая представление разработанного устройства с демонстрацией результатов контрольных тестов изделия, общей длительностью 3-10 минут. Видео должно быть представлено в формате .avi или .mp4, разрешение не ниже 480, размер не более 1Гб;
2. Текстовый файл – Протокол разработки, создания и испытания электрода, включающий следующие разделы:
 - I. Список используемых веществ и материалов;
 - II. Способ получения (формирования) наноматериала;
 - III. Способ формирования электрода, включающий схему устройства с указанием всех элементов;
 - IV. Способ проведения контрольных испытаний, включающий перечень используемого оборудования;
 - V. Способ расположения электродов на предмете одежды;
 - VI. Список литературных источников (не менее 1 источника)

Файл должен быть представлен в формате .doc или .docx, размер не более 15Мб. Общий объем текста 5 - 10 страниц, Times New Roman 14, интервал 1,0 -1,15

Представленная информация должна включать описание способа получения и роли выбранного наноматериала в структуре электрода.

4. Требования к видеопрезентации

Видеопрезентация должна быть представлена в виде видеоролика, продолжительностью не более десяти минут.

На видео в любой последовательности должны быть представлены следующие результаты:

- лабораторный образец электрода(-ов), изготовленных участниками конкурса;
- рассказ участников о выбранных составе и структуре электродов, способе формирования устройства, иных инженерных решениях;
- проведение контрольного теста на изгиб устройства и вид его поверхности после его выпрямления;
- проведение контрольного теста электрофизических свойств устройства.

На видео должны присутствовать все члены команды с устными комментариями обо всех этапах создания моделей интерфейса управления и управляемого устройства.

5. Критерии оценки задания заочного отборочного этапа конкурса (максимальный балл – 50 баллов)

Выполнение заданных требований должно быть отражено в отчетных материалах.

Присутствие наноматериала в представленном на конкурс устройстве (до 15 баллов):

- Устройство полностью повторяет коммерчески доступные электроды ЭКГ – 0 баллов;
- Устройство создано с применением традиционных материалов и технологий и не содержит наноструктурированный материал – 3 балла;

- Устройство создано с применением традиционных материалов и технологий и содержит описание состава, микроструктуры и способа получения – 7 баллов;
- Устройство создано с применением наноматериалов или содержит наноструктурированный материал, состав, структура и способ получения которого не описаны авторами – 10 баллов;
- Устройство создано с применением наноматериалов или содержит наноструктурированный материал, состав, структура и способ получения которого представлены авторами – 15 баллов.

Качество представленного протокола создания устройства и его испытания (до 5 баллов):

- Протокол не дает полноценного представления о составе, структуре и свойствах разработанного изделия, отсутствуют разделы V и VI – 0 баллов;
- Лишь два раздела протокола соответствуют требованиям задания – 1 балл;
- Лишь три раздела протокола соответствуют требованиям задания – 2 балла;
- Четыре раздела протокола соответствуют требованиям задания, два раздела не соответствуют требованиям задания – 3 балла;
- Пять разделов протокола соответствуют требованиям задания – 4 балла;
- Разделы I – VI присутствуют в протоколе и содержат достаточную информацию для оценки достигнутых результатов – 5 баллов.

Представление системы размещения электродов (до 10 баллов):

- Система расположения электродов не предложена – 0 баллов;
- Описание расположения электродов краткое, отсутствует схема размещения электродов – 4 балла;

- Дано подробное описание расположения электродов, отсутствует схема размещения электродов – 6 баллов;
- Дано подробное описание расположения электродов, в графической схеме не указаны межэлектродные расстояния – 8 баллов;
- Дано исчерпывающее описание системы расположения электродов, представлена графическая схема с указанием межэлектродных расстояний – 10 баллов.

Демонстрация функциональных свойств электродов (до 10 баллов):

- Функциональные свойства электродов не описаны или выполнены и представлены с нарушением требований к демонстрационным материалам – 0 баллов;
- Продемонстрирована возможность изгиба изделия в соответствии с минимальными требованиями. Демонстрация электрофизических свойств отсутствует – 5 баллов;
- Оценено общее электросопротивление электрода в соответствии с минимальными требованиями. Демонстрация возможности изгиба отсутствует или не соответствует минимальным требованиям – 5 баллов;
- Оценено общее электросопротивление электрода в соответствии с минимальными требованиями. Дополнительно проведены электрофизические измерения с применением специализированного оборудования в соответствии с ГОСТ 25995-83. Демонстрация возможности изгиба отсутствует или не соответствует минимальным требованиям – 7 баллов;
- Продемонстрированы электрофизические свойства электродов в соответствии с минимальными требованиями. Демонстрация возможности изгиба соответствует минимальным требованиям – 10 баллов.

Соответствие представленного устройства техническому назначению (до 10 баллов):

- Устройство не является электродом, потенциально применимым для ЭКГ – 0 баллов;
- Устройство является электродом, потенциально применимым для ЭКГ, что следует из соответствия ГОСТ 25995-83 ряда параметров изделия – 5 баллов;
- Устройство является электродом, потенциально применимым для ЭКГ, что обосновано участниками сопоставлением результатов с литературными источниками и ГОСТ 25995-83 – 10 баллов.

Оценка критериев в баллах указана примерно и может быть изменена в зависимости от среднего уровня присылаемых работ.