

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

«Биопротезирование»

Регионального этапа Чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы» в 2025 г.

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 5](#_Toc181873771)

[1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ 5](#_Toc181873772)

[1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ «Биопротезирование» 5](#_Toc181873773)

[1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ 9](#_Toc181873774)

[1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ 9](#_Toc181873775)

[1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ 11](#_Toc181873776)

[1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания 11](#_Toc181873777)

[1.5.2. Структура модулей конкурсного задания (инвариант/вариатив) 12](#_Toc181873778)

[2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ 18](#_Toc181873779)

[2.1. Личный инструмент конкурсанта 18](#_Toc181873780)

[2.2. Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке 18](#_Toc181873781)

[3. ПРИЛОЖЕНИЯ 18](#_Toc181873782)

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ**

1. *Пользователь - Человек с ограничениями жизнедеятельности, использующий протез.*
2. *Протез конечности - Устройство, заменяющее частично или полностью отсутствующую и (или) имеющую врожденные дефекты верхнюю или нижнюю конечность и служащее для восполнения косметического и (или) функционального дефекта(ов).*
3. *Протез кисти - Протез, замещающий кисть или часть кисти при сохранившихся от одного до четырех пальцев, основной составной частью которого является искусственная кисть.*
4. *Культеприемная гильза — это главный элемент протеза, который изготовляют для каждого пользователя индивидуально. ⠀ С культи снимается слепок (или производится её трехмерное сканирование), и по нему (либо по 3Д-модели) изготавливают приемную гильзу. ⠀*
5. *Протез с биоэлектрическим управлением (бионический протез) - Протез с внешним источником энергии, в котором для управления исполнительными механизмами используются биоэлектрические потенциалы мышц.*
6. *Протез с внешним источником энергии - Протез, восполняющий форму и внешний вид отсутствующей части верхней конечности, с одновременным восстановлением некоторых ее функций и приводимый в действие за счет внешних источников энергии (в основном электрической).*
7. *Модуль протеза - Унифицированный по внешним стыкам узел протеза верхней конечности, обеспечивающий прямой монтаж со всей совокупностью узлов или модулей соседних уровней.*
8. *Узел протеза - Сборочная единица, имеющая определенное функциональное назначение в конструкции протеза.*
9. *Культя́ конечности — часть конечности, остающаяся после ампутации, травмы или обусловленная врожденным пороком развития.*
10. *ОС – Обратная связь.*
11. *ЭМГ – Электромиографический.*
12. *ПОИ – Протезно-ортопедическое изделие.*
13. *FDM-принтер – 3D принтер, работающий по технологии fused deposition modeling (моделирование методом послойного наплавления).*
14. *САПР – Система автоматизированного проектирования.*

# 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

## 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ

Требования компетенции (ТК) «Биопротезирование» 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 «Биопротезирование»

*Таблица №1*

**Перечень профессиональных задач специалиста**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Раздел** | **Важность в %** |
| **1** | **Подготовка процессов изготовления протеза верхней конечности.** | **40** |
|  | -Специалист должен знать:  Строение и функции организма человека, его костная, мышечная, нервная, кровеносная, дыхательная, пищеварительная и выделительная системы; строение опорно-двигательного аппарата человека; характер движения суставов конечностей, работа мышечно-связочного аппарата; понятия о деформациях: врожденные и статические деформации, сколиоз, деформации стоп, травматические деформации, грыжи и опухоли внутренних органов  Основы биомеханики движения человека; правила антропометрических измерений пациента  Виды основных конструкционных и сырьевых, металлических и неметаллических материалов; классификация, свойства, маркировка и область применения конструкционных материалов, принципы их выбора для применения в производстве; особенности строения, назначения и свойства различных материалов; виды обработки различных материалов; требования к качеству обработки деталей; виды износа деталей и узлов; классификация, свойства и область применения сырьевых материалов; требования техники безопасности при хранении и использовании различных материалов  Правила изготовления моделей протеза верхней конечности, правила снятия мерок для их изготовления  Способы изготовления приемных гильз для протеза верхней конечности  Способы трехмерного сканирования и компьютерного моделирования культеприемных гильз  Требования охраны труда; пожарной безопасности; фактические или потенциальные последствия собственной деятельности (или бездействия) и их влияние на уровень безопасности труда; порядок хранения и использования средств индивидуальной защиты  Устройство, назначение, правила применения рабочего, контрольно-измерительного инструмента. Терминология и единицы измерения величин в соответствии с действующими стандартами и международной системой единиц СИ |  |
| -Специалист должен уметь:  Выполнять работы по трехмерному сканированию и компьютерному моделированию культеприемных гильз  Изготавливать приемные гильзы и собирать протез верхней конечности из комплектующих, деталей и узлов  Выбирать и расшифровывать марки конструкционных материалов и подбирать способы и режимы обработки материалов для изготовления различных деталей  Применять требования нормативных документов к основным видам протезов верхних конечностей  Эксплуатировать специализированное технологическое оборудование и инструмент |
| **2** | **Изготовление протеза верхней конечности** | **60** |
|  | -Специалист должен знать и понимать:  Строение и функции организма человека, его костная, мышечная, нервная, кровеносная, дыхательная, пищеварительная и выделительная системы; строение опорно-двигательного аппарата человека; характер движения суставов конечностей, работа мышечно-связочного аппарата; понятия о деформациях: врожденные и статические деформации, сколиоз, деформации стоп, травматические деформации, грыжи и опухоли внутренних органов  Основы биомеханики движения человека; правила антропометрических измерений пациента  Виды основных конструкционных и сырьевых, металлических и неметаллических материалов; классификация, свойства, маркировка и область применения конструкционных материалов, принципы их выбора для применения в производстве; особенности строения, назначения и свойства различных материалов; виды обработки различных материалов; требования к качеству обработки деталей; виды износа деталей и узлов; классификация, свойства и область применения сырьевых материалов; требования техники безопасности при хранении и использовании различных материалов  Правила изготовления моделей протеза верхней конечности, правила снятия мерок для их изготовления  Способы изготовления приемной гильзы для протеза верхней конечности  Номенклатура протезов верхних конечностей; особенности и область применения узлов; назначение и принципы работы юстировочных устройств; взаимодействие сочлененных узлов при эксплуатации  Устройство, конструктивные особенности и схемы сборки всех видов протезов верхних конечностей  Методы аддитивного производства культеприемных гильз  Технология косметической декоративной отделки протеза верхней конечности  Приемы выполнения разборки, ремонта протеза верхней конечности  Правила выдачи протеза верхней конечности  Основы программирования и настройки базового программного обеспечения систем управления протеза верхней конечности  Требования охраны труда; пожарной безопасности; фактические или потенциальные последствия собственной деятельности (или бездействия) и их влияние на уровень безопасности труда; порядок хранения и использования средств индивидуальной защиты  Устройство, назначение, правила применения рабочего, контрольно-измерительного инструмента. Терминология и единицы измерения величин в соответствии с действующими стандартами и международной системой единиц СИ |  |
|  | -Специалист должен уметь:  Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество  Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития  Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности  Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности  Комбинировать технологические процессы в зависимости от индивидуальных особенностей пациента  Проводить антропометрические измерения пациента и подбирать комплектующие для протеза верхней конечности в зависимости от индивидуальных особенностей пациента  Использовать методы аддитивного производства культеприемных гильз  Изготавливать приемные гильзы и проводить сборку протеза верхней конечности из комплектующих, деталей и узлов  Выбирать и расшифровывать марки конструкционных материалов и подбирать способы и режимы обработки материалов для изготовления различных деталей  Производить программирование и настройку модулей с микропроцессорной системой управления и с внешним источником энергии  Проводить примерку индивидуальных протезов верхних конечностей на пациенте  Применять требования нормативных документов к основным видам протезов верхних конечностей  Приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ  Читать конструкторскую и технологическую документацию по профилю специальности  Эксплуатировать и обслуживать специализированное технологическое оборудование и инструменты  Проводить коррекцию биомеханических параметров ПОИ в зависимости от индивидуальных особенностей пациента  Обеспечивать косметическое соответствие внешнего вида ПОИ анатомической норме |  |

## 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** |  | **А** | **Б** | **В** | **Г** | **Д** | **Е** |  |
| **1** | 10 | 23 | 7 | 0 | 0 | 0 | **40** |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 20 | 18 | 22 | **60** |
| **Итого баллов за критерий/модуль** | | **10** | **23** | **7** | **20** | **18** | **22** | **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** | **Создание модели культи** | Оценивается успешность сканирования и формирования 3D модели конечности, отсутствие неустранимых дефектов модели, соблюдение размеров и пропорций.  Оценивается качество обработки 3D модели конечности, степень устранения всех ее дефектов, готовность модели к дальнейшему использованию. |
| **Б** | **Моделирование и подготовка к изготовлению культеприемной гильзы** | Оценивается правильность размеров и форм выборок в геометрии модели под культю (форма выборки соответствует форме культи, культя заглублена на достаточную глубину), модули пальцев (посадочная площадка имеет форму, соответствующую форме крепления модуля пальца, размеры выборки соответствуют размерам крепления модуля пальца).  Оценивается качество подготовки модели к изготовлению на FDM-принтере: достаточность количества поддержек, отсутствие избыточного количества поддержек, оптимальность размещения поддержек, правильность размещения и ориентации модели в области печати. |
| **В** | **Обработка культеприемной гильзы** | Оценивается качество изготовленной культеприемной гильзы, удаления поддержек 3Д печати, отсутствие повреждений культеприемной гильзы. |
| **Г** | **Сборка бионического протеза** | Оценивается правильность размещения и закрепления модулей пальцев в соответствующих полостях, отсутствие соприкосновения и перекрещивания соседних пальцев при их сгибании, отсутствие ошибок в электрическом подключении приводов модулей пальцев, электропитания, кнопки, модуля вибросигнала, ЭМГ-датчиков, датчиков обратной связи модулей пальцев. |
| **Д** | **Разработка программного обеспечения системы управления бионического протеза** | Оценивается полнота реализации возможностей управления разработанного программного обеспечения систему управления протеза: возможность управления движением от одним, от двух ЭМГ-датчиков, возможность реализации четырех жестов (шаблонов сгибания/разгибания пальцев), получения данных об угловом положении пальцев от датчиков обратной связи, включения модуля вибросигнала при заданном положении пальцев, изменения набора предустановленных жестов в зависимости от выбранного режима работы протеза, переключения режимов работы протеза через многофункциональную кнопку, реализация алгоритмов устойчивой работы (устранение дребезга контактов). Также оценивается оптимальность и качество программного кода: наличие и качество комментариев, структурированность. |
| **Е** | **Тестирование и настройка работы бионического протеза** | Оценивается успешность компиляции и загрузки в память микроконтроллера программного обеспечения системы управления протезом, наличие и плавность совершаемых движений всеми пальцами в заданных диапазонах, отсутствие столкновений и перекрещиваний соседних пальцев при движении, отсутствие ложных срабатываний или пропусков управляющих сигналов, подаваемых с ЭМГ-датчиков, качество переключения режимов работы протеза через многофункциональную кнопку, управляемость протеза (насколько оператор легко и быстро управляет протезом в разных режимах работы), выполнение четырех заданных жестов (шаблонов схватов) искусственных пальцев, отсутствие нерасчетных перезапусков микроконтроллера протеза. |

## 1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

Общая продолжительность Конкурсного задания[[1]](#footnote-1): 17 ч.

Количество конкурсных дней: 3 дня

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

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

### 1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания

Конкурсное задание состоит из 6 модулей, включает обязательную к выполнению часть (инвариант) – 3 модуля, и вариативную часть – 3 модуля.

Общее количество баллов конкурсного задания составляет 100.

Обязательная к выполнению часть (инвариант) выполняется всеми регионами без исключения на всех уровнях чемпионатов.

Количество модулей из вариативной части, выбирается регионом самостоятельно в зависимости от потребностей работодателей региона в соответствующих специалистах. В случае если ни один из модулей вариативной части не подходит под запрос работодателя конкретного региона, то вариативный (е) модуль (и) формируется регионом самостоятельно под запрос работодателя. При этом, время на выполнение модуля (ей) и количество баллов в критериях оценки по аспектам не меняются (Приложение 2. Матрица конкурсного задания).

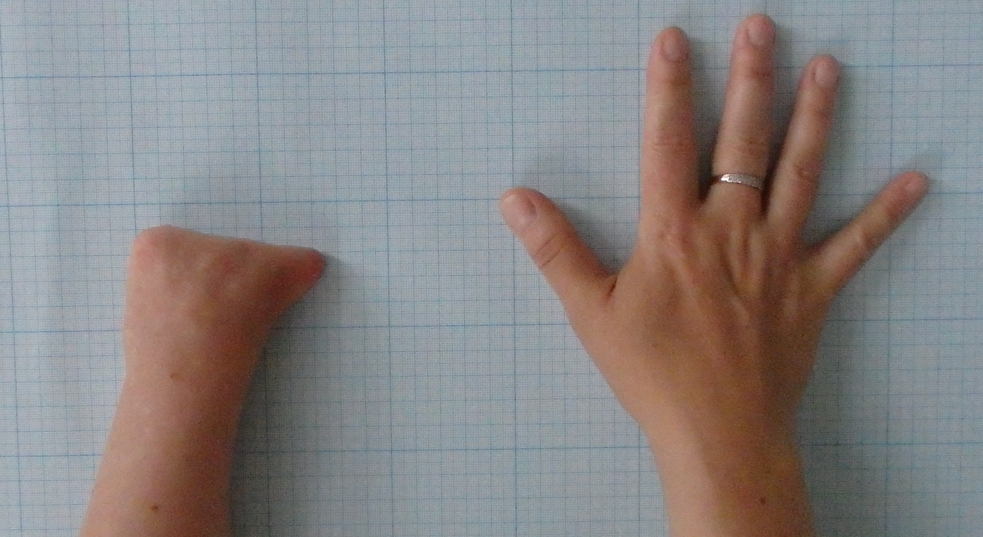
### 1.5.2. Структура модулей конкурсного задания (инвариант/вариатив)

**Модуль А. Создание модели культи (Вариатив)**

*Время на выполнение модуля: 2 часа*

**Задание:**

* Проверить подключение 3D-сканера и поворотного стола к ноутбуку, запустить программное обеспечение 3D-сканера ScanCenter NG2022.1;
* Разместить на поворотном столе макет культи условного пользователя протеза с заранее установленной внутренней вставкой протеза. Макет культи условного пользователя протеза изготовлен с левой культи кисти пациента с врожденной аномалией развития кисти, внешний вид приведен ниже:



* С использованием программного обеспечения 3D-сканера выполнить сканирование внутренней вставки протеза, произвести первичную обработку полученной трехмерной модели;
* Полученную в ходе сканирования и первичной обработки трехмерную модель сохранить в файле с именем raw\_model.stl;
* Закрыть программное обеспечение 3D-сканера, отключить 3D-сканер и поворотный стол;
* Открыть программное обеспечение для трехмерного моделирования, загрузить из файла raw\_model.stl трехмерную модель и провести её обработку для восстановления геометрии, удаления дефектов и артефактов сканирования;
* Сохранить полученную после обработки трехмерную модель в файле с именем clean\_model.stl;
* Закрыть программное обеспечения для трехмерного моделирования;

Файлы, полученные в ходе выполнения модуля, должны сохраняться на рабочем столе в папке с именем Модуль А Команда N, где N – номер рабочего места команды.

**Модуль Б. Моделирование и подготовка к изготовлению культеприемной гильзы (Аариатив)**

*Время на выполнение модуля: 3 часа*

**Задание:**

* В программное обеспечение для трехмерного моделирования загрузить файл с именем clean\_model.stl, полученный в ходе выполнения модуля А и содержащий трехмерную модель внутренней вставки протеза;
* Туда же импортировать 3D-модели модулей пальцев и крепежных элементов из папки Models\;
* С помощью предоставленного измерительного инструмента произвести измерения макета сохранной кисти условного пользователя протеза (длина, ширина, обхват и т.п.) для сопоставления её с размерами модели протеза;
* На основе трехмерных моделей внутренней вставки протеза, крепёжных элементов и модулей пальцев, произвести моделирование культеприемной гильзы бионического протеза. Гильза должна надёжно крепиться на внутреннюю вставку и обеспечить размещение 5-ти модулей пальцев протеза;
* Полученная модель с размещенными модулями пальцев должна соотноситься по размеру с макетом кисти условного пользователя протеза;
* В трехмерную модель культеприемной гильзы добавить элементы крепления ремешка из комплекта ЭМГ-датчика;
* Созданную трехмерную модель культеприемной гильзы сохранить в файле с именем print\_model.stl;
* Закрыть программное обеспечения для трехмерного моделирования;
* Открыть программное обеспечение слайсера 3D-принтера, загрузить в него файл print\_model.stl, созданный на предыдущем этапе выполнения модуля и содержащий трехмерную модель культеприемной гильзы;
* Используя возможности программного обеспечения слайсера 3D-принтера, произвести подготовку модели к печати полилактидом (сориентировать модель на столе, разместить поддерживающие элементы и т.д.);
* Сохранить подготовленную модель в файле с именем ready\_model.fpp;

Файлы, созданные в ходе выполнения модуля, должны сохраняться на рабочем столе в папке с именем Модуль Б Команда N, где N – номер рабочего места команды.

**Модуль В. Обработка культеприемной гильзы (Вариатив)**

*Время на выполнение модуля: 2 часа*

**Задание:**

* Получить распечатанный по файлу ready\_model.fpp культеприёмную гильзу;
* Используя предоставленный инструмент удалить поддерживающие элементы и дефекты печати культеприемной гильзы протеза;
* С помощью дрели-шуруповерта произвести подготовку крепёжных отверстий на культеприемной гильзе протеза.

**Модуль Г. Сборка бионического протеза (Инвариант)**

*Время на выполнение модуля:4 часа*

**Задание:**

* Разместить и зафиксировать крепежными элементами модули пальцев на культеприемной гильзе протеза;
* Установить культеприемную гильзу протеза на внутреннюю вставку на макете культи условного пользователя;
* Используя монтажную схему, произвести подключение приводных систем и датчиков обратной связи пяти модулей пальцев протеза, двух электромиографических электродов, кнопки, модуля вибросигнала и аккумуляторной батареи к плате системы управления протезом;

**Модуль Д. Разработка программного обеспечения системы управления бионического протеза (Инвариант)**

*Время на выполнение модуля: 3 часа*

**Задание:**

* Включить ноутбук, открыть среду программирования;
* Загрузить базовое программное обеспечение из файла с именем base\_prog.ino, находящегося в папке base\_prog\;
* Используя возможности предоставленного в программного обеспечения разработать программное обеспечение системы управления бионического протеза, реализующее следующие функции:
* обработка сигнала с одного ЭМГ-датчика;
* выполнение одного схвата по сигналу с одного ЭМГ-датчика «Силовой схват»;
* обработка сигналов с двух ЭМГ-датчиков;
* выполнение трех схватов по сигналам с двух ЭМГ-датчиков: Силовой схват (все пальцы полностью сжимаются и разжимаются), закрытый пинцетный схват (I, II, III пальцы сжимаются и разжимаются, а остальные постоянно сжаты), открытый пинцентный схват (I, II, III пальцы сжимаются и разжимаются, а остальные постоянно разжаты);
* получение данных об угловом положении пальцев;
* включение вибрационного модуля при заданном угловом положении пальцев;
* изменение набора схватов в зависимости от выбранного режима работы;
* изменение режимов работы протеза через многофункциональную кнопку;
* индикация режима работы через светодиод;
* индикация смены режима работы через вибрационный модуль;
* защита от случайного однократного нажатия кнопки длительность менее 0,5 секунды;
* реализован режим принудительного раскрытия кисти;
* реализован режим переключения скорости движения пальцев (100% / 60%);
* Произвести компиляцию кода, выявить и устранить ошибки;
* Сохранить разработанное программное обеспечение в файле с именем ready\_prog.ino.

Файлы, созданные в ходе выполнения модуля, должны сохраняться на рабочем столе в папке с именем Модуль Д Команда N, где N – номер рабочего места команды.

**Модуль Е. Тестирование и настройка работы бионического протеза (Инвариант)**

*Время на выполнение модуля: 3 часа*

**Задание:**

* Включить ноутбук, открыть среду программирования;
* Загрузить разработанное в ходе выполнения модуля Д программное обеспечение из файла с именем ready\_prog.ino;
* Включить рабочий макет бионического протеза;
* Подключить плату системы управления рабочего макета бионического протеза к ноутбуку с помощью кабеля USB;
* Выполнить компиляцию кода, его загрузку в микроконтроллер плату системы управления.;
* Провести проверку и необходимую наладку для выполнения рабочим макетом бионического протеза функций:
* движение (сгибание/разгибание) каждого пальца;
* отсутствие ложных срабатываний системы биоэлектрического управления;
* переключение режимов работы с помощью многофункциональной кнопки (жесты, скорость работы);
* удобство управления протезом;
* выполнение протезом всех четырех жестов;
* работу системы обратной связи по положению пальцев;
* работу системы индикации;
* Сохранить доработанное программное обеспечение в файле с именем final\_prog.ino.

Файлы, созданные в ходе выполнения модуля, должны сохраняться на рабочем столе в папке с именем Модуль Е Команда N, где N – номер рабочего места команды.

# 2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ[[2]](#footnote-2)

Отсутствуют

## 2.1. Личный инструмент конкурсанта

Нулевой - нельзя ничего привозить.

## 2.2. Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке

Отсутствуют

# 3. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания

Приложение №2. Матрица конкурсного задания

Приложение №3. Инструкция по охране труда по компетенции «Биопротезирование».

1. *Указывается суммарное время на выполнение всех модулей КЗ одним конкурсантом.* [↑](#footnote-ref-1)
2. *Указываются особенности компетенции, которые относятся ко всем возрастным категориям и чемпионатным линейкам без исключения.* [↑](#footnote-ref-2)