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

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

«Специалист по коллаборативной промышленной робототехнике с применением инструментов искусственного интеллекта»

регионального этапа Чемпионата высоких технологий

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

регион проведения

2025 г.

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

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

[**1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ 4**](#_heading=h.vlfmg5l0myru)

[1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ 4](#_heading=h.bt1wlt4oa21b)

[1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ «Специалист по коллаборативной промышленной робототехнике с применением инструментов искусственного интеллекта» 4](#_heading=h.srzuuaryfy18)

[1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ 13](#_heading=h.d12gfj8mne1k)

[1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ 13](#_heading=h.kjownsy3o5h7)

[1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ **14**](#_heading=h.n8hpfndpe3la)

[1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания 14](#_heading=h.tjajzsfgbq47)

[1.5.2. Структура модулей конкурсного задания 14](#_heading=h.wpkf9guthl60)

[Модуль А. «Разработка и тестирование графического интерфейса для управления и визуализации работы роботизированной ячейки» (инвариант) 14](#_heading=h.e57hdobebz8s)

[Модуль Б. «Управление роботизированной ячейкой для сортировки в автоматическом режиме» (инвариант) 18](#_heading=h.50kq0jwtkx0g)

[Модуль В. «Автоматизированная сортировка деталей и паллетирование с применением технологий компьютерного зрения» (инвариант) 22](#_heading=h.2e7i68710hns)

[Модуль Г. «Обучение и интеграция системы управления с искусственным интеллектом для автоматической сортировки деталей и паллетирования» (инвариант) 26](#_heading=h.8plm36sqc6ky)

[**2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ 32**](#_heading=h.s2u8f09wxlh4)

[2.1. ЛИЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНКУРСАНТА 32](#_heading=h.fmo7tvt3euqw)

[2.2. МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ, ЗАПРЕЩЁННЫЕ НА ПЛОЩАДКЕ **32**](#_heading=h.wngp3m1cm7b4)

[**3. ПРИЛОЖЕНИЯ 33**](#_heading=h.j99h3cojwywa)

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ**

1. ФГОС – Федеральный государственный образовательный стандарт
2. ПС – Профессиональный стандарт
3. КЗ – Конкурсное задание
4. ИЛ – Инфраструктурный лист
5. ИИ – Искусственный интеллект
6. СП – Среда программирования
7. API (Application Programming Interface или интерфейс программирования приложений) – это совокупность инструментов и функций в виде интерфейса для создания новых приложений, благодаря которому одна программа будет взаимодействовать с другой.
8. OpenCV – библиотека для компьютерного зрения
9. VSCode – Visual Studio Code, редактор кода
10. РИ – рабочий инструмент
11. РЗ – рабочая зона манипулятора
12. СТЗ – система технического зрения
13. РЯ – роботизированная ячейка (включает в себя манипулятор, конвейерную ленту и СТЗ)

# 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

## 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ

Требования компетенции (ТК) «Специалист по коллаборативной промышленной робототехнике с применением инструментов искусственного интеллекта» 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 «Специалист по коллаборативной промышленной робототехнике с применением инструментов искусственного интеллекта»

Перечень видов профессиональной деятельности, умений, знаний и профессиональных трудовых функций специалиста (из ФГОС/ПС/ЕТКС) базируется на требованиях современного рынка труда к данному специалисту*.*

*Таблица №1*

**Перечень профессиональных задач специалиста**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Раздел** | **Важность в %** |
| 1 | Управление роботизированной ячейкой  | 37.7 |
| Специалист должен знать и понимать:* Связи между программным кодом (структурой программы), управляющим роботом и действиями исполнительных механизмов;
* Принципы выполнения программы роботом, выбора и запуска программы, создание программных модулей, обработки программных модулей (механика, кинематика, динамика);
* Основы работы с промышленными контроллерами и интерфейсами управления роботами (ROS/ROS2);
* Методы организации обмена данными между компонентами роботизированных систем;
* Методы программирования и настройки параметров движения манипуляторов (интерполяция, ограничения, траектории);
* Правила техники безопасности при эксплуатации роботизированных систем;
* Законодательство в области техники безопасности и норм охраны здоровья и лучшие практики со специальными мерами безопасности при работе на автоматизированных рабочих местах с использованием видеодисплеев;
* Техническую терминологию и условные обозначения в сфере интеллектуальных систем;
* Методы диагностики неисправностей и оценки работоспособности роботизированных ячеек;
* Структуру и правила работы с технической документацией (API-интерфейсы, электрические схемы, кинематические параметры робота, спецификации на датчики и приводы).
 |  |
| Специалист должен уметь:* Создавать и изменять запрограммированные перемещения, создавать новые команды перемещения, создавать перемещения с оптимизацией времени такта (осевое перемещение), создавать перемещение по траекториям, изменять команды;
* Применять логические функции в программе робота, программировать функции ожидания, простые функции переключения, переключения функций траектории;
* Настраивать механизмы безопасности, включая зоны замедления робота, сенсоры присутствия, аварийные остановки;
* Писать программы управления робототехнической системой, визуализировать процесс работы промышленного робота при помощи программного обеспечения;
* Программировать и настраивать робототехническую систему с помощью программных пакетов для конфигурирования роботизированных систем, открывать проекты, сравнивать проекты, соединять системы, передавать проекты в систему управления роботом;
* Работать с системами логирования и диагностики, выявлять и устранять ошибки в управлении роботом;
* Читать и понимать техническую документацию на роботизированные манипуляторы и системы автоматизации.
 |  |
| 2 | Разработка программного обеспечения | 28.2 |
| Специалист должен знать и понимать:* Подходы к разработке программного обеспечения;
* Приемы анализа данных;
* Принципы работы с графическими и текстовыми данными;
* Архитектуры программного обеспечения;
* Способы разработки программного обеспечения;
* Общие типы проблем, которые могут возникнуть при разработке программного обеспечения;
* Тенденции и разработки в отрасли, включая новые платформы, языки, условные обозначения и технические навыки;
* Принципы построения человеко-машинного взаимодействия;
* Необходимость симуляторов в разработке;
* Назначение и применение IDE в разработке систем;
* Принципы разработки графических интерфейсов для промышленных систем (UI/UX, эргономика, удобство использования);
* Методы обработки событий в интерфейсе (кнопки, формы, клавиши управления);
* Методы обеспечения отказоустойчивости интерфейса (аварийная остановка, сброс ошибок, индикаторы состояния системы);
* Языки программирования высокого уровня (С++, Python + PyQt);
* Основы клиент-серверного взаимодействия:
1. Низкоуровневые и сетевые протоколы (TCP/IP, UDP, EtherCAT, CAN/CANopen) ;
2. Протоколы и технологии для удаленного управления (SSH, SFTP, WebSockets);
3. Специализированные системы управления роботами (ROS/ROS2).
 |  |
| Специалист должен уметь:* Создавать графическое представление будущей программы;
* Интерпретировать результаты решения;
* Осуществлять разработку программного обеспечения, использующих нейросети;
* Демонстрировать работоспособность программного обеспечения;
* Разрабатывать интуитивно понятный графический интерфейс с возможностью ручного и автоматического управления роботом;
* Подключаться к API управления роботом, отправлять команды и получать статус системы;
* Интегрировать графический интерфейс с системами логирования и диагностики для мониторинга работы робота;
* Вести техническую документацию по настройке, эксплуатации и программированию системы, описывать алгоритмы работы, параметры настройки и результаты тестирования;
* Оформлять отчеты о проделанной работе, фиксировать выявленные ошибки, пути их устранения и результаты тестирования;
* Работать с системой контроля версий (Git/GitHub/GitVerse), вести структурированное хранение кода, управлять ветками, коммитами и мержами;
* Оформлять README-файлы, техническую документацию и комментарии в коде для упрощения работы с проектом;
* Разрабатывать пользовательские инструкции;
* Разворачивать и настраивать систему в контейнерах с использованием Docker для удобной интеграции, масштабируемости и развертывания на различных устройствах;
* Оптимизировать контейнеры для минимизации потребления ресурсов и обеспечения стабильной работы системы.
 |  |
| 3 | Использование технологий технического зрения | 10.0 |
| Специалист должен знать и понимать:* Принципы работы компьютерного зрения, основные алгоритмы обработки изображений (фильтрация, бинаризация, выделение контуров);
* Принципы работы оптических устройств (веб-камер,смарт-камер);
* Алгоритмы предобработки изображений (гистограмма, фильтрация, сегментация);
* Принципы работы с видеоданными;
* Принципы калибровки и настройки промышленных камер;
* Методы организации взаимодействия между системами компьютерного зрения и исполнительными механизмами;
* Принципы эргономичного дизайна графических интерфейсов для отображения результатов работы компьютерного зрения;
* Методы обеспечения безопасности при использовании коллаборативных роботов в сочетании с системами технического зрения;
* Инструменты для систем технического зрения (OpenCV и др.);
* Оптимизация алгоритмов технического зрения для работы в реальном времени.
 |  |
| Специалист должен уметь:* Настраивать и калибровать промышленные камеры и датчики освещения;
* Разрабатывать алгоритмы обработки изображений и применять их для идентификации деталей;
* Программировать системы технического зрения для работы в производственной среде;
* Визуализировать процесс сортировки, отображая обработанные изображения и результаты классификации;
* Работать с цветовым анализом и сегментацией изображений;
* Адаптировать алгоритмы под разные сценарии работы (ручной контроль, полуавтоматический, полностью автоматический режим);
* Разрабатывать автоматические системы идентификации объектов по штрих-коду или QR-коду;
* Анализировать ошибки работы системы и вносить корректировки в алгоритмы;
* Реализовывать обработку больших потоков данных в режиме реального времени.
 |  |
| 4 | Обучение и интеграция моделей искусственного интеллекта | 15.2 |
| Специалист должен знать и понимать:* Какие бывают нейронные сети;
* Для чего нужны нейронные сети и как они работают;
* Понятия: нейрон, синапс, итерация, эпоха, функция активации;
* Методы и алгоритмы глубокого обучения (supervised, unsupervised, transfer learning);
* Критерии качества моделей машинного обучения;
* Последовательность разработки моделей машинного обучения;
* Какие методы машинного обучения применять в зависимости от исходных данных;
* Как работать с различными выборками данных;
* Как использовать различные программные средства для разработки и улучшения моделей;
* Методы сбора, обработки и аннотации данных для обучения нейросетевых моделей;
* Оптимизация работы нейросетей и их использование в реальном времени;
* Основы работы с нейросетевыми моделями (CNN, YOLO, EfficientNet, ViT);
* Методы аннотации и создания датасетов (LabelImg, CVAT, Roboflow);
* Основы работы с TensorFlow, PyTorch, OpenVINO, ONNX;
* Принципы оптимизации моделей для работы на встраиваемых устройствах (TensorRT, OpenVINO, Edge TPU);
* Методы логирования и отладки работы нейросетей;
* Методы ускорения инференса моделей для работы в реальном времени.
 |  |
| Специалист должен уметь:* Структурировать данные;
* Проводить нормализацию и подготовку данных;
* Выделять признаки, свойства и характеристики объектов в данных;
* Осуществлять операции с большими данными;
* Проводить визуальный анализ данных;
* Собирать и аннотировать датасеты;
* Реализовывать автоматический процесс сбора и аннотации данных;
* Применять классические алгоритмы машинного обучения:
1. обучение без учителя (уменьшение размерности, поиск правил, кластеризация);
2. обучение с учителем (регрессия, классификация);
* Применять методы глубокого обучения и нейросети: перцептроны, сверточные нейросети, рекуррентные сети;
* Разрабатывать и дообучать нейросетевые модели для классификации, детекции и сегментации объектов;
* Оптимизировать работу нейросетей для работы на встраиваемых системах;
* Реализовывать визуализацию данных, отображая результаты работы модели;
* Анализировать ошибки работы модели и дообучать её при необходимости;
* Работать с системами логирования и диагностики работы модели;
* Реализовывать механизмы безопасности при работе коллаборативного робота;
* Использовать контейнеризацию (Docker) для развертывания моделей в производственной среде.
 |  |
| 5 | Чтение, анализ и ведение технической документации. Организация и управление работой. | 4.3 |
| Специалист должен знать и понимать:* Важность документирования разработанных решений;
* Принципы работы с техническим проектом;
* Параметры деятельности, подлежащие планированию;
* Принципы эффективного планирования используемого времени при работе над проектом;
* Навыки организации рабочего пространства при работе за компьютером;
* Навыки контроля собственной продуктивности в ходе работы над проектом;
* Принципы и способы безопасного выполнения работ;
* Принципы и положения безопасной работы в общем и по отношению к производству;
* Основы и принципы бережливого производства.
 |  |
| Специалист должен уметь:* Читать, интерпретировать и извлекать технические данные и инструкции из документации в любом доступном формате;
* Проводить анализ технической документации, выявлять требования к программному обеспечению системы управления роботом;
* Разрабатывать пользовательскую документацию по эксплуатации;
* Использовать и правильно интерпретировать техническую терминологию и обозначения в техническом проекте, руководстве пользователя и презентации;
* Сохранять результаты проделанной работы в виде файлов восстановления для восстановления работы в случае её утери;
* Сохранять результаты проделанной работы (файлы) для представления их заказчику в полном объеме;
* Восстанавливать зону проведения работ до первоначального состояния;
* Соблюдать правила в области техники безопасности и норм охраны труда на рабочем месте.
 |  |
| 6 | Коммуникативные и межличностные навыки | 4.6 |
| Специалист должен знать и понимать:* Технический язык, связанный с профессиональным навыком и технологией;
* Принципы командной работы и их применение;
* Технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии;
* Проведение приемо-сдаточных испытаний (валидации) ИС в соответствии с установленными регламентами в рамках выполнения работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС;
* Проводить презентации заинтересованным сторонам в рамках технической поддержки процессов создания (модификации) и сопровождения ИС;
* Персональные навыки, сильные стороны и потребности, относящиеся к ролям, обязанностям и обязательствам в отношении других людей и коллективно.
 |  |
| Специалист должен уметь:* Вносить свой вклад в работу команды и организации в целом как в общем, так и в конкретных случаях;
* Предоставлять и принимать комментарии и поддержку;
* Получать и обеспечивать обратную связь и поддержку, работая в команде;
* Пояснять сложные технические принципы и приложения для неспециалистов;
* Готовить полноценные отчёты и отвечать на возникающие вопросы.
 |  |

## 1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ

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

*Таблица №2*

**Матрица пересчета требований компетенции в критерии оценки**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий/Модуль** | **Итого баллов за раздел требований компетенции** |
| **Разделы требований компетенции** |  | **A** | **Б** | **В** | **Г** |  |
| **1** | 10.7 | 12.1 | 9.4 | 5.5 | 37.7 |
| **2** | 5.1 | 7.7 | 6.7 | 8.7 | 28.2 |
| **3** | 0 | 0 | 9.7 | 0.3 | 10.0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 15.2 | 15.2 |
| **5** | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 4.3 |
| **6** | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 4.6 |
| **Итого баллов за критерий/модуль** | 18 | 22 | 28 | 32 | **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 | **Разработка и тестирование графического интерфейса для управления и визуализации работы роботизированной ячейки** | Оценивается:Функциональность интерфейса: система должна корректно выполнять команды, включая включение/выключение, задание координат и управление гриппером.Визуализация данных: интерфейс должен отображать параметры работы манипулятора, логи системы и видеопотоки с камер.Интерактивность: предусмотрено удобное ручное управление роботом и настройка программы для работы в автоматическом режиме.Стабильность работы: интерфейс должен быть отказоустойчивым, корректно работать при нестандартных вводах.Документированность: качество пользовательской документации, понятность инструкций. |
| Б | **Управление роботизированной ячейкой для сортировки в автоматическом режиме** | Оценивается:Точность выполнения задания: проверяется правильность перемещения деталей в заданные позиции.Безопасность работы системы: тестируется реакция системы на угрозы коллизий и выход манипулятора за границы рабочей зоны.Степень автоматизации: чем меньше участие человека, тем выше оценка.Логирование и отчетность: проверяется фиксация всех действий системы, детализация логов. |
| В | **Автоматизированная сортировка деталей и паллетирование с применением технологий компьютерного зрения** | Оценивается:Точность распознавания объектов: процент корректно классифицированных и отсортированных деталей.Скорость обработки: время от момента детекции объекта до его помещения в нужную тару.Адаптивность алгоритмов: система должна корректно работать при изменении условий освещения и наличии перекрытых объектов.Гибкость управления: возможность отключать детекцию определенных объектов вручную. |
| Г | **Обучение и интеграция системы управления с искусственным интеллектом для автоматической сортировки деталей и паллетирования** | Оценивается:Качество обученной нейросети: процент успешных распознаваний на тестовой выборке.Производительность системы: время обработки одного кадра, эффективность использования вычислительных ресурсов.Автономность работы: способность системы самостоятельно сортировать объекты без вмешательства оператора.Система безопасности: корректная работа адаптивной коррекции, замедление и остановка манипулятора при обнаружении человека.Оптимизация алгоритмов: сокращение времени обработки без потери точности. |

##

## 1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

Общая продолжительность Конкурсного задания[[1]](#footnote-2): 21 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 4 модулей. Оно включает обязательную к выполнению часть (инвариант) — 3 модуля (Б, В, Г), и вариативную часть — 1 модуль (А). Общее количество баллов конкурсного задания — 100.

### 1.5.2. Структура модулей конкурсного задания

#### Модуль А. «Разработка и тестирование графического интерфейса для управления и визуализации работы роботизированной ячейки» (вариатив)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Время на выполнение модуля: 4 часа  |
| Этап 1. Проектирование | Этап 2. Тестирование | Этап 3. Зачетные попытки |
| 1 час | 2 часа | 1 час |

**Задание:**

Модуль направлен на разработку функционального **графического интерфейса (GUI)** для управления роботизированной ячейкой в ручном режиме. Конкурсанты должны интегрировать API управления роботом, обеспечить возможность ручного управления системой, а также визуализировать процессы работы манипулятора в реальном времени.

Особое внимание уделяется эргономичности интерфейса, визуализации данных и удобству взаимодействия оператора с системой. Разработанный интерфейс должен обеспечивать:

* Мониторинг состояния роботизированной ячейки в реальном времени.
* Отображение параметров работы манипулятора.
* Поддержку аварийных сценариев, включая экстренное торможение.
* Возможность ручного управления движением робота и настройки параметров работы.
* Логирование в реальном времени с возможностью сохранения данных в файл (дополнительные баллы).

Должна быть создана пользовательская инструкция по эксплуатации в формате файла README. Разработка ведётся в отдельной ветке локального репозитория Git, все изменения фиксируются коммитами.

Также будет проведено тестирование управления в ручном режиме. В зависимости от этапа и формата соревнований оно может быть проведено как в симуляторе, так и на реальном оборудовании (в финале соревнования гарантировано проводится на реальном оборудовании). Перед началом контрольного зачета конкурсантам случайным образом будет выданы набор глобальных начальных и конечных точек (числовой матрицы) для перемещения объектов РИ.

Во время выполнения контрольного зачета конкурсанту рекомендуется презентовать свое решение с подробными комментариями о его функционале и визуальной составляющей. Эксперты могут попросить продемонстрировать любой функционал системы управления.

Обновление GUI должно происходить в реальном времени.

Формат тестирования: Через час после начала отсчета времени выполнения модуля каждому конкурсанту будет дано время на тестирование.

Приоритет критериев оценки задания:

1. Безопасность
2. Точность
3. Скорость

|  |  |
| --- | --- |
| **А** | **Алгоритм выполнения задания** |
| **Задача** | **Входные данные** | **Ожидаемый результат** |
| Проектирование архитектуры GUI с учетом требований к безопасности и удобству использования | Техническое задание к функционалу GUI (будет выдано участникам в бумажном виде) | Разработанный графический интерфейс, отвечающий обязательному техническому заданию |
| Интеграция интерфейса с API управления роботом  | Техническая документация API управления роботом будет выдано участникам в бумажном виде) | Реализация функционала для управления роботом через интерфейс |
| Реализация визуализации состояния системы и отображения параметров работы в режиме реального времени | Поток данных о состоянии роботизированной ячейки | Логирование данных в GUI |
| Разработка пользовательской документации по работе с интерфейсом и программным обеспечением |  | README-файл № конкурсанта\_ФИ, представляющий собой пользовательскую инструкцию по работе с GUI |
| Ведение версии кода и документации в системе контроля версий (Git) | Локальный репозиторий для конкурсанта в Git | Созданная ветка с № конкурсанта\_ФИ, актуальная на конец модуля версия кода с понятными коммитами (ветка должна содержать в себе всю проделанную работу, в том числе README-файл и т.д.). |
| Тестирование и отладка работы системы  | Роботизированная ячейкаСлучайно сгенерированные начальные и конечные точки, выбранные организаторами с помощью рандомайзераИсходные данные системы, включая статусы робота, состояние моторов, положение рабочего инструмента. | Тестовые запуски работы системы в ручном режиме.(У каждого конкурсанта будет 2-4 круга тестов по 15-30 минут, проводящихся по очередности конкурсантов. Во время тестов конкурсанты могут редактировать код, интерфейс и так далее, но не могут запрашивать обратную связь от экспертов) |
| Контрольная сдача модуля | Роботизированная ячейка | Сценарий:1. Подключение системы
2. Включение контрольной индикации
3. Перемещение в ручном режиме объекта 1
4. Перемещение в ручном режиме объекта 2
5. Перемещение в ручном режиме объекта 3
6. Презентация решения конкурсантом
7. Отключение контрольной индикации
8. Отключение системы

(Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, во время зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь) |

**Набор элементов для модуля А на 6 участников:**

* Оборудование: на этом этапе соревнований используется только манипулятор, светофор для индикации работы системы, большой терминал (при наличии), лента ограждения зоны работ, рабочий стол, два контейнера с матрицами (стандартно: 5х3), накопитель для объектов с матрицами (стандартно: 4х3). Если терминал отсутствует, GUI будет запускаться на дополнительном ПК.
* Конкурсное задание модуля, документация по API управления роботом, техническое задание на каждого конкурсанта
* Набор разных объектов для перемещения (5 штук)
* Номера команд

#### Модуль Б. «Управление роботизированной ячейкой для сортировки в автоматическом режиме» (инвариант)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Время на выполнение модуля: 4 часа |
| Этап 1. Проектирование | Этап 2. Тестирование | Этап 3. Зачетные попытки |
| 1 час | 2 часа | 1 час |

**Задание:**

Этот модуль направлен на разработку алгоритма автоматизированного перемещения деталей в рабочей зоне роботизированной ячейки. Конкурсанты должны реализовать алгоритм, обеспечивающий точное позиционирование манипулятора, захват объектов и их перемещение в заранее заданные координаты с учетом ограничений рабочего пространства.

Алгоритм также должен включать оптимальное планирование траекторий с минимизацией времени выполнения задачи.

Основные задачи:

* Перевод локальных координат объектов в глобальные и разработка алгоритма перемещения.
* Создание функционала и формы для работы в автоматическом режиме
* Реализация автоматического режима, в котором оператор задает последовательность точек, а робот выполняет их самостоятельно.
* Обеспечение безопасности и контроля аварийных ситуаций (при вводе точек вне рабочей зоны или приводящих к коллизии, робот не должен начинать выполнение программы и отправлять предупреждение об этом), включая экстренную остановку в случае столкновения.
* Индикация состояния системы с помощью световых сигналов.

Конкурсанты работают каждый в своей среде, но тестирование проводится на общем оборудовании. Код можно редактировать в процессе тестирования, но финальные проверки проводятся на фиксированной версии.

Здесь также важно проверить реагирование робота на аварийные ситуации:

* реализация экстренной остановки
* угроза коллизий манипулятора с самим собой или окружающими предметами
* угроза выхода из рабочей зоны

Во время контрольного тестирования конкурсанты должны:

* Продемонстрировать базовый алгоритм автоматического перемещения между заданными точками, которые выдаются перед началом выполнения модуля (Захватить Точка А - Опустить Точка Б - Захватить Точка В - Опустить Точка Г и т.д.).
* Продемонстрировать пример выполнения алгоритма на новых точках, записанных в файле, которые выдаются во время конкурсного испытания.
* Обеспечить соответствие перемещений манипулятора требованиям безопасности, включая световую индикацию состояний системы.
* Проверить возможность выполнение программы циклично

Приоритет критериев оценки задания:

1. Степень автоматизации
2. Безопасность
3. Точность
4. Скорость

|  |  |
| --- | --- |
| **Б** | **Алгоритм выполнения задания** |
| **Задача** | **Входные данные** | **Ожидаемый результат** |
| Обработка входных данных | 1. Координаты начального и конечного расположения объектов в локальной системе (формат X, Y, Z), которые необходимо перевести в глобальные.
2. Пример файла с набором глобальных координат
 | Получение локальных координат объектов и их целей.Перевод локальных координат в глобальные. |
| Доработка GUI | Техническое задание к функционалу GUIТехническая документация API управления роботом  | Реализация функционала настройки автоматического движения робота. |
| Разработка алгоритма движения | Индивидуальное задание | Выполнение перемещения в автоматическом режиме. |
| Реализация системы безопасности | Поток данных о состоянии роботизированной ячейки | Экстренная остановка при угрозе коллизии с объектами или выходе за пределы рабочей зоны.Световая индикация состояний робота.Ведение логов аварийных событий. |
| Тестирование работы алгоритма | Роботизированная ячейкаИсходные данные системы, включая статусы робота, состояние моторов, положение рабочего инструмента. | Тестовые запуски работы системы.Выполнение перемещений в автоматическом режиме.Реагирование системы на аварийные ситуации.(У каждого конкурсанта будет 2-4 круга тестов по 15-30 минут, проводящихся по очередности конкурсантов. Во время тестов конкурсанты могут редактировать код, интерфейс и так далее, но не могут запрашивать обратную связь от экспертов) |
| Разработка пользовательской документации по работе с интерфейсом и программным обеспечениемВедение версии кода и документации в системе контроля версий Git | Номер команды | README-файл № конкурсанта\_ФИ, представляющий собой доработку пользовательской инструкции по работе с GUI.Созданная ветка с moduleB\_№ конкурсанта\_ФИ, актуальная на конец модуля версия кода с подробными коммитами (ветка должна содержать в себе всю проделанную работу, в том числе README-файл и т.д.; ветка должна быть создана от ветки moduleА…). |
| Контрольная сдача задний модуля  | Роботизированная ячейкаФайл с набором дополнительных глобальных координат (в системе робота) | Сценарий:1. Подключение системы
2. Включение контрольной индикации
3. Мини-презентация графического решения
4. Выполнение индивидуального варианта перемещения объектов в автоматическом режиме
5. Демонстрация автоматического выполнения программы из файла
6. Демонстрация функционала “зацикливания” программы
7. Отключение контрольной индикации

(Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, во время зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь) |

**Набор оборудования для второго модуля:**

* Оборудование: на этом этапе соревнований используется только манипулятор, светофор для индикации работы системы, большой терминал (при наличии), лента ограждения зоны работ, рабочий стол, два контейнера с матрицами (стандартно: 5х3), накопитель для объектов с матрицами (стандартно: 4х3). Если терминал отсутствует, GUI будет запускаться на дополнительном ПК.
* Конкурсное задание модуля, документация по API управления роботом, техническое задание на каждого конкурсанта, файл-пример с набором точек для второй части контрольного испытания
* Набор разных объектов для перемещения (5 штук): в этом модуле все объекты одинаковые по форме и размеру.
* Номера команд

#### Модуль В. «Автоматизированная сортировка деталей с применением технологий компьютерного зрения» (инвариант)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Время на выполнение модуля: 5 часов  |
| Этап 1. Написание ПО | Этап 2. Тестирование | Этап 3. Зачетные попытки |
| 1 час | 3 часа | 1 час |

**Задание:**

Данный модуль направлен на разработку алгоритма технического зрения, позволяющего автоматически распознавать и классифицировать объекты по сочетанию цвета и формы, а затем отсортировать их с помощью манипулятора в соответствующие ячейки контейнеров в рабочей зоне.

Система должна работать в режиме реального времени, адаптируясь к различным углам обзора камеры. Дополнительно приветствуется применение методов фильтрации шума, коррекции изображения и повышения точности детекции.

Конкурсанты должны:

* Разработать алгоритм распознавания и классификации объектов с использованием RGB-камеры.
* Реализовать отображение видеопотока с камеры в режиме реального времени с визуализацией распознанных объектов
* Реализовать на графическом интерфейсе (GUI) возможность выбора сочетаний форма–цвет.
* Создать систему автоматической сортировки, при которой манипулятор перемещает объекты в контейнеры на основании заданных критериев.
* Обеспечить корректную реакцию системы на аварийные ситуации (коллизии, выход за пределы рабочей зоны), соблюдение правил безопасности и использование световой индикации состояния (в соответствии с техническим заданием).
* Вести логирование всех действий манипулятора и отображать статистику сортировки в отдельном окне GUI.

Исходные условия:

На рабочем столе, в отдельной таре, размещен набор объектов различной формы, цвета, размера и фактуры:

1. Разноцветные геометрические фигуры (круги, квадраты, треугольники и т.д.), включая объекты с надписями или паттернами — для проверки алгоритмов шаблонного поиска и детектирования ключевых точек.
2. Объекты одинаковой формы, но разных размеров — для тестирования устойчивости к масштабированию.
3. Частично перекрытые объекты и объекты в тенях — для проверки устойчивости к шумам и изменениям освещённости.
4. Объекты с похожими цветами, но разной формой и наоборот — для проверки цветовых преобразований, пороговой обработки и морфологических операций.

Конкурсанты должны:

1. Распознать все объекты в кадре, устранить шум, выделить контуры, определить форму, цвет и размер (площадь, периметр).
2. Сопоставить распознанные объекты с эталонами (с помощью шаблонов, ключевых точек или дескрипторов признаков).
3. Выполнить кластеризацию объектов по цвету.
4. С помощью манипулятора отсортировать объекты по соответствующим ячейкам в зависимости от задания.

В начале выполнения модуля участникам выдаётся скрипт соответствия «цвет–форма → номер ячейки», например:

Красный квадрат — ячейка №9

Синий круг — ячейка №16

Зелёный треугольник — ячейка №5
 и т.д.

Во время тестовых запусков участники настраивают полностью автоматическую сортировку и реализуют возможность ручного выбора критериев сортировки через GUI.

Во время финального испытания эксперт случайным образом называет новые сочетания цвет–форма, и участники должны оперативно перенастроить систему. Также выдается индивидуальное расположение объектов в начале испытания.

Дополнительные условия:

* Каждый участник работает в своей среде разработки, но тестирование проходит на общем оборудовании.
* Код можно редактировать только во время тестирования, но не в ходе контрольных попыток.
* Все объекты — объёмные, размещаются в одной пластиковой таре. Перед каждой контрольной попыткой объекты перемешиваются и расставляются в соответствии с индивидуальным вариантом.
* Набор объектов фиксирован и неизменен в течение всего модуля.
* Освещение контролируемое и постоянное.
* Точность системы оценивается по проценту правильно классифицированных объектов.

**Необходимые знания и умения для решения модуля:**

Фильтрация изображений: Gaussian Blur, Median Filter

Преобразование цветового пространства: RGB → HSV

Пороговая обработка (Thresholding)

Сегментация по цвету или яркости

Морфологические операции: Erosion, Dilation, Opening, Closing

Выделение и анализ контуров (cv2.findContours, площадь, периметр, аппроксимация, Convex Hull)

Аппроксимация контуров (Contour Approximation)

|  |  |
| --- | --- |
| В | Алгоритм выполнения задания |
| Задача | Входные данные | Ожидаемый результат |
| Обучение системы и разработка алгоритма | Набор объектов (например: синие круги, красные квадраты, квадраты с цифрой «7» и т. д.) и таблица соответствия сочетаний цвет–форма и, опционально, координат ячеек в матрице зоны выгрузки.45565 | Настройка обработки изображения (фильтрация шума, сегментация, выделение контуров, анализ цвета и формы). |
| Доработка интерфейса GUI | Видеопоток с камеры | Визуализация 2-х видеопотоков (оригинальный поток с камеры и обработанный видеопоток с выделенными контурами и результатами детекции).Возможность выбора вручную детектирования определенных объектов.Логирование детекций.Логирование о начале, завершении, промежуточных итерациях миссий по перемещению распознанных объектовВедение статистики сортировки (*кол-во одинаковых по общим критериям объектов, время выполнения и т.п.*). |
| Разработка системы управления манипулятором | Роботизированная ячейка. В зависимости от этапа соревнований, может быть выдан набор соответствия номеров ячеек и глобальных координат робота. | Перемещение манипулятора в зону выгрузки.Идентификация объекта и его захват.Сортировка объектов рабочей зоне. |
| Реализация системы безопасности | Роботизированная ячейка.В зависимости от этапа соревнований, могут быть выданы ограничивающие координаты рабочей зон. | Световая индикация состояний системы.Реализация экстренной остановки при нарушении границ рабочей зоны.Безопасное перемещение манипулятора без резких движений. |
| Тестирование | Роботизированная ячейкаИсходные данные системы, включая статусы робота, состояние моторов, положение рабочего инструмента | Тестовые запуски работы системы Выполнение перемещений в автоматическом режиме.Реагирование системы на аварийные ситуации.(У каждого конкурсанта будет 2-4 круга тестов по 15-30 минут, проводящихся по очередности конкурсантов. Во время тестов конкурсанты могут редактировать код, интерфейс и так далее, но не могут запрашивать обратную связь от экспертов) |
| Разработка пользовательской документации по работе с интерфейсом и программным обеспечениемВедение версии кода и документации в системе контроля версий Git. | Номер команды | README-файл № конкурсанта\_ФИ, представляющий собой доработку пользовательской инструкцию по работе с GUI.Созданная ветка с moduleC\_№ конкурсанта\_ФИ, актуальная на конец модуля версия кода с подробными коммитами (ветка должна содержать в себе всю проделанную работу, в том числе README-файл и т.д.; ветка должна быть создана от ветки moduleB…). |
| Контрольное попытки | Роботизированная ячейка.Индивидуальный вариант начального расположения деталей в зоне “загрузки”.Случайный набор сочетаний цвет-форма объектов для перемещения | В начале контрольной попытки объекты в зоне выгрузки расставляются в соответствии с индивидуальным вариантом.Манипулятор должен автоматически распознать и рассортировать все объекты, в соответствии с выданным случайным набором сочетаний цвет-форма объектов .Важно соблюдать правила безопасности, корректно использовать световую индикацию и вести логи всех действий системы.Сценарий:1. Подключение системы
2. Включение контрольной индикации
3. Мини-презентация графического решения
4. Настройка участником режима сортировки объектов в соответствии с выданным вариантом
5. Выполнение индивидуального варианта перемещения объектов в автоматическом режиме
6. Отключение контрольной индикации

(Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, во время зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь) |

**Набор оборудования для третьего модуля:**

* Оборудование: на этом этапе соревнований используется только манипулятор, светофор для индикации работы системы, большой терминал (при наличии), лента ограждения зоны работ, рабочий стол, два контейнера с матрицами (стандартно: 5х3), накопитель для объектов с матрицами (стандартно: 4х3), RGB-камера. Если терминал отсутствует, GUI будет запускаться на дополнительном ПК.
* Конкурсное задание модуля, документация по API управления роботом, техническое задание на каждого конкурсанта, таблица соответствия сочетаний цвет–форма и координат ячеек в матрице зоны выгрузки. В зависимости от этапа соревнований, могут быть выданы ограничивающие координаты рабочей зон и набор соответствия номеров ячеек и глобальных координат робота.
* Набор разных объектов для перемещения.
* Набор индивидуальных вариантов расположения фигу в зоне выгрузки, набор индивидуальных вариантов сочетаний цвет-форма для детекций.
* Номера команд

Для проведения соревнований может быть использована как симуляция, так и реальное оборудование, в зависимости от этапа соревнований.

#### Модуль Г. «Обучение и интеграция системы управления с искусственным интеллектом для автоматической сортировки деталей» (инвариант)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Время на выполнение модуля: 8 часов |
| Этап 1. Сбор датасета и обучение модели  | Этап 2. Написание ПО и тестирование  | Этап 3. Контрольные попытки |
| 3,5 часа | 3,5 часа | 1 час |

**Задание:**

Этот модуль направлен на обучение и интеграцию нейросетевой модели для автоматического распознавания и сортировки объектов. Конкурсанты должны самостоятельно собрать и разметить датасет, выбрать подходящую архитектуру нейросети, обучить ее и интегрировать в систему управления манипулятором, обеспечивая адаптивную сортировку объектов.

Также в этом модуле необходимо реализовать дополнительную систему безопасности: при обнаружении человека в рабочей зоне манипулятор должен замедлять свое движение и переходить в режим паузы до полного покидания рабочей зоны – режим адаптивной коррекции.

Каждый конкурсант работает в своей среде, но тестирование проводится на общем оборудовании.

Код можно редактировать только во время тестирования, но не во время контрольных попыток.

Объекты могут быть любого размера, формы и материала.

Объекты расположены в одной плоскости и могут перекрывать друг друга.

Физические свойства объектов учитывать необязательно.

Формат сохранения обученной модели остается на усмотрение конкурсанта (ONNX, TensorFlow, PyTorch и др.).

Нейросеть должна работать на ограниченном наборе объектов и уметь распознавать людей.

Нахождение человека в рабочей зоне фиксируется через камеру, только по факту присутствия.

Важный момент: конкурсанты смогут поставить обучение модели до следующего дня соревнований, так как модуль проводится в два дня.

**Необходимые знания и умения:**

* Методы сбора данных для машинного обучения.
* Умение размечать данные (использование инструментов: LabelImg, CVAT, Roboflow).
* Понимание форматов аннотаций (YOLO-формат, COCO, Pascal VOC).
* Обработка данных: аугментация (augmentation), балансировка классов, разделение на train/val/test.
* Понимание основных концепций: обучение с учителем, transfer learning, метрики (mAP, Precision, Recall)
* Основы нейросетевых архитектур (CNN, MobileNet, EfficientNet и др.).
* Знание основ объектного детектирования (как работают YOLO, Faster R-CNN и другие модели).
* Работа с библиотеками: Ultralytics YOLO, OpenCV, PyTorch, NumPy.
* Оптимизация моделей для ускорения вычислений (quantization, pruning).
* Различие между обучением с нуля (training from scratch) и дообучением (fine-tuning).

|  |  |
| --- | --- |
| **Г** | **Алгоритм выполнения задания** |
| **Задача** | **Входные данные** | **Ожидаемый результат** |
| Сбор и разметка датасета | Индивидуальный вариант со списком детектируемых объектовПолный набор конкурсных объектов (случайные объекты)Условия освещения контролируемые и неизменныеТехническое задание к функционалу GUIТехническая документация API управления роботом  | Сбор датасетаРазметка данных (определение классов объектов, выделение ключевых признаков).Формирование набора обучающих данных. |
| Обучение нейросетевой модели | Размеченный конкурсантами датасет | Выбор архитектуры модели.Оптимизация гиперпараметров.Тестирование точности классификации на валидационном наборе данных.Дообучение/обучение выбранной модели |
| Разработка автоматической системы сортировки и доработка GUI | Набор конкурсных объектов и тары с нанесенной маркировкой | Интеграция модели в систему управления манипулятором.Распознавание объектов в зоне выгрузки.Автоматическое перемещение объектов в соответствующие контейнеры.Вывод статистики обработки: *кол-во одинаковых по общим критериям объектов, порог IoU* |
| Реализация адаптивной системы безопасности | Роботизированная ячейка и ТЗ на разработку GUI | Использование камеры для обнаружения человека в рабочей зоне.Замедление движения манипулятора и пауза при входе человека в зону.Возобновление работы после покидания рабочей зоны. |
| Тестирование | Роботизированная ячейкаИсходные данные системы, включая статусы робота, состояние моторов, положение рабочего инструмента | Тестовые запуски работы системы Выполнение перемещений в автоматическом режиме.Реагирование системы на аварийные ситуации.(У каждого конкурсанта будет 2-4 круга тестов по 15-30 минут, проводящихся по очередности конкурсантов. Во время тестов конкурсанты могут редактировать код, интерфейс и так далее, но не могут запрашивать обратную связь от экспертов) |
| Разработка пользовательской документации по работе с интерфейсом и программным обеспечениемВедение версии кода и документации в системе контроля версий Git. | Номер команды | README-файл № конкурсанта\_ФИ, представляющий собой доработку пользовательской инструкцию по работе с GUI.Созданная ветка с moduleG\_№ конкурсанта\_ФИ, актуальная на конец модуля версия кода с подробными коммитами (ветка должна содержать в себе всю проделанную работу, в том числе README-файл и т.д.; ветка должна быть создана от ветки moduleС…). |
| Контрольное попытки | Роботизированная ячейка.Индивидуальный вариант начального расположения деталей в зоне “загрузки”.Случайный набор финальных координат. | В начале контрольной попытки объекты в зоне выгрузки расставляются в соответствии с индивидуальным вариантом.Манипулятор должен автоматически распознать и рассортировать все объекты, в соответствии с выданным случайным набором финальных координат.Важно соблюдать правила безопасности, корректно использовать световую индикацию, реализовать систему безопасности и вести логи всех действий системы.Сценарий:1. Подключение системы
2. Включение контрольной индикации
3. Мини-презентация графического решения
4. Настройка участником режима сортировки объектов в соответствии с выданным вариантом
5. Выполнение индивидуального варианта перемещения объектов в автоматическом режиме
6. Тестирование системы безопасности с участием человека
7. Отключение контрольной индикации

(Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, во время зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь) |

**Необходимое оборудование для выполнения модуля:**

* Оборудование: на этом этапе соревнований используется только манипулятор, светофор для индикации работы системы, большой терминал (при наличии), лента ограждения зоны работ, рабочий стол, два контейнера с матрицами (стандартно: 5х3), накопитель для объектов с матрицами (стандартно: 4х3), RGB-камера. Если терминал отсутствует, GUI будет запускаться на дополнительном ПК.
* Конкурсное задание модуля, документация по API управления роботом, техническое задание на каждого конкурсанта. В зависимости от этапа соревнований, могут быть выданы ограничивающие координаты рабочей зон и набор соответствия номеров ячеек и глобальных координат робота.
* Набор разных объектов для перемещения.
* Набор индивидуальных вариантов с набором объектов, набор индивидуальных вариантов с финальным размещением объектов.
* Номера команд

Для проведения соревнований может быть использована как симуляция, так и реальное оборудование, в зависимости от этапа соревнований.

# 2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ *[[2]](#footnote-3)*

Время, отведенное на выполнение конкурсной части, не должно превышать 8 часов в день.

## 2.1. ЛИЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНКУРСАНТА

Конкурсант может взять с собой индивидуальное периферийное оборудование по списку: мышь компьютерная, клавиатура.

Ко всей периферии применяется следующее требование: оборудование не должно иметь возможности беспроводного подключения, а также заранее программируемых команд (макросов).

## 2.2.МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ, ЗАПРЕЩЁННЫЕ НА ПЛОЩАДКЕ

Список материалов, оборудования и инструментов, которые запрещены на соревнованиях по различным причинам.

|  |
| --- |
| Общие допуски и ограничения |
| Разрешенные действия | Запрещенные действия |
| Использование технических материалов соревнований, подготовленных командой разработки компетенции | Использование сторонней помощи |
| Использование готовых моделей для обучения | Самостоятельная эксплуатация оборудования без уведомления эксперта  |
| Использование документации и форумов в интернете | Использование программ-заготовок |
| Запрос обратной связи экспертов после окончания конкурсных попыток | Запрещено использование языковых моделей для поиска информации |
| Устанавливать дополнительные библиотеки | Использование телефонов, ноутбуков, смарт-часов и других индивидуальных носителей информации |
| Использование установленного программного обеспечения | Вход в мессенджеры, облачные хранилища, почту и соц. сети |
|  | Взаимодействие с роботизированной ячейкой самостоятельно, без участия эксперта |
|  | Порча оборудования |
|  | Установка несанкционированного ПО  |
|  | Агрессия в адрес судей или других участников |
|  | Плагиат (копирование чужих решений) |
|  | Нарушение тайминга |
| В целом на чемпионате запрещены действия, которые нарушают принципы честности, безопасности и профессиональной этики.Штраф: В порядке, предусмотренном правилами компетенциями:1. За посещение ограниченных в модуле интернет-ресурсов баллы, набранные конкурсантом за данный модуль, обнуляются. При ошибочном переходе по ссылке, она должна быть закрыта в течение 15 секунд.
 |

#

**3. Приложения**

Приложение 1. Матрица конкурсного задания

Приложение 2. Инструкция по охране труда

Приложение 3. Техническое задание

1. *Указывается суммарное время на выполнение всех модулей КЗ одним конкурсантом.* [↑](#footnote-ref-2)
2. *Указываются особенности компетенции, которые относятся ко всем возрастным категориям и чемпионатным линейкам без исключения.* [↑](#footnote-ref-3)