|  |  |
| --- | --- |
| **Изображение выглядит как текст, Шрифт, логотип, Графика  Автоматически созданное описание** | Изображение выглядит как Шрифт, текст, снимок экрана, Графика  Автоматически созданное описание |

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**](#_30j0zll)

[1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ 4](#_1fob9te)

[1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ «Специалист по коллаборативной промышленной робототехнике с применением инструментов искусственного интеллекта» 4](#_2et92p0)

[1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ 13](#_tyjcwt)

[1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ 13](#_3dy6vkm)

[1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ **14**](#_1t3h5sf)

[1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания 14](#_4d34og8)

[1.5.2. Структура модулей конкурсного задания 14](#_2s8eyo1)

[Модуль А. «Разработка и тестирование графического интерфейса для управления и визуализации работы роботизированной ячейки» (вариатив) 14](#_6bqcz6qd50by)

[Модуль Б. «Управление роботизированной ячейкой для сортировки в автоматическом режиме» (инвариант) 18](#_jy1c45uqx8sp)

[Модуль В. «Автоматизированная сортировка деталей и паллетирование с применением технологий компьютерного зрения» (инвариант) 22](#_ml6sfnr58h1m)

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

[**2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ 32**](#_17dp8vu)

[2.1. ЛИЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНКУРСАНТА 32](#_3rdcrjn)

[2.2. МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ, ЗАПРЕЩЁННЫЕ НА ПЛОЩАДКЕ **32**](#_26in1rg)

[**3. ПРИЛОЖЕНИЯ 33**](#_1o9p52lith4t)

**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 | 33 |
| 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 | 24,4 |
| 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/GitLab), 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 развёртывания на различных устройствах; * Оптимизировать контейнеры для минимизации потребления ресурсов и обеспечения стабильной работы системы. |  |
| 3 | Использование технологий технического зрения | 15,4 |
| Специалист должен знать и понимать:   * Принципы работы компьютерного зрения, основные алгоритмы обработки изображений (фильтрация, бинаризация, выделение контуров); * Принципы работы оптических устройств; * 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 проектирования 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 | 14 |
| 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. | 8,8 |
| 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 надлежащего состояния; * Соблюдать правила в области техники безопасности и норм охраны труда на рабочем месте. |  |
| 6 | Коммуникативные и межличностные навыки | 4,4 |
| 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** | 11,2 | 12,8 | 3,8 | 5,2 | 33 |
| **2** | 3,1 | 6,3 | 7,6 | 7,4 | 24,4 |
| **3** | 0 | 0 | 14,4 | 1 | 15,4 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 14 | 14 |
| **5** | 2,6 | 1,8 | 1,1 | 3,3 | 8,8 |
| **6** | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 4,4 |
| **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 и настройки автоматического режима.  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.  Оптимизация траекторий: анализируется эффективность движения манипулятора, минимизация времени выполнения задачи.  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-1): 22 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 10 минут (с учетом перерыва 10 минут) | | |
| 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 и предупреждения.
* Возможность ручного управления движением робота и настройку параметров работы.
* Ведение логов в реальном времени с возможностью сохранения данных в файл (дополнительные баллы).

Конкурсанты будут работать в изолированной среде, развернутой в Docker.

Должна быть создана пользовательская инструкция по эксплуатации, а код размещен в GitVerse.

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 модуля конкурсантам случайным образом будет выдан набор глобальных начальных и конечных координат для перемещения объектов РИ.

Во время выполнения контрольного зачета 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 (Приложение №4) | Разработанный графический интерфейс, отвечающий обязательному техническому заданию  (реализация доп. ф-ий будет награждена доп. баллами) |
| Интеграция интерфейса с API управления роботом | Техническая документация API управления роботом | 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 МодульА\_№ конкурсанта\_ФИ, представляющий собой пользовательскую инструкцию по работе с GUI |
| Ведение версии кода и документации в системе контроля версий (GitVerse) | Репозиторий для конкурсанта в GitVerse | Созданная ветка с МодульА\_№ 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 ячейка  Случайно сгенерированные координаты точек перемещения, выбранные организаторами с помощью рандомайзера  Исходные данные системы, включая статусы робота, состояние моторов, положение рабочего инструмента. | Тестовые запуски работы системы в ручном режиме.  (У каждого конкурсанта будет 2 круга тестов по 15 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 объекта 2 5. Перемещение объекта 3 6. Дополнительное задание от эксперта 7. Отключение контрольной индикации 8. Мини-презентация графического решения   (Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, в зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь) |

**Набор элементов для модуля А:**

* Оборудование: на этом этапе соревнований используется только манипулятор, два промышленных светофора для индикации работы системы и большой терминал (при наличии). Если терминал отсутствует, GUI будет запускаться на дополнительном ПК.
* Документация по API управления роботом на каждого конкурсанта
* Набор пар глобальных координат точек в пространстве для тестирования ручного управления манипулятором
* Набор разных объектов для перемещения (5 штук)
* Матрицы локальных координат (5 штук)
* 5 пластиковых тар

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Время на выполнение модуля: 3 часа 50 минут (10 минут перерыв) | | |
| Этап 1. Проектирование | Этап 2. Тестирование | Этап 3. Зачетные попытки |
| 40 минут | 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.
* Реализация автоматического режима, в котором оператор задает последовательность точек, а робот выполняет их самостоятельно.
* Обеспечение безопасности и контроля аварийных ситуаций, включая экстренную остановку в случае угрозы 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 (Захватить Точка А - Опустить Точка Б - Захватить Точка В - Опустить Точка Г).
* Выбрать и выполнить одно из дополнительных заданий, например, тестирование аварийной остановки.
* Обеспечить соответствие перемещений манипулятора требованиям безопасности, включая световую индикацию состояний системы.

Дополнительными заданиями являются:

* Реализация возможности перемещения робота разными стилями(L, C, J)
* 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. Список возможных дополнительных заданий (с глобальными координатами), включая сценарии проверки системы безопасности. 3. Граница рабочей зоны, заданная в глобальных координатах. | Получение локальных координат объектов и их целей.  Перевод локальных координат в глобальные. |
| Доработка GUI | Техническое задание к функционалу GUI (Приложение №4)  Техническая документация API управления роботом | Реализация функционала настройки автоматического движения робота. |
| Разработка алгоритма движения | Индивидуальное задание  Общее дополнительное задание | Выбор оптимального стиля перемещения (Move L, Move C, Move J).  Запуск программы 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 ячейка  Исходные данные системы, включая статусы робота, состояние моторов, положение рабочего инструмента. | Тестовые запуски работы системы.  Выполнение перемещений в автоматическом режиме.  Реагирование системы на аварийные ситуации.  Демонстрация дополнительных возможностей (при их наличии).  (У каждого конкурсанта будет 2 круга тестов по 15 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 обеспечением  Ведение версии кода и документации в системе контроля версий (GitVerse) | Репозиторий для конкурсанта в GitVerse | README-файл МодульБ\_№ конкурсанта\_ФИ, представляющий собой доработку пользовательской инструкции по работе с GUI.  Созданная ветка с МодульБ\_№ 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.; ветка должна быть создана от ветки МодульА). |
| Контрольная сдача задний модуля | Роботизированная ячейка | Сценарий:   1. Подключение системы 2. Включение контрольной индикации 3. Перемещение в ручном режиме объекта 1 4. Перемещение объекта 2 5. Перемещение объекта 3 6. Дополнительное задание от эксперта 7. Отключение контрольной индикации 8. Мини-презентация графического решения   (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 манипулятор, конвейер два промышленных светофора для индикации работы системы и большой терминал (при наличии). Если терминал отсутствует, GUI будет запускаться на дополнительном ПК.
* Документация по API управления роботом на каждого конкурсанта
* Набор разных объектов для перемещения (5 штук): в этом модуле все объекты одинаковые по форме и размеру.
* Матрицы локальных координат (5 штук): локальные матрицы для тар.
* 5 пластиковых тар.
* Набор последовательности пар глобальных координат точек в пространстве для тестирования автоматического управления манипулятором.
* Набор дополнительных заданий.

Используются как симуляция, так и реальное оборудование, в зависимости от этапа соревнований.

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Время на выполнение модуля: 4 часа 30 минут | | |
| Этап 1. Написание ПО | Этап 2. Тестирование | Этап 3. Зачетные попытки |
| 30 минут | 3 часа | 1 час |

**Задания:**

Этот модуль направлен на разработку алгоритма технического зрения, позволяющего автоматически распознавать и классифицировать объекты по их цвету, форме, размеру и паттернам, а затем сортировать их с помощью манипулятора в соответствующие контейнеры на конвейере.

Система должна обрабатывать данные в реальном времени, адаптируясь к различным углам обзора камеры. Дополнительно приветствуется использование методов фильтрации шума, коррекции изображений и повышения точности детекции.

Конкурсанты должны:

* Разработать алгоритм распознавания и классификации объектов с использованием RGB-камеры.
* Реализовать систему автоматической сортировки, при которой манипулятор перемещает объекты в контейнеры по заранее заданным критериям.
* Обеспечить корректное реагирование на аварийные ситуации, соблюдать правила безопасности и использовать световую индикацию состояний системы.
* Вести логирование всех действий манипулятора и отображать статистику сортировки в отдельном окне GUI.

На столе (или в зоне видимости камеры) лежит набор объектов разной формы, цвета, размера и фактуры:

1. Разноцветные фигурки (круги, квадраты, треугольники и т.д.), в том числе с возможными надписями или паттернами, чтобы проверить методы шаблонного поиска и алгоритмы детектирования/описания ключевых точек.
2. Объекты с разными размерамиодной и той же формы (проверка устойчивости к масштабированию).
3. Объекты, частично закрытые другими предметами или имеющие наложение теней (проверка устойчивости к шумам, теням, изменениям освещения).
4. Объекты со схожими цветами, но разной формой, и наоборот — разная окраска при одинаковой форме (для тестирования цветовых преобразований, пороговой обработки и морфологических операций).

Конкурсанты должны:

1. Распознать все объекты в кадре, отфильтровать шумы, выделить контуры, определить форму, размер (площадь/периметр) и цвет объекта.
2. Сопоставить объекты с эталонами (через шаблоны, ключевые точки или признаки).
3. Кластеризовать объекты по цвету (например, отделить все красные объекты от синих, а зелёные объединить в отдельную группу).
4. При помощи манипулятора правильно сгруппировать или разложить объекты по разным зонам/коробкам, например:
   * Зона А: объекты, удовлетворяющие шаблону (например, «объекты, на которых есть цифра “2”»).
   * Зона B: объекты заданного цвета (например, «все синие круги»).
   * Зона C: объекты заданной формы.

Три контейнера для сортировки:

* Фиксированная тара – расположена в постоянной точке.
* Две тары со штрих-кодами, обозначающими тип объекта (конкурсантам выдаются штрих-коды заранее).

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. Все объекты объемные и расположены в одной пластиковой таре. Объекты перемешиваются перед каждой контрольной попыткой.

Набор объектов фиксирован для каждого конкурсанта и не меняется в течение модуля.

Условия освещения контролируемые и неизменные.

Точность распознавания оценивается по проценту правильно классифицированных объектов. Если объект попал не в ту коробку, попытка не засчитывается, но баллы не снимаются.

Чем меньше вмешательства конкурсанта, тем выше баллы.

Оценивается также возможность циклического выполнения программы.

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

* Gaussian Blur, Median Filter
* преобразование цветового пространства RGB → HSV
* пороговая обработка (Thresholding)
* сегментация (по цвету или яркости)
* Erosion, Dilation, Opening, Closing
* выделение контуров (cv2.findContours) и анализ контуров (площадь, периметр, аппроксимация, Convex Hull).
* аппроксимация контура (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.) | Настройка обработки изображения (фильтрация шума, сегментация, выделение контуров, анализ цвета и формы). |
| Доработка интерфейса GUI | 2 видеопотока:   1. Камера на манипуляторе (перемещается вместе с инструментом). 2. Стационарная камера (смотрит на зону загрузки деталей). | Вывод видеопотоков с 2-х камер.  Вывод третьего обработанного видеопотока (с выделенными контурами и результатами детекции).  Возможность отключать детектирование определенных объектов вручную (дополнительные баллы).  Логирование действий робота (например, «взял синюю деталь – везу ее в тару №3 – завершил выполнение»)  Ведение статистики сортировки (количество перемещенных деталей, время выполнения и т. д.). |
| Разработка системы управления манипулятором | Роботизированная ячейка | Перемещение манипулятора в зону выгрузки.  Захват объекта и его идентификация.  Сортировка объектов по трем контейнерам на конвейере.  Выбор контейнера по фиксированной координате или по штрих-коду. |
| Реализация системы безопасности | Роботизированная ячейка | Световая индикация состояний системы.  Реализация экстренной остановки при нарушении границ рабочей зоны.  Безопасное перемещение манипулятора без резких движений. |
| Тестирование | Роботизированная ячейка  Исходные данные системы, включая статусы робота, состояние моторов, положение рабочего инструмента | Тестовые запуски работы системы  Выполнение перемещений в автоматическом режиме.  Реагирование системы на аварийные ситуации.  Демонстрация дополнительных возможностей (при их наличии).  (У каждого конкурсанта будет 3 круга тестов по 15 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 обеспечением  Ведение версии кода и документации в системе контроля версий (GitVerse) | Репозиторий для конкурсанта в GitVerse | README-файл МодульВ\_№ конкурсанта\_ФИ, представляющий собой доработку пользовательской инструкцию по работе с GUI.  Созданная ветка с МодульВ\_№ 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.; ветка должна быть создана от ветки МодульА). |
| Контрольное попытки | Роботизированная ячейка | В начале контрольной попытки объекты в зоне выгрузки перемешиваются.  Манипулятор должен автоматически распознать и рассортировать все объекты.  Эксперты могут попросить продемонстрировать дополнительный функционал (например, обработку объектов, перекрывающих друг друга).  Важно соблюдать правила безопасности, корректно использовать световую индикацию и вести логи всех действий системы. |

**Набор оборудования для второго модуля:**

* Оборудование: на этом этапе соревнований используется манипулятор, конвейер, два промышленных светофора для индикации работы системы и большой терминал (при наличии). Если терминал отсутствует, GUI будет запускаться на дополнительном ПК.
* Документация по API управления роботом на каждого конкурсанта
* Набор разных объектов для перемещения (5 штук)
* Локальные матрицы для тар. Матрицы локальных координат (5 штук)
* 5 пластиковых тар
* Набор дополнительных заданий

Используются 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 и паллетирования» (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 часа | 3 часа | 1 час |

**Задание:**

Этот модуль направлен на обучение и использование нейросетевой модели для автоматического распознавания и сортировки объектов. конкурсанты должны самостоятельно собрать и разметить датасет, выбрать подходящую архитектуру нейросети, провести её обучение и интегрировать её с системой управления манипулятором, обеспечивая адаптивную сортировку объектов. Разработанный алгоритм должен обеспечивать адаптивную сортировку объектов.

Дополнительно оценивается оптимизация модели по скорости обработки и объему используемых вычислительных ресурсов – эта информация должна быть выведена в качестве статистики в интерфейсе. 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 и разметки данных для машинного обучения.
* Основы нейросетевых архитектур (CNN, MobileNet, EfficientNet и др.).
* Оптимизация моделей для ускорения вычислений (quantization, pruning).
* Алгоритмы обработки изображений (фильтрация, выделение контуров, морфология).
* Работа с системами компьютерного зрения (OpenCV, TensorFlow, PyTorch, ONNX).
* Интеграция моделей ИИ в системы управления роботами.
* Реализация адаптивных механизмов безопасности.
* Логирование и анализ работы алгоритмов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Г** | **Алгоритм выполнения задания** | |
| **Задача** | **Входные данные** | **Ожидаемый результат** |
| Сбор и разметка датасета | Набор конкурсных объектов  Условия освещения контролируемые и неизменные | Захват изображений всех объектов, используемых в тестировании.  Разметка 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. |
| Разработка 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 (время на распознавание кадра, потребление памяти, процент успешных классификаций). |
| 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 ячейка  Исходные данные системы, включая статусы робота, состояние моторов, положение рабочего инструмента | Тестовые запуски работы системы  Выполнение перемещений в автоматическом режиме.  Реагирование системы на аварийные ситуации.  Демонстрация дополнительных возможностей (при их наличии).  (У каждого конкурсанта будет 2 круга тестов по 15 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 обеспечением  Ведение версии кода и документации в системе контроля версий (GitVerse) | Репозиторий для конкурсанта в GitVerse | README-файл МодульГ\_№ конкурсанта\_ФИ, представляющий собой доработку пользовательской инструкцию по работе с GUI.  Созданная ветка с МодульГ\_№ 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.; ветка должна быть создана от ветки МодульВ) |
| Контрольная сдача задний модуля | Роботизированная ячейка | В начале контрольной попытки объекты в зоне выгрузки перемешиваются.  Манипулятор должен автоматически распознать и рассортировать все объекты.  Эксперты могут попросить продемонстрировать дополнительный функционал (например, обработку объектов, перекрывающих друг друга).  Важно соблюдать правила безопасности, корректно использовать световую индикацию и вести логи всех действий системы. |

**Необходимое оборудование для выполнения модуля:**

* Роботизированная ячейка
* Набор конкурсных объектов
* Набор тар для сортировки объектов

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

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

## 2.1. ЛИЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНКУРСАНТА

Конкурсант может привезти индивидуальное периферийное оборудование по списку: мышь компьютерная, клавиатура, проводная гарнитура.

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 | Помощь третьих лиц |
| Использование готовых моделей для обучения | Самостоятельная эксплуатация оборудования без уведомления эксперта |
| Использование документации и форумов в интернете | Использование домашних программ-заготовок |
| Запрос обратной связи экспертов после окончания конкурсной попытки | Запрещено использование больших языковых моделей для поиска информации |
|  | Использование телефонов, ноутбуков, смарт-часов и других индивидуальных носителей информации |
|  | Вход в мессенджеры, облачные хранилища, почту и соц. сети |
|  | Взаимодействие с роботизированной ячейкой самостоятельно, без участия эксперта |
| 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. Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания

Приложение 2. Матрица конкурсного задания

Приложение 3. Инструкция по охране труда

Приложение 4. Техническое задание

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)