



ВСЕРОССИЙСКОЕ
ЧЕМПИОНАТНОЕ
ДВИЖЕНИЕ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ
МАСТЕРСТВУ

2026 ПРОФЕССИОНАЛЫ



ЧЕМПИОНАТ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ
«Оператор-техник складских роботов (AGV/AMR)»
Регионального этапа Чемпионата высоких технологий в
2026 г

(субъект РФ)

2026 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
1.1. Общие сведения о требованиях компетенции.....	4
1.2. Перечень профессиональных задач специалиста по компетенции «Оператор-техник складских роботов (AGV/AMR)».....	4
1.3. Требования к схеме оценки.....	12
1.4. Спецификация оценки компетенции.....	12
1.5. Содержание конкурсного задания.....	14
1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания.....	14
1.5.2. Структура модулей конкурсного задания.....	14
2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ.....	29
2.1. Личный инструмент конкурсанта.....	30
2.2. Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке.....	30
3. ПРИЛОЖЕНИЯ.....	31

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. СТЗ – система технического зрения;
12. РМК – роботизированный мобильный комплекс (может быть представлен роботом /подъемным механизмом и СТЗ);
13. РМК-1 - роботизированный мобильный комплекс, оснащённый манипулятором и СТЗ;
14. РМК-2 - роботизированный мобильный комплекс, оснащенный подъемным механизмом и СТЗ;
15. FMS (Fleet Management System) — система управления группой роботов, которая отвечает за распределение задач, планирование и статистику данных о работе роботов.

1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

1.1. Общие сведения о требованиях компетенции

Требования компетенции (ТК) «Оператор-техник складских роботов (AGV/AMR)» 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 «Оператор-техник складских роботов (AGV/AMR)»

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 РМК	29
	Специалист должен знать и понимать: <ul style="list-style-type: none">Связи между программным кодом (структурой программы), управляющим роботом и действиями исполнительных	

№ п/п	Раздел	Важность в %
	<p>механизмов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 РМК; • Структуру мобильной платформы, различия в кинематических схемах; • Логику работы приводов мобильной платформы, алгоритму движения мобильных платформ; • Правила техники безопасности при эксплуатации роботизированных систем; • Техническую терминологию и условные обозначения в сфере интеллектуальных систем; • Методы диагностики неисправностей и оценки работоспособности РМК; 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Создавать и коды на фреймворке ROS2; • Применять логические функции в программе РМК, программировать функции ожидания, простые функции перемещения; • Настраивать механизмы безопасности, включая системы ограничения движения при обнаружении на пути движения препятствий; • Писать программы управления робототехнической системой, визуализировать процесс работы РМК 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 роботизированным системам, РМК и системы автоматизации. 	
2	Разработка программного обеспечения	28
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Подходы к разработке программного обеспечения; 	

№ п/п	Раздел	Важность в %
	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 (C++, Python + PyQt); ● Основы клиент-серверного взаимодействия: ● Низкоуровневые и сетевые протоколы (TCP/IP, UDP, EtherCAT, CAN/CANopen); ● Протоколы и технологии для удаленного управления (SSH, SFTP, WebSockets); ● Специализированные системы управления роботами (ROS/ROS2). 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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; 	

№ п/п	Раздел	Важность в %
	<ul style="list-style-type: none"> ● Работать с системой контроля версий (Git/GitHub/GitVerse), вести структурированное хранение кода, управлять ветками, коммитами и мерджами; ● 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	15,5
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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 складских роботов в сочетании с системами технического зрения; ● Инструменты для систем технического зрения (OpenCV и др.); ● Оптимизация алгоритмов технического зрения для работы в реальном времени. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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); 	

№ п/п	Раздел	Важность в %
	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	10,5
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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 (Labellmg, 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. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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 	

№ п/п	Раздел	Важность в %
	<p>данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Применять классические алгоритмы машинного обучения: <ol style="list-style-type: none"> 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	Диагностика и отладка электронных компонентов	7
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Основы электротехники: закон Ома, схемы последовательного и параллельного соединения, расчет параметров цепей; ● Принципы работы цифровых и аналоговых схем, назначение и характеристики основных электронных компонентов (микроконтроллеры, датчики, преобразователи напряжения, конденсаторы, резисторы, диоды); ● Назначение и принципы использования измерительных приборов (мультиметр, осциллограф, сетевой анализатор, анализатор логических уровней); ● Методы диагностики неисправностей: измерение напряжения и тока, анализ сигналов, проверка целостности компонентов и цепей; ● Стандартные процедуры прошивки и перепрошивки микроконтроллеров для целей отладки и диагностики; ● Правила техники безопасности при работе с электрическим оборудованием, включая защиту от поражения электрическим током и повреждения компонентов электростатическим разрядом. ● Правила техники безопасности при работе с электрическим оборудованием, включая защиту от поражения электрическим током и повреждения компонентов электростатическим разрядом. 	
	Специалист должен уметь:	

№ п/п	Раздел	Важность в %
	<ul style="list-style-type: none"> ● Использовать мультиметр для измерения напряжения, тока и сопротивления на различных участках схемы; ● Работать с осциллографом для анализа временных параметров сигналов, частоты, амплитуды и формы волны; ● Визуально осматривать плату и выявлять механические повреждения, дефекты припоя и отсутствующие компоненты; ● Проверять целостность цепей и проводимость между контактными площадками; ● Прошивать микроконтроллер тестовыми программами для проверки функциональности портов ввода-вывода, интерфейсов и памяти; ● Анализировать полученные измерения и логировать выявленные проблемы, определять причину неисправности (отсутствие питания, разрыв цепи, неправильная конфигурация, дефектный компонент); ● Документировать результаты диагностики с указанием координат дефектов на плате, значений параметров и рекомендаций по исправлению; ● Применять логический анализ для систематизации полученной информации и построения алгоритма дальнейших проверок. 	
6	Чтение, анализ и ведение технической документации. Организация и управление работой, охрана труда, бережливое производство	5
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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; 	

№ п/п	Раздел	Важность в %
	<ul style="list-style-type: none"> ● 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. 	
7	Коммуникативные и межличностные навыки	5
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Область применения и назначение документации и публикаций как в бумажном виде, так и на основе электронных форм; ● Технический язык, связанный с профессиональным навыком и технологией; ● Стандарты, требуемые для рутинной отчетности и исключений в устной, письменной и электронной форме; ● Требуемые стандарты для общения с клиентами, членами команды и другими людьми; ● Цели и методы для поддержания и представления отчетности, включая финансовую. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Читать, интерпретировать и извлекать технические данные и инструкции из документации в любом доступном формате; ● Производить необходимые исследования для решения проблем и непрерывного профессионального развития; ● Использовать устные, письменные и электронных средства коммуникации для обеспечения ясности, эффективности и результативности; ● Использовать стандартный набор коммуникационных технологий; ● Обсуждать сложные технические принципы и приложения с другими людьми; ● Пояснять сложные технические принципы и приложения для неспециалистов; ● Готовить полноценные отчёты и отвечать на возникающие вопросы; ● Отвечать на запросы заказчиков как в личном общении, так и опосредованно; ● Организовать сбор информации и подготовить документацию в соответствии с требованиями заказчиков. 	

1.3. Требования к схеме оценки

Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту, должна попадать в диапазон баллов, определенных для каждого раздела компетенции, обозначенных в требованиях и указанных в таблице 2.

Таблица №2

Матрица пересчета требований компетенции в критерии оценки

Критерий/Модуль							Итого баллов за раздел ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕТЕНЦИИ
Разделы ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕТЕНЦИИ		А	Б	В	Г	Д	
	1	0,00	10,00	3,00	0,00	16,00	29,00
	2	0,00	12,00	3,00	12,00	1,00	28,00
	3	0,00	2,00	11,50	0,00	2,00	15,50
	4	0,00	0,00	7,50	0,00	3,00	10,50
	5	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00
	6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00
	7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00
Итого баллов за критерий/модуль		9,00	26,00	27,00	14,00	24,00	100

1.4. Спецификация оценки компетенции

Оценка Конкурсного задания будет основываться на критериях, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Оценка конкурсного задания

Критерий		Методика проверки навыков в критерии
А	Диагностика и отладка электронных компонентов	Оценивается: <ul style="list-style-type: none">- Количество найденных дефектов.- Описание чем грозит тот или иной дефект.- Описание причин возникновения этого дефекта.
Б	Разработка и настройка навигационных алгоритмов для РМК	Оценивается: <ul style="list-style-type: none">- Точность выполнения задания: проверяется построение глобального маршрута до конечной точки, правильность перемещения РМК в заданные позиции.- Скорость достижения целевой точки: проверяется время между отправкой РМК в целевую точку и ее достижением.- Точность локализации на построенной карте: проверяется соответствие собственной оценки своего местоположения РМК на карте и его действительного положения.- Безопасность работы системы: тестируется реакция системы на угрозы столкновения со стенами складского помещения, возникающими препятствиями и наличием человека на поле.- Логирование и отчетность: проверяется фиксация всех действий системы, детализация логов.
В	Системы технического зрения с использованием инструментов искусственного интеллекта	Оценивается: <ul style="list-style-type: none">- Точность распознавания объектов: процент корректно классифицированных деталей и людей.- Адаптивность алгоритмов: система должна корректно работать при изменении условий освещения и наличии перекрытых объектов.- Качество обученной нейросети: процент успешных распознаваний на тестовой выборке.- Производительность системы: время обработки одного кадра, эффективность использования вычислительных ресурсов.- Система безопасности: остановка РМК при обнаружении человека.- Оптимизация алгоритмов: сокращение времени обработки без потери точности.
Г	Разработка и тестирование графического интерфейса (FMS-системы) для	Оценивается: <ul style="list-style-type: none">- Функциональность интерфейса: система должна корректно выполнять команды, включая включение/выключение, задание текущих и целевых точек, управление рабочим инструментом РМК.

Критерий		Методика проверки навыков в критерии
	управления и визуализации работы РМК и их группы	<ul style="list-style-type: none"> - Визуализация данных: интерфейс должен отображать параметры работы РМК, 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.
Д	Решение складского кейса гетерогенной группой РМК	<p>Оценивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выполнение всех этапов складского кейса. - Точность позиционирования (соответствие фактического местоположения РМК заданным точкам). - Безопасность работы РМК. - Время выполнения (общая продолжительность выполнения кейса). - Качество работы системы технического зрения. - Надежность захвата детали (успешный захват манипулятором РМК-1). - Корректная последовательность действий двух роботов, отсутствие взаимных блокировок и конфликтов. - Мониторинг и логирование. - Качество документации. - Презентация решения.

1.5. Содержание конкурсного задания

Общая продолжительность Конкурсного задания¹: 22 часа

Количество конкурсных дней: 3 дня

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

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

1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания

Конкурсное задание состоит из 5 модулей, включает обязательную к выполнению часть (инвариант) – 3 модуля (Б, В, Д), и вариативную часть – 2

¹ Указывается суммарное время на выполнение всех модулей КЗ одним конкурсантом.

модуля (А, Г). Общее количество баллов конкурсного задания по всем модулям составляет 100.

Обязательная к выполнению часть (инвариант) выполняется всеми регионами без исключения на всех уровнях чемпионатов. Вариативная часть может подвергаться изменениям, в зависимости от потребностей региона в технологиях и специалистах.

В случае если ни один из модулей вариативной части не подходит под запрос работодателя конкретного региона, то вариативный(е) модуль(и) формируется(ются) регионом самостоятельно под запрос работодателя. Исключать вариативную часть из конкурсного задания запрещается. Допускается объединение вариативных модулей, однако общее время, отведенное на выполнение вариативного(ых) модуля(ей) и количество баллов в критериях оценки по аспектам не изменяются (Приложение 2 Матрица конкурсного задания).

1.5.2. Структура модулей конкурсного задания

Модуль А. Диагностика и отладка электронных компонентов (вариатив)

Время на выполнение модуля: 2 часа

Задания:

Конкурсантам необходимо продиагностировать платы, применяемые в РМК. На платах будут различные производственные и эксплуатационные дефекты, обнаружить которые возможно как с помощью визуального осмотра, так и средствами вспомогательных средств (мультиметр, осциллограф, лабораторный блок питания), а также с помощью прошивки микроконтроллера на этих платах.

Всем конкурсантам будут выданы одинаковые платы с одинаковыми дефектами. Также всем конкурсантам будет выдан набор инструментов из мультиметра, осциллографа и лабораторного блока питания. Будет дано текстовое описание, что это за плата, какие функции она должна выполнять, какие-то основные технические характеристики. Конкурсантам необходимо

визуальным осмотром и выданным набором инструментов найти все дефекты платы и описать их в соответствующем отчете.

Оценивается:

- ~ Количество найденных дефектов.
- ~ Описание чем грозит тот или иной дефект.
- ~ Описание причин возникновения этого дефекта.

Модуль Б. Разработка и настройка навигационных алгоритмов для РМК (инвариант)

Время на выполнение модуля: 6 часов

Задания:

Время на выполнение модуля: 6 часов		
Этап 1. Проектирование	Этап 2. Тестирование	Этап 3. Зачетные попытки
2	3	1

Конкурсантам необходимо разработать и протестировать алгоритмы навигации и локализации РМК-2 по Агисо-маркерам.

РМК-1 будет обладать готовым пакетом навигации NAV2. Конкурсантам будет выдана заранее построенная карта занятости в формате PGM + YAML.

РМК-2 будет обладать готовым пакетом для распознавания Агисо-маркеров. Соревновательное поле будет заранее подготовлено путем расположения агисо-маркеров сеткой с регулярным шагом 50-100см (в зависимости от размеров поля). Конкурсантам будет выдан заранее построенный граф агисо-маркеров, в котором будут указано какой агисо-маркер (какой ID) где расположен (координаты относительно начала соревновательного поля) и какими соседями окружен (ID соседских агисо-маркеров).

Оцениваемое задание этого модуля:

1) РМК-2 стоит на точке старта над стартовым агусо-маркером. Необходимо по команде старта эксперта отправить роботу целевую точку (для всех конкурсантов будет одна и та же, не (ID агусо-маркера), в которую должен приехать РМК-2.

2) После прибытия к целевой точке, РМК-2 должен вернуться в точку старта, однако в этот раз перед стартом робота эксперт выставит на маршрут робота препятствие, которое необходимо обнаружить и объехать.

Оценивается:

- ~ Добрался ли робот до каждой из точек?
- ~ Время каждого заезда
- ~ Врезался ли робот в границы соревновательного поля и динамическое препятствие?
- ~ Точность позиционирования на целевых точках.

Конкурсанты работают каждый в своей среде, тестирование проводится на общем оборудовании. Код можно редактировать во время тестовых попыток, но финальные попытки проводятся на фиксированной версии.

Во время контрольной попытки конкурсанты должны:

- ~ Продемонстрировать разработанные навигационные алгоритмы, объяснить логику их работы.
- ~ Продемонстрировать (выводом в терминал или иным способом) маршрут, построенный роботом до целевой точки, предоставленной экспертом.
- ~ Разработать алгоритм таким образом, чтобы было ясно, в какой момент алгоритм закончил работу (старт дает судья, время же окончания должно быть явно выведено алгоритмом, например, выводом в терминал соответствующего сообщения, чтобы судья мог объективно оценить затраченное на работу время).

Приоритеты оценки задания:

- 1) Безопасность
- 2) Точность
- 3) Скорость

Таблица №4

Б	Алгоритм выполнения задания	
Задача	Входные данные	Ожидаемый результат
Построение маршрута по графу агусо-маркеров	ID целевого агусо-маркера и целевая ориентация (в радианах)	Вывод в терминал массива ID агусо-маркеров, в том порядке, в каком их должен проехать РМК-2
Движение по массиву агусо-маркеров	Массив ID агусо-маркеров	Движение РМК-2 по массиву агусо-маркеров
Точность локализации	ID целевого агусо-маркера и целевая ориентация (в радианах).	Оцентровка РМК-2 над целевым агусо-маркером в нужной ориентации
Реализация системы безопасности	ID целевого агусо-маркера и целевая ориентация (в радианах).	Объезд динамического препятствия, выставленного судьей на маршруте до начала движения.
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	Случайно сгенерированные конечные точки, выбранные организаторами с помощью рандомайзера	Тестовые запуски работы системы в ручном режиме. (У каждого конкурсанта будет 2-4 круга тестов по 15-30 минут, приводящихся по очередности конкурсантов. Во время тестов конкурсанты могут редактировать код, но не могут запрашивать обратную связь от экспертов)

Контрольная сдача модуля	ID целевого агисо-маркера и целевая ориентация (в радианах)	<p>Сценарий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подключение системы 2. Выдача судьей ID целевого маркера. 3. Выдача конкурсантом массива маркеров. 4. Движение к целевому маркеру и оцентровка с нужной ориентацией. 5. Выставление на поле судьей препятствия 6. Движение к стартовому маркеру. 7. Презентация решения конкурсантом. 8. Отключение системы <p>(Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, во время зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь)</p>
--------------------------	---	---

Необходимое оборудование для модуля Б:

- ~ РМК-2.
- ~ Соревновательное поле.
- ~ Рабочий стол конкурсантов.
- ~ Рабочий ПК конкурсантов.

Модуль В. Системы технического зрения с использованием инструментов искусственного интеллекта (инвариант)

Время на выполнение модуля: 4 часа

Задания:

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

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

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 будут представлены в 3х вариантах – 3 коробки одинакового размера с различным рисунком сверху (молоток, гаечный ключ и пассатижи).

Объекты расположены в одной плоскости на специальной полке на соревновательном поле и не могут быть перекрыты друг другом.

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

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

Оцениваемое задание этого модуля:

На специальной полке на соревновательном поле будут лежать $N > 3$ коробок. РМК-1 с манипулятором в стартовом положении около полки перпендикулярно ей (камера на манипуляторе смотрит вертикально вниз) смотрит на эту полку сверху. С помощью генератора случайных чисел эксперт выбирает деталь, необходимую для захвата манипулятором. Конкурсанты должны запустить свой разработанный алгоритм, указать целевую деталь (1 - молоток, 2 - гаечный ключ, 3 - пассатижи) и начать выполнение. РМК-1 должен автономно определить с помощью размеченного датасета, какая коробка его интересует, определить ее местоположение относительно базы манипулятора, направить манипулятор в нужную точку, схватить коробку схватом и поднять в стартовое положение. После этого опустить коробку на пустое место на этой же полке.

Во время тестовых попыток и на этапе разработки конкурсанты могут фотографировать (выданной камерой, другими средствами в том числе мобильными телефонами нельзя) свои коробки со всех ракурсов и таким образом собирать датасет.

Таблица №5

В	Алгоритм выполнения задания	
Задача	Входные данные	Ожидаемый результат
Сбор и разметка датасета	Набор различных коробок, камера, идентичная камере на манипуляторе РМК-1	<ul style="list-style-type: none"> - Сбор датасета - Разметка данных (определение классов объектов, выделение ключевых признаков) - Формирование набора обучающих данных
Обучение нейросетевой модели	Размеченный конкурсантами датасет	<ul style="list-style-type: none"> - Выбор архитектуры модели - Оптимизация гиперпараметров - Тестирование точности классификации на валидационном наборе данных - Дообучение/обучение выбранной модели
Распознавание требуемой коробки	ID коробки	Распознавание, выдача координат искомой коробки относительно базы манипулятора
Взаимодействие с манипулятором	Координаты искомой коробки.	Перемещение схвата манипулятора к искомой коробке, ее подъем и отпускание на свободное место на полке
Тестирование	РМК-1, ID коробки	<p>Тестовые запуски работы системы</p> <p>(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)</p>
Разработка пользовательской документации по работе с интерфейсом и программным обеспечением Ведение версии	Номер команды	<p>README-файл № конкурсанта_ФИ, представляющий собой доработку пользовательской инструкцию по работе с GUI.</p> <p>Созданная ветка с moduleG_№ конкурсанта_ФИ, актуальная на конец модуля версия кода с подробными коммитами (ветка должна содержать в себе</p>

кода и документации в системе контроля версий Git.		всю сделанную работу, в том числе README-файл и т.д.; ветка должна быть создана от ветки moduleC...).
Контрольные попытки	РМК-1, ID коробки	<p>В начале контрольной попытки объекты в зоне выгрузки расставляются в случайном порядке (но количество коробок будет одинаковым)</p> <p>Сценарий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подключение системы 2. Указание судьей ID нужной коробки 3. Запуск алгоритма конкурсантов 4. Движение манипулятора к коробке, ее подъем и отпускание на свободное место на полке. 5. Презентация решения конкурсантами 6. Отключение системы <p>(Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, во время зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь)</p>

Модуль Г. Разработка и тестирование графического интерфейса (FMS-системы) для управления и визуализации работы РМК и их группы (вариатив)

Время на выполнение модуля: 4 часа

Задания:

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

Модуль направлен на разработку функционального графического интерфейса (GUI) для управления и отслеживания состояния как отдельно взятого РМК, так и их группы. Конкурсанты должны интегрировать API управления РМК-1 и РМК-2, обеспечить возможность ручного управления каждым роботом, визуализировать процессы их в реальном времени, а также

реализовать загрузку карты занятости, разметку агисо-маркеров, указание текущего местоположения РМК и целевой точки.

Особое внимание уделяется эргономичности интерфейса, визуализации данных и удобству взаимодействия оператора с системой. Разработанный интерфейс должен обеспечивать: - Мониторинг состояния РМК в реальном времени.

- ~ Отображение параметров работы как платформы, так и рабочего инструмента робота (манипулятор и подъемный механизм).

- ~ Поддержку аварийных сценариев, включая экстренная остановка всех роботов.

- ~ Возможность ручного управления движением робота.

- ~ Подключение как одного РМК, так и нескольких, с выбором, с каким конкретно РМК оператор взаимодействует на данный момент.

- ~ Задание текущего местоположения РМК, задание целевой точки РМК.

- ~ Отрисовка показания лидара, отрисовка маршрута, визуализация показаний с камеры (на манипуляторе РМК-1 и с днища РМК-2)

- ~ Логирование в реальном времени с возможностью сохранения данных в файл.

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).

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

Таблица №6

Г	Алгоритм выполнения задания	
Задача	Входные данные	Ожидаемый результат
Проектирование архитектуры GUI с учетом требований к безопасности и удобству использования	Техническое задание к функционалу GUI	Разработанный графический интерфейс, отвечающий обязательному техническому заданию
Интеграция интерфейса с API управления роботом	Техническая документация API управления роботом (часть реализована самими конкурсантами)	Реализация функционала для управления роботом через интерфейс
Реализация визуализации состояния системы и отображения параметров работы в режиме реального времени	Поток данных о состоянии РМК	Отображение данных в GUI
Разработка пользовательской документации по работе		README-файл № конкурсанта_ФИ, представляющий собой пользовательскую инструкцию по

с интерфейсом и программным обеспечением		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	РМК-1, РМК-2.	Тестовые запуски работы системы в ручном режиме (У каждого конкурсанта будет 2-4 круга тестов по 15-30 минут, приводящихся 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	РМК-1, РМК-2	Сценарий: 1. Подключение системы 2. Презентация решения конкурсантами 3. Проверка всего функционала судьями 4. Управление в ручном режиме 5. Отправка РМК в целевые точки 6. Отключение системы (Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, во время зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь)

Необходимое оборудование для модуля Г:

- ~ Рабочий стол конкурсантов
- ~ Рабочий ПК конкурсантов.
- ~ Камеры для конкурсантов
- ~ РМК-1 и РМК-2 для тестирования

Модуль Д. Решение складского кейса гетерогенной группой РМК (инвариант)

Время на выполнение модуля: 6 часов

Задания:

Время на выполнение модуля: 6 часов		
Этап 1. Проектирование	Этап 2. Тестирование	Этап 3. Зачетные попытки
2	1	1

Модуль направлен на комплексную демонстрацию компетенций конкурсантов в области координации гетерогенной группы роботизированных мобильных комплексов (РМК) для решения типовой складской задачи. Конкурсанты должны обеспечить взаимодействие РМК-1 (оснащенного манипулятором) и РМК-2 (оснащенного подъемным механизмом) для выполнения последовательных (или параллельных) операций по транспортировке стеллажа и комплектации заказа. В рамках данного модуля на соревновательном поле вводится несколько новых точек:

- ~ Точка старта РМК-1 – место, где начинается выполнение кейса РМК-1
- ~ Точка старта РМК-2 – место, где начинается выполнение кейса РМК-2
- ~ Точка хранения стеллажа – место, где хранится стеллаж с начала кейса
- ~ Точка комплектации – место, куда должен быть доставлен стеллаж
- ~ Точка сдачи – место, куда должна попасть конкретная деталь

Сценарий модуля включает в себя несколько этапов:

1. РМК-2 выполняет транспортировку стеллажа из точки хранения в точку комплектации.
2. РМК-1 выполняет операцию комплектации (picking) требуемой детали со стеллажа.
3. РМК-1 доставляет деталь в точку сдачи.
4. РМК-2 выполняет транспортировку стеллажа из точки комплектации в точку хранения.

5. Оба РМК возвращаются в исходные позиции

Во время начала финальных попыток конкурсантам предоставляется информация о:

- Точках старта РМК-1 и РМК-2
- Точке хранения стеллажа
- Точке доставки
- Точки сдачи заказа (полочка приемки)
- ID необходимой детали

Конкретная деталь для комплектации определяется генератором случайных чисел непосредственно перед выполнением задания. Информация о требуемой детали передается системе управления в момент старта выполнения модуля. Особое внимание уделяется:

- Безопасности выполнения операций с учетом движения нескольких роботов в общем рабочем пространстве
- Координации действий РМК для предотвращения коллизий и оптимизации времени выполнения
- Точности позиционирования при выполнении операций перемещения
- Надежности распознавания и захвата целевой детали
- Мониторингу состояния системы и обработке аварийных ситуаций

Разработанная система должна обеспечивать:

- Автоматическое планирование траекторий движения обоих РМК с учетом препятствий и взаимного расположения
- Координацию последовательности выполнения операций (РМК-1 начинает движение к стеллажу только после завершения транспортировки РМК-2)
- Визуальное распознавание и локализацию целевой детали на стеллаже с использованием системы технического зрения

- Точный захват детали манипулятором РМК-1 с учетом ее габаритов и характеристик
- Безопасное размещение детали на полочке сдачи
- Контроль корректности выполнения каждого этапа операции
- Возврат обоих РМК в исходные позиции после завершения задания
- Логирование всех операций с временными метками и статусами выполнения
- Возможность экстренной остановки системы на любом этапе выполнения

Таблица №7

Д	Алгоритм выполнения задания	
Задача	Входные данные	Ожидаемый результат
Разработка модуля планирования траекторий с учетом динамических препятствий	Техническая документация РМК-1 и РМК-2, сценарий выполнения складского кейса, требования к безопасности, карта занятости и граф агисо-маркеров.	Разработанный графический интерфейс, отвечающий обязательному техническому заданию
Реализация координатора последовательности и операций	Техническая документация РМК-1 и РМК-2, сценарий выполнения складского кейса, требования к безопасности, карта занятости и граф агисо-маркеров.	Модуль координации, обеспечивающий корректную последовательность выполнения операций и синхронизацию действий РМК-1 и РМК-2
Интеграция системы технического зрения для распознавания целевой детали	Описание возможных деталей, параметры камеры РМК-1, алгоритмы распознавания	Работающая система распознавания и локализации целевой детали на стеллаже с передачей координат системе управления манипулятором
Интеграция системы мониторинга и	Требования к составу логов, формат сохранения данных	Система логирования всех ключевых событий, состояний РМК, результатов выполнения операций с

логирования		сохранением в файл
Разработка технической документации решения	Реализованная архитектура системы, ключевые алгоритмы и параметры	README-файл № конкурсанта_ФИ с описанием архитектуры, логики работы, инструкцией по запуску и конфигурированию системы
Ведение версии кода в системе контроля версий (Git)	Локальный репозиторий для конкурсанта в Git	Созданная ветка с № конкурсанта_ФИ, содержащая актуальную версию всего кода, документации и конфигурационных файлов с понятными коммитами, отражающими логику разработки
Тестирование и отладка работы системы	РМК-1, РМК-2.	Тестовые запуски работы системы в ручном режиме (У каждого конкурсанта будет 2-4 круга тестов по 15-30 минут, приводящихся 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	РМК-1, РМК-2	Сценарий: 1. Подключение системы 2. Презентация конкурсантами своего решения 3. Озвучивание экспертами всех нужных точек складского кейса. 4. Выполнение конкурсного задания 5. Отключение системы (Во время контрольной сдачи модуля редактирование кода и интерфейса конкурсантами запрещено, во время зачета конкурсанты могут запросить от экспертов обратную связь)

Необходимое оборудование для модуля Д:

- ~ РМК-1 РМК-2
- ~ Соревновательное поле
- ~ Набор различных коробок (для всех конкурсантов)

- ~ Стеллаж
- ~ Полка для точки выдачи
- ~ Рабочий стол конкурсантов
- ~ Рабочий ПК конкурсантов.

2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ²

Время выполнения конкурсного задания 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.

2.2. Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке

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

Таблица №8

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	Запрещено использование языковых моделей для поиска информации

² Указываются особенности компетенции, которые относятся ко всем возрастным категориям и чемпионатным линейкам без исключения.

попыток	
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 экспертов или других конкурсантов
	Плагиат (копирование чужих решений)
	Нарушение тайминга
<p>В целом на чемпионате запрещены действия, которые нарушают принципы честности, безопасности и профессиональной этики.</p> <p>Штраф: В порядке, предусмотренном правилами компетенциями:</p> <p>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.</p>	

3. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания

Приложение 2. Матрица конкурсного задания

Приложение 3. Инструкция по охране труда

Приложение 4. Чек-лист компетенции

Приложение 5. Размещение _ArUco_ маркеров

Приложение 6. Техническое задание на разработку интерфейса