

Согласовано  
ООО «Предиктор»  
Галямов Айрат Фаритович



Региональный этап чемпионата по  
профессиональному мастерству «Профессионалы» и  
чемпионата высоких технологий Республики  
Башкортостан

по компетенции:

«Интернет-вещей»

**Конкурсное задание**

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  | 3  |
| 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ                                       | 3  |
| 1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ<br>«ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» | 3  |
| 1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ  | 10 |
| 1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ  | 11 |
| 1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ   | 12 |
| 1.5.1. РАЗРАБОТКА/ВЫБОР КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ   | 12 |
| 1.5.2. СТРУКТУРА МОДУЛЕЙ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ (ИНВАРИАНТ/ВАРИАТИВ)                   | 15 |
| 2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ  | 22 |
| 2.1. ЛИЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНКУРСАНТА  | 22 |
| 2.2. МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ, ЗАПРЕЩЕННЫЕ НА<br>ПЛОЩАДКЕ              | 23 |
| 3. ПРИЛОЖЕНИЯ   | 23 |

## **ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ**

1. *IoT – (Internet Of Things) «Интернет вещей»*
2. *ПО – программное обеспечение*
3. *JSON – особая структура данных, используемая для передачи параметров*
4. *ЕСПД — Единая система программной документации (ГОСТ 19)*
5. *UML – (Unified Modeling Language) Унифицированный язык моделирования, применяемый при проектировании систем управления*

# 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

## 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ

Требования компетенции (ТК) «Интернет вещей» 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 «Интернет вещей»

Таблица №1

### Перечень профессиональных задач специалиста

| № п/п | Раздел  | Важность в % |
|-------|---|--------------|
| 1     | Организация, управление и безопасность работы   | 8            |
|       | - Специалист должен знать и понимать: <ul style="list-style-type: none"><li>• Принципы и положения безопасной работы в общем и по отношению к производству;</li><li>• Основы и принципы бережливого производства;</li><li>• Назначение, принципы применения, ухода и технического обслуживания всего оборудования и материалов, а также их влияния на безопасность;</li><li>• Принципы экологичности и безопасности и их применение в успешном хозяйствовании в рабочей среде;</li><li>• Принципы командной работы и их применение;</li><li>• Персональные навыки, сильные стороны и потребности, относящиеся к ролям, обязанностям и</li></ul> |              |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>обязательствам в отношении других людей и коллективно;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Параметры деятельности, подлежащие планированию.</li> </ul>   |   |
|   | <p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовить и поддерживать безопасную, аккуратную и эффективную рабочую зону;</li> <li>• Подготовить себя для текущих задач, в том числе в отношении полного здоровья и безопасности;</li> <li>• Составлять график работы для обеспечения максимальной эффективности и минимизации сбоев;</li> <li>• Выбрать и использовать все оборудование и материалы безопасно и в соответствии с инструкциями производителя;</li> <li>• Придерживаться или превышать стандарты охраны здоровья и безопасности, применяемые к окружающей среде, оборудованию и материалам;</li> <li>• Восстанавливать рабочее место в соответствующее состояние и порядок;</li> <li>• Вносить вклад в командную производительность как в целом, так и в частности;</li> <li>• Получать и обеспечивать обратную связь и поддержку, работая в команде.</li> </ul> |   |
| 2 | Коммуникативные и межличностные навыки   | 8 |
|   | <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Область применения и назначение документации и публикаций как в бумажном виде, так и на основе электронных форм;</li> <li>• Технический язык, связанный с профессиональным навыком и технологией;</li> <li>• Стандарты, требуемые для рутинной отчетности и исключений в устной, письменной и электронной форме;</li> <li>• Требуемые стандарты для общения с клиентами, членами команды и другими людьми;</li> <li>• Цели и методы для поддержания и представления отчетности, включая финансовую.</li> </ul>   |   |
|   | <p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Читать, интерпретировать и извлекать технические</li> </ul>   |   |

|   |   |    |
|---|---|----|
|   | <p>данные и инструкции из документации в любом доступном формате;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Производить необходимые исследования для решения проблем и непрерывного профессионального развития;</li> <li>• Использовать устные, письменные и электронных средства коммуникации для обеспечения ясности, эффективности и результативности;</li> <li>• Использовать стандартный набор коммуникационных технологий;</li> <li>• Обсуждать сложные технические принципы и приложения с другими людьми;</li> <li>• Пояснять сложные технические принципы и приложения для неспециалистов;</li> <li>• Готовить полноценные отчёты и отвечать на возникающие вопросы;</li> <li>• Отвечать на запросы заказчиков как в личном общении, так и опосредованно;</li> <li>• Организовать сбор информации и подготовить документацию в соответствии с требованиями заказчиков.</li> </ul> |    |
| 3 | Разработка и описание решения   | 15 |
|   | <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы организации работы над проектом;</li> <li>• Суть и форматы проектных спецификаций;</li> <li>• Основания и критерии, по которым будет оцениваться выполненный проект;</li> <li>• Принципы и способы применения конструкций и сборки механических, электрических и электронных систем, а также их стандартов и их документации;</li> <li>• Принципы и методы организации работы, контроля и управления по отношению к продукту;</li> <li>• Парадигмы интернета вещей;</li> <li>• Референтная модель и базовые бизнес-модели;</li> <li>• Тренды (конвергенция технологий);</li> <li>• Что такое киберфизические системы и четвертая индустриальная революция;</li> <li>• Рыночные перспективы, драйвы и шаблоны</li> </ul>  |    |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>использования.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Онтология и семантика Интернета вещей;</li> <li>• Коммутационная модель и протоколы обмена данными;</li> <li>• Основы проектирования киберфизических систем;</li> <li>• Применение методов имитационного моделирования для оценки проекта;</li> <li>• Угрозы и способы обеспечения безопасности приложений интернета вещей;</li> <li>• Принципы организации межмашинного и человека-машинного взаимодействия, создания соответствующих интерфейсов.</li> </ul>   |  |
|  | <p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проанализировать материалы обсуждений или спецификации для определения требуемых рабочих характеристик системы;</li> <li>• Выявлять области неопределенности в результатах обсуждений или спецификациях;</li> <li>• Определять условия и характеристики окружения, в котором система должна работать;</li> <li>• Определять требования к оборудованию для обеспечения работоспособности системы;</li> <li>• Определить характеристики системы, которые обязательно должны быть соблюдены;</li> <li>• Определить предельные характеристики, выход за которые не является допустимым;</li> <li>• Определить желательные характеристики;</li> <li>• Проанализировать имеющиеся ресурсы и принять решение об их распределении и использовании;</li> <li>• Определить составляющие, необходимые для функционирования системы и порядок их взаимодействия;</li> <li>• Определить необходимый набор данных и порядок обмена ими;</li> <li>• Определять и использовать способы визуализации данных, включая создание веб-страниц приложений;</li> <li>• Выявлять и оценивать варианты для подбора, закупки и производства материалов, комплектующих, оборудования и программного обеспечения,</li> </ul> |  |

|   |   |    |
|---|---|----|
|   | <p>необходимых для выполнения задания;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Документировать принимаемые по проекту решения на основе принятых деловых принципов и других важных факторов, таких как охрана здоровья и безопасность;</li> <li>• Подготовить документации по организации работ и контролю из выполнения;</li> <li>• Завершить этап проектирования в соответствии с требованиями по цели, затратам и времени.</li> </ul>   |    |
| 4 | Организация подключения и управления оборудованием  | 15 |
|   | <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Концепции технологий интернета вещей;</li> <li>• Технологии организации взаимодействий между связанными устройствами;</li> <li>• Принципы оптимального и надежного хранения и преобразования данных, а также обеспечения быстрого и удобного к ним доступа;</li> </ul>  |    |
|   | <p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечить связь между устройствами и платформой Интернета вещей;</li> <li>• Организовать сбор и обработку данных, необходимых для функционирования системы;</li> <li>• Выполнить монтаж на объекте и подключение необходимых источников данных и объектов управления;</li> <li>• Установить, настроить и сделать все необходимые физические и программные корректировки, необходимые для эффективного функционирования системы;</li> <li>• Организовать получение необходимых данных и процедуры их хранения, обработки, анализа, в том числе с использованием технологий Data Mining, Pattern Recognition, Machine Learning, Big Data и прочими;</li> <li>• Установить и использовать программное обеспечение от производителя;</li> <li>• Использовать аналитические методы для поиска неисправностей; найти ошибки в работе системы с</li> </ul> |    |

|   |  |    |
|---|--|----|
|   | <p>использованием соответствующих аналитических методов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выполнить необходимые настройки системы для корректировки неисправностей и ремонта;</li> <li>• Установить и сделать настройку параметров датчиков;</li> <li>• Сделать настройку параметров исполнительный устройств;</li> <li>• Выполнить тестовый запуск отдельных модулей приложения и обеспечить проверку полной функциональности.</li> </ul>   |    |
| 5 | Описание модели данных решения и выполнение анализа получаемых данных  | 30 |
|   | <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы сбора, обработки и хранения данных;</li> <li>• Методы проектирования структур данных;</li> <li>• Структурное, и событийное программирование;</li> <li>• Принципы разделения прав доступа к информации и возможностям обработки данных.</li> </ul>   |    |
|   | <p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Разрабатывать приложения сбора, обработки и хранения данных с использованием платформы интернета вещей;</li> <li>• Структурировать поступающие данные;</li> <li>• Строить логику приложения в соответствии с описанием ролевых моделей.</li> </ul>  |    |
| 6 | Разработка интерфейса мониторинга и управления   | 14 |
|   | <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы проектирования графического пользовательского интерфейса в системах сбора и анализа данных, в том числе с использованием анимации, технологий виртуальной и дополненной реальности;</li> <li>• Принципы анализа данных, способы извлечений из них информации, построения и валидации моделей;</li> <li>• Принципы решения, позволяющие предиктивных задач DAD (Discover/Access/Distill – обнаружение/доступ/извлечение);</li> </ul> |    |

|   |  |    |
|---|--|----|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы анализа данных бизнес-процессов с целью выполнения экономических прогнозов или принятия управленческих решений;</li> <li>• Принципы создания алгоритмов, автоматизирующих их обработку на основе технологий искусственного интеллекта.</li> </ul>  |    |
|   | <p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Строить системы анализа данных с целью выполнения прогнозов и принятия решений;</li> <li>• Выполнять визуализацию данных с использованием текстовых, табличных и графических методов представления информации;</li> <li>• Применять технологии анимации, дополненной и виртуальной реальности при необходимости повышения эффективности представления данных в соответствии с потребностями решаемых производственных задач;</li> <li>• Подбирать оптимальный вариант представления данных для удобства восприятия при выполнении конкретных производственных задач;</li> <li>• Создавать алгоритмы обработки данных на основе искусственного интеллекта</li> </ul> |    |
| 7 | Тестирование и отладка решения   | 10 |
|   | <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Критерии и методы испытаний оборудования и систем;</li> <li>• Критерии и методы для проведения тестовых операций;</li> <li>• Масштабы и пределы используемых технологий и методов;</li> <li>• Возможности и варианты постепенных и / или радикальных изменений</li> </ul>  |    |
|   | <p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить каждую часть системы на основе принятых критериев выполнения операций;</li> <li>• Проверить общую функциональность системы на основе согласованных операционных критериев;</li> </ul>   |    |

- Оптимизировать функционирование каждой части системы и системы в целом на основе анализа, решения проблем и последовательного улучшения;
- Провести заключительный тестовый прогон для окончательной приёмки системы;
- Выполнить обзор каждой части процесса проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации, в отношении установленных критериев, включая точность, согласованность, время и стоимость;
- Убедиться в том, что все аспекты стадии проектирования соответствуют требуемым отраслевым стандартам;
- Доработать и представить портфолио заказчику, чтобы портфолио включало всю необходимую документацию, необходимую в деловом взаимодействии;
- Представить систему, ее техническую документацию и свое портфолио клиенту и ответить на 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 |
|--------------------------------|---|----|----|----|----|---|
|                                | А | Б  | В  | Г  |    |   |
| Разделы ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕТЕНЦИИ | 1 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2   |
|                                | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2   |
|                                | 3 | 10 | 0  | 0  | 5  | 10  |
|                                | 4 | 0  | 10 | 5  | 0  | 0   |
|                                | 5 | 4  | 0  | 16 | 10 | 4   |
|                                | 6 | 0  | 2  | 6  | 6  | 0   |

|  |   |    |    |    |    |     |
|--|---|----|----|----|----|-----|
|  | 7 | 2  | 2  | 3  | 3  | 2   |
| <b>Итого баллов за критерий/модуль</b> |   | 20 | 18 | 34 | 28 | 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   |
|----------|--|--|
| <b>А</b> | Разработка проекта системы мониторинга и управления  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Организация, менеджмент и безопасность работ</li> <li>• Коммуникативные и межперсональные навыки</li> <li>• Получение и интерпретация данных с оборудования</li> <li>• Разработка интерфейса инженера-технолога</li> </ul>  |
| <b>Б</b> | Организация сбора данных, настройки и управления удалёнными устройствами   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Организация, менеджмент и безопасность работ</li> <li>• Коммуникативные и межперсональные навыки</li> <li>• Передача управляющих команд на оборудование</li> <li>• Разработка интерфейса оператора</li> <li>• Организация тестирования</li> <li>• Логирование и симуляция для поиска неисправностей</li> <li>• Контроль эксплуатационных характеристик</li> </ul> |
| <b>В</b> | Организация гибкого управления технологическим процессом   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Организация, менеджмент и безопасность работ</li> <li>• Коммуникативные и межперсональные навыки</li> <li>• Структура приложения</li> <li>• Логика обработки последовательности комСистема хранения данных</li> <li>• Визуализация данных</li> <li>• Анализ данных и сводная информация</li> <li>• Контроль эксплуатационных характеристик</li> </ul>             |
| <b>Г</b> | Разработка системы мониторинга и управления технологическими процессами и производством, документирование разработки | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Организация, менеджмент и безопасность работ</li> <li>• Коммуникативные и межличностные навыки</li> <li>• Формулировка концепции системы</li> <li>• Анализ эксплуатационных характеристик</li> <li>• Описание процедуры тестирования</li> </ul>   |

## **1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ**

Возрастной ценз: 16–22 года.

Общая продолжительность Конкурсного задания: 22 ч.

Количество конкурсных дней: 3 дня.

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

Оценка знаний участника 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 (ссылка на ЯндексДиск с матрицей, заполненной в Excel)**

Конкурсное задание состоит из 4 модулей, включает обязательную к выполнению часть (инвариант) — 1 модуль и вариативную часть — 3 модуля. Общее количество баллов конкурсного задания составляет 100.

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

Количество модулей из вариативной части, выбирается регионом самостоятельно в зависимости от материальных возможностей площадки соревнований и потребностей работодателей региона в соответствующих специалистах.

В случае необходимости сокращения количества модулей, учитывая связанное содержание работ между модулями, регион должен сокращать их количество начиная с последнего (исключить модуль Г). Проведение чемпионатов с количеством модулей меньшим трех не допускается.

В случае если ни содержание модулей вариативной части не подходит под запрос работодателя конкретного региона, то вариативный(е) модуль(и) формируется регионом самостоятельно под запрос работодателя. При этом, время на выполнение модуля(ей) и количество баллов в критериях оценки по аспектам не меняются.

Основной вариант конкурсного задания предполагает выдачу участникам конкурсных материалов в форме технических заданий и сопроводительных материалов для использования при выполнении работ в модулях конкурсного задания. Типовой набор конкурсных материалов приведен в приложении.

*Таблица №4*

### **Матрица конкурсного задания**

| Обобщенная трудовая функция   | Трудовая функция   | Нормативный документ/ЗУН                                       | Модуль   | Константа/вариатив | ИЛ | КО |
|---|--|--|--|--------------------|----|----|
| 1   | 2  | 3  | 4  | 5                  | 6  | 7  |
| Анализировать проектную и техническую документацию на уровне взаимодействия компонент программного обеспечения. Разрабатывать компоненты проектной и технической документации с использованием графических языков спецификаций. Осуществлять разработку тестовых наборов и тестовых сценариев. Оформлять программную документацию в соответствии с принятыми стандартами. Осуществлять продвижение и презентацию программного обеспечения отраслевой направленности | Анализировать проектную и техническую документации. Разрабатывать компоненты проектной и технической документации. Использовать графические языки спецификаций. Разрабатывать тестовые наборы и тестовых сценариев. Оформлять программную документацию. Проводить презентацию программного обеспечения отраслевой направленности | ПС: 06.015; ФГОС СПО 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы | Модуль А. Разработка проекта системы мониторинга и управления          | Константа          | 1  | 1  |
| Осуществлять разработку кода программного продукта на основе готовых спецификаций на уровне модуля. Реализовывать базу  | Разрабатывать код программного продукта на основе готовых спецификаций на уровне модуля. Реализовывать базу данных в   | ПС: 06.015; ФГОС СПО 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы | Модуль Б. Организация сбора данных, настройки и управления удалённым и | Вариатив           | 1  | 2  |

|  |   |  |  |          |   |   |
|--|---|--|--|----------|---|---|
| данных в конкретной системе управления базами данных<br>Контролировать работу компьютерных, периферийных устройств и телекоммуникационных систем, обеспечивать их правильную эксплуатацию  | конкретной системе управления базами данных<br>Контроль работы компьютерных, периферийных устройств и телекоммуникационных систем, обеспечивать их правильную эксплуатацию  |  | устройствами   |          |   |   |
| Осуществлять разработку кода программного продукта на основе готовых спецификаций на уровне модуля<br>Выполнять отладку программных модулей с использованием специализированных программных средств  | Разрабатывать код программного продукта на основе готовых спецификаций на уровне модуля<br>Выполнять отладку программных модулей с использованием специализированных программных средств  | ПС: 06.015;<br>ФГОС СПО 09.02.01<br>Компьютерные системы и комплексы | Модуль В. Организация гибкого управления технологическим процессом   | Вариатив | 1 | 3 |
| Производить исследование созданного программного кода с использованием специализированных программных средств с целью выявления ошибок и отклонения от алгоритма<br>Участвовать в измерении и контроле качества продуктов<br>Проводить измерения параметров проектируемых устройств и определять показатели надежности | Исследовать программный код с использованием специализированных программных средств с целью выявления ошибок и отклонения от алгоритма<br>Проводить контроль качества продуктов<br>Оценивать параметры проектируемых устройств и определять показатели надежности | ПС: 06.015;<br>ФГОС СПО 09.02.01<br>Компьютерные системы и комплексы | Модуль Г. Разработка системы мониторинга и управления технологическими процессами и производством, документирование разработки | Вариатив | 1 | 4 |

|   |   |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|
| Разрабатывать техническую документацию на эксплуатацию информационной системы | Разрабатывать техническую документацию на эксплуатацию информационной системы |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|

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

#### **Модуль А. Разработка проекта системы мониторинга и управления**

*Время на выполнение модуля — 3,5 ч.*

**Задания:** Создание проекта системы мониторинга и управления предполагает составление проектной документации на систему распределенного управления в соответствии со стандартами проектирования и представленным техническим заданием. Также должно быть выполнено организационное планирование работ и подготовку рабочей документации для проведения тестирования и отладки системы управления.

Участникам необходимо разработать проект организации взаимодействия технологических единиц производственной ячейки и представить его электронном виде в форме документа, предназначенного для печати, в файле в формате Adobe PDF.

Перед началом выполнения задания для участников проводится общий инструктаж, на котором объявляются конкретные параметры технологических единиц и параметры продукции, подлежащей выпуску, доступный для выполнения задания инструментарий и другая информация, значимая для выполнения задания.

Исходные данные и материалы по объекту автоматизации являются секретной частью задания и предъявляются участникам непосредственно перед началом брифинга по модулю.

В ходе брифинга участники могут задать уточняющиеся вопросы и запросить дополнительную информацию. Комментарии, разъяснения и дополнительная информация, запрошенная каким-либо участником, дополнится до сведения всех участников.

***Проекты участников должны включать:***

- Информацию, необходимую для понимания предлагаемой участниками стратегии решения задачи;
- Представление планируемой технической реализации предложенной стратегии;
- Предложения по организации интерфейсов и веб-страниц приложения.

- Изображения, схемы и другие иллюстративные материалы, касающиеся конкретных систем проекта (сбора и передачи данных / управления устройствами / процедур обработки и анализа информации), а также используемых технологий разработки, тестирования и отладки.

***Исходные данные и материалы:***

- Техническое задание на выполнение работ (приложение № 7);
- Описание объекта автоматизации, его компонент и производственных процессов;
- Технические рисунки, схемы, чертежи и фотографии объектов;
- Нормативные документы по безопасности организации работ;
- Необходимая дополнительная информация.

***Выполняемая работа:***

- Ознакомление с условиями задания и объектом, подлежащим автоматизации;
- Разработка проекта автоматизации на основе технологий «Интернета вещей»;
- Представление проекта экспертной группе (в зависимости от конкретных условий конкурса или по решению экспертов перед началом соревнований).

**Модуль Б. Организация сбора данных, настройки и управления удалёнными устройствами**

*Время на выполнение модуля — 3,5 ч.*

**Задания:** В ходе проведения работ необходимо выполнить подключение оборудования к облачной платформе «Интернета вещей» и создать объекты для обмена данными и реализовать систему хранения данных мониторинга. В рамках работы над модулем также необходимо реализовать автоматизацию обработки данных, инструменты визуализации мониторинговых данных и провести отладку.

Перед началом выполнения задания для участников проводится общий инструктаж, на котором объявляются конкретные параметры технологических единиц и параметры продукции, подлежащей выпуску, доступный для выполнения задания инструментарий и другая информация, значимая для выполнения задания.

Некоторые исходные данные и материалы по объекту автоматизации являются секретной частью задания и предъявляются участникам непосредственно перед началом брифинга по модулю.

В ходе брифинга участники могут задать уточняющиеся вопросы и запросить дополнительную информацию. Комментарии, разъяснения и дополнительная информация, запрошенная каким-либо участником, дополнится до сведения всех участников.

В рамках модуля Участникам необходимо:

- создать приложение на платформе «Интернета вещей» для сбора и первичной обработке данных, в том числе сохранения, с различного оборудования, предусмотренного проектом;
- создать интерфейсную страницу приложения, обеспечивающую вывод получаемых значений в режиме реального времени;
- обеспечить передачу данных между конечными устройствами (единицами оборудования) и другими объектами, предусмотренными проектом, и платформой «Интернета вещей»;
- обеспечить в реальном времени мониторинг собираемых данных и передачу управляющих команд, предусмотренных проектом;

Приоритетным вариантом проверки результатов работы является проверка в отсутствии участников. Однако в зависимости от конкретных условий конкурса, по согласованию экспертов, проверка результатов работы участников может сопровождаться устным выступлением участников с демонстрацией работающей системы. Устное выступление подразумевает диалог, при котором выделенный эксперт продемонстрировать различные функции приложения, а участники демонстрируют запрошенную функциональность, давая максимально краткие пояснения. Перед началом выполнения модуля участники должны быть предупреждены о том, в каком формате будет проводиться проверка работы.

В процессе проверки эксперты могут выполнять действия, меняющие внешние условия для работающей системы с целью наблюдения за тем, как отслеживаются заданные параметры.

***Исходные данные и материалы:***

- Техническое задание на выполнение работ (приложение № 8);
- Схема размещения и подключения объектов на объекте автоматизации;
- Информационная модель (характеристики) подключаемых объектов;
- Согласованный метод обмена данными с платформой Интернета вещей;
- Оборудование, настроенное для взаимодействия с платформой Интернета вещей;
- Подготовленный проект автоматизации (в модуле А);
- Необходимая дополнительная информация.

### ***Выполняемая работа:***

- Ознакомление с условиями задания, схемой подключения объектов и регламентными процедурами работы оборудования;
- Адаптация проекта под характеристики объекта управления для выполнения задания;
- Разработка приложения Интернета вещей для сбора данных и управления устройствами;
- Настройка подключённых устройств для обмена данными с платформой Интернета вещей.

## **Модуль В. Организация гибкого управления технологическим процессом**

*Время на выполнение модуля — 7 ч.*

**Задания:** В рамках модуля необходимо создать программную реализацию распределенной системы управления технологическим процессом, в том числе интерфейс оператора. В ходе работы нужно отработать выполнение созданных алгоритмов для выполнения заданных производственных процессов.

Перед началом выполнения задания для участников проводится общий инструктаж, на котором объявляются конкретные параметры технологических единиц и параметры продукции, подлежащей выпуску, доступный для выполнения задания инструментарий и другая информация, значимая для выполнения задания.

Некоторые исходные данные и материалы по объекту автоматизации являются секретной частью задания и предъявляются участникам непосредственно перед началом брифинга по модулю.

В ходе брифинга участники могут задать уточняющиеся вопросы и запросить дополнительную информацию. Комментарии, разъяснения и дополнительная информация, запрошенная каким-либо участником, дополнится до сведения всех участников.

В рамках модуля Участникам необходимо:

- разработать пользовательский интерфейс на платформе «Интернета вещей» в соответствии с логикой представления данных и управления системой автоматизации, определенных проектом;
- создать интерфейс (отдельную страницу) для настройки и отладки алгоритмов управления, обеспечивающую задание (ручной ввод) значений, подлежащих передаче на управляемые устройства, и обеспечить передачу этих данных;
- разработать систему управления, реализующую заданный алгоритм пошагового и полностью автоматического управления оборудованием, в

том числе обеспечивающую синхронизацию между отдельными единицами оборудования, и интерфейс к ней;

- обеспечить адекватное (в соответствии с проектом) выполнение производственных задач, мониторинг и визуализацию работы оборудования;
- продемонстрировать в реальном времени выполнение производственных задач в автоматическом режиме с запуском выполнения через разработанный интерфейс и специализированные устройства контроля производственной линии.

Приоритетным вариантом проверки результатов работы является проверка в отсутствие участников. Однако в зависимости от конкретных условий конкурса, по согласованию экспертов, проверка результатов работы участников может сопровождаться устным выступлением участников с демонстрацией работающей системы. Устное выступление подразумевает диалог, при котором выделенный эксперт продемонстрировать различные функции приложения, а участники демонстрируют запрошенную функциональность, давая максимально краткие пояснения. Перед началом выполнения модуля участники должны быть предупреждены о том, в каком формате будет проводиться проверка работы.

В процессе проверки эксперты могут выполнять действия, меняющие внешние условия для работающей системы с целью наблюдения за тем, как отслеживаются заданные параметры.

***Исходные данные и материалы:***

- Техническое задание на выполнение работ (приложение № 9);
- Схема размещения и подключения оборудования гибкой производственной линии;
- Согласованный протокол передачи целевых указаний оборудованию производственной линии;
- Согласованная схема выполнения производственного задания;
- Подготовленное приложение сбора данных и управления устройствами (в модуле Б);
- Необходимая дополнительная информация.

***Выполняемая работа:***

- Ознакомление с условиями задания, схемой размещения и подключения оборудования гибкой производственной линии;
- Адаптация подготовленного ранее приложения на платформе Интернета вещей для выполнения задания и сбора данных с интеграцией функций управления оборудованием;
- Тестирование и отладка алгоритмов выполнения производственного задания.

## **Модуль Г. Разработка системы мониторинга и управления технологическими процессами и производством, документирование разработки**

*Время на выполнение модуля — 7 ч.*

**Задания:** В ходе работ над модулем выполняется реализация алгоритмов статистической обработки данных, а также создание систем визуализации и построения графиков. Также проводится реализация алгоритмов полной автоматизации технологического процесса. На последнем этапе необходимо подготовить итоговую документацию по созданной системе управления, в том числе создать программную документацию и инструкции пользователей.

Перед началом выполнения задания для участников проводится общий инструктаж, на котором объявляются конкретные параметры технологических процессов и требований к мониторингу и визуализации данных, доступный для выполнения задания инструментарий и другая информация, значимая для выполнения задания.

Некоторые исходные данные и материалы по объекту автоматизации являются секретной частью задания и предъявляются участникам непосредственно перед началом брифинга по модулю.

В ходе брифинга участники могут задать уточняющиеся вопросы и запросить дополнительную информацию. Комментарии, разъяснения и дополнительная информация, запрошенная каким-либо участником, дополнится до сведения всех участников.

В рамках модуля Участникам необходимо:

- разработать систему сбора данных заданного производственного процесса, их накопления и обработки в соответствии с указаниями проекта;
- реализовать на платформе «Интернета вещей» интерфейсы для визуализации итоговой и текущей информации в соответствии с логикой представления статистических и мониторинговых данных, представляющих интерес в практике управления гибким производством;
- провести демонстрацию результатов работы экспертной группе;
- провести документирование итогового проекта по всем выполненным модулям.

В процессе выполнения модуля системы мониторинга и управления, созданные в предыдущих модулях должны непрерывно функционировать с целью обеспечения непрерывного потока данных для анализа.

Приоритетным вариантом проверки результатов работы является проверка в отсутствии участников. Однако в зависимости от конкретных условий конкурса,

по согласованию экспертов, проверка результатов работы участников может сопровождаться устным выступлением участников с демонстрацией работающей системы. Устное выступление подразумевает диалог, при котором выделенный эксперт продемонстрирует различные функции приложения, а участники демонстрируют запрошенную функциональность, давая максимально краткие пояснения. Перед началом выполнения модуля участники должны быть предупреждены о том, в каком формате будет проводиться проверка работы.

В процессе проверки эксперты могут выполнять действия, меняющие внешние условия для работающей системы с целью наблюдения за тем, как отслеживаются заданные параметры.

***Исходные данные и материалы:***

- Техническое задание на выполнение работ (приложение № 10);
- Схема размещения объектов на объекте автоматизации;
- Согласованный метод передачи данных подключённых устройств;
- Требования к составу и объёму данных мониторинга оборудования;
- Согласованная методика расчёта технико-экономических показателей производства;
- Согласованная методика визуализации данных мониторинга;
- Подготовленный проект автоматизации (в модуле А);
- Подготовленное приложение сбора данных (в модуле Б);
- Подготовленное приложение управления гибкой производственной линией (в модуле В);
- Необходимая дополнительная информация.

***Выполняемая работа:***

- Ознакомление с условиями задания и схемой размещения объектов;
- Адаптация подготовленного ранее приложения для выполнения задания;
- Разработка системы визуализации данных работы оборудования, мониторинга и определения технико-экономических показателей;
- Подготовка документации по результатам всей проделанной работы.

## **2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ**

При проведении чемпионата во время выполнения конкурсного задания участники не должны иметь доступа к глобальной сети Internet, в том числе с использованием носимых устройств. Для контроля отсутствия такого доступа могут использоваться технические средства и специализированное программное обеспечение, а персональные носимые устройства должны быть оставлены в системе хранения (запираемый шкаф, закрываемый бокс и т.п.).

При подготовке документации во время выполнения конкурсного задания, участники должны руководствоваться государственными и отраслевыми стандартами в области конструкторской и программной документации в оформлении документов, чертежей, схем, эскизов и таблиц.

В случае использования в конкурсном задании разделяемого оборудования, расположенного на общей площадке конкурсантов, должен быть составлен рабочий график доступа к оборудованию.

При составлении рабочего графика доступа к оборудованию гибкой производственной линии для участников старшей возрастной группы в модулях Б, В и Г рекомендуется предоставлять доступ к оборудованию спустя 1 час от начала работы и сохраняя не менее 10 минут в конце модуля без доступа к оборудованию для завершения всех регламентных работ по модулю. Время доступа к оборудованию нужно равномерно распределить между участниками, обеспечив несколько подходов. Рекомендуемая длительность подхода к оборудованию 10 – 15 минут.

При составлении рабочего графика доступа к оборудованию гибкой производственной линии для участников старшей возрастной группы в модулях Б, В и Г рекомендуется предоставлять доступ к оборудованию спустя 1 час от начала работы и сохраняя не менее 10 минут в конце модуля без доступа к оборудованию для завершения всех регламентных работ по модулю. Время доступа к оборудованию нужно равномерно распределить между участниками, обеспечив несколько подходов. Рекомендуемая длительность подхода к оборудованию 10 – 15 минут

## **2.1. Личный инструмент конкурсанта**

Конкурсное задание компетенции «Интернет вещей» предполагает разработку системы автоматизации мониторинга и управления. В зависимости от вариативной части конкурсного задания, посвященному работе с конечным оборудованием сбора данных и управления (модули Б и В), заданием может быть определен нулевой список личного инструмента (всё оборудование представлено на площадке), либо определённый список личного инструмента (оборудование связано с заданием).

Кроме того, участники соревнований имеют право принести на площадку соревнований один комплект устройств ввода, клавиатуру и мышь, подключаемых проводным способом к компьютеру и не оснащенных устройствами памяти, а также печатную справочную документацию, изданную типографским способом. Содержимое данной печатной документации должно быть проверено на отсутствие материалов, которые могут быть использованы

как домашние заготовки для облегчения выполнения элементов конкурсного задания, в том числе не допускаются учебники и учебно-методические пособия.

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

Для участников на площадке запрещены персональные устройства связи, доступа в сеть Интернет, а также средства хранения информации, в том числе видео и звукозаписывающие устройства и соответствующие устройства воспроизведения.

## **3. Приложения**

Приложение № 1 Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания

Приложение № 2 Матрица конкурсного задания

Приложение № 3 Инфраструктурный лист

Приложение № 4 Критерии оценки

Приложение № 5 План застройки

Приложение № 6 Инструкция по охране труда и технике безопасности по компетенции «Интернет вещей».

Приложение № 7 техническое задание на выполнение работ по модулю А.

Приложение № 8 техническое задание на выполнение работ по модулю Б.

Приложение № 9 техническое задание на выполнение работ по модулю В.

Приложение № 10 техническое задание на выполнение работ по модулю Г.

## **Компетенция «Интернет вещей»**

### **Конкурсное задание по Модулю А**

#### **Разработка проекта системы мониторинга и управления технологическим процессом для заданного производственного модуля**

В рамках модуля необходимо провести разработку проекта создаваемой в рамках конкурсного задания системы мониторинга и управления производственным модулем, а также провести подготовку материалов и документов, необходимых для организации и проведения работ по созданию такой системы.

#### **Входные данные**

Для выполнения работ по конкурсному заданию следует руководствоваться следующими документами:

- Техническое задание на разработку веб-интерфейсов пользователя;
- Техническое описание протокола обмена данными со смарт-устройствами гибкой производственной линии;
- Техническое описание учебных роботов-манипуляторов и смарт-устройств;
- Технологическая карта сборки изделий.

#### **Состав работ по модулю**

Подготовить предварительное техническое предложение по разработке системы мониторинга и управления технологическим процессом для заданного производственного модуля (гибкой производственной ячейки).

Техническое предложение должно содержать:

- схемы интерфейсов системы управления с указанием назначений и технического наименования виджетов;
- линковку (соединение) виджетов и источников-приемников данных в виде вещей, сервисов и параметров, которые используются для обмена данными (представить в виде таблиц или схем);
- схемы структур и потоков обработки данных системы управления;
- структуры данных системы хранения мониторинговых и отладочных данных;
- проекты инструкций (указание и описание шагов пользователей) по выполнению задач управления, в том числе настройку диапазонов критических значений, рабочих зон (зон допуска движения) [для модуля В], настройки целевых позиций [для модуля С], настройки схем сборки [для модуля D]
- материалы по организации работы над проектом, в том числе план работ, распределение задач, учетные листы;
- материалы по организации отладки и тестированию работы, в том числе проверочные кейсы и калибровочные схемы;

- прочие материалы по предлагаемому варианту решения, включая описание процедур, организацию взаимодействия с пользователем, описание пользовательского интерфейса, проект архитектуры системы управления.

Техническое описание (проект) предоставляется в форме файла в формате Portable Document Format (Adobe PDF), формат имени файла: TeamX\_ModuleA.pdf, где X-номер команды, а также документов, выполненных на листах А4 и позднее отсканированных.

Опись приложений (файлов и документов) должна быть включена в основной файл проекта (техническое описание) с указанием имен файлов и названий.

Каждый прилагаемый документ должен иметь наименование в шапке листа и нумерацию листов, если их больше одного в документе.

Не указанные в описи документы (файлы) рассматриваться экспертами не будут.

Техническое предложение должно включать также все подготовленные материалы по организации работ команды участников на период выполнения конкурсного задания.

Состав производственного модуля (гибкой производственной ячейки):

- Стационарно установленный учебный робот-манипулятор с установленным плоским схватом;
- Стационарно установленный учебный робот-манипулятор с установленным держателем для маркера;
- Считыватель штрих-кодов заказов (изделий) или смарт-камера в режиме считывания штрих-кодов;
- Комплект из двух сигнальных ламп (отображают четыре цвета: красный, зелёный, желтый, синий) для управления доступом к рабочей зоне каждого стационарно установленного учебного робота-манипулятора производственной ячейки [вместо при отсутствии на поле второй светосигнальной лампы могут использоваться индикаторы пульта удаленного управления];
- Удалённый терминал (пульт) для контроля производственной ячейки.

Параметры проектирования определяются производственными задачами, определенными остальными модулями конкурсного задания.

Схема гибкой производственной ячейки приведена в соответствующих модулях конкурсного задания.

В рамках проектируемой системы необходимо разработать четыре пользовательских интерфейса в соответствии со следующими ролями:

- Инженер-технолог по контролю и наладке оборудования – интерфейс включает все поступающие данные с оборудования;
- Оператор производственной ячейки – интерфейс включает необходимые органы управления одной производственной ячейкой;
- Руководитель производства (начальник цеха) – интерфейс предназначен для отображения сводных данных с производственной линии;
- Инспектора контроля качества сборки изделий – интерфейс предназначен для экспертизы верности собранных изделий.

Кроме того, необходимо разработать два специализированных технических интерфейса для задач настройки и отладки приложения:

- Интерфейс настройки схем сборки изделий
- Отладочный интерфейс

Требования к формируемым интерфейсам приведены в «Техническом задании на разработку интерфейсов пользователя», входящим в секретную часть конкурсного задания в качестве приложения.

В рамках проекта (предлагаемого варианта решения) участникам необходимо предложить информационную модель создаваемой системы, включающую описание объектов, их свойств и методов, схему их взаимодействия. Кроме того, данная модель должна включать подробные схемы всех интерфейсов с указанием всех параметров, необходимых для создания соответствующих мэшапов и подключения их к основному коду приложения.

Описание предлагаемого решения должно обеспечивать понимание назначения и функциональности элементов пользовательских интерфейсов, порядок (методы) их использования, источники и приемники данных, а также методы реализации управляющих воздействий.

В проекте системы необходимо указать подход к именованию объектов, свойств и методов, а также предложить варианты использования, сценарии, алгоритмы с учетом распределения ответственности объектов.

Полный проект должен обеспечивать возможность создания программного кода системы на основе данного описания, с учетом изменений, определяемых дополнительными заданиями модулей конкурсного задания.

Важно понимать, что создаваемая система будет функционировать в условиях существенно многозадачной среды с распределением ресурсов между множеством приложений, в связи с чем задача оптимизации (минимизации) используемых ресурсов является одной из главных. Также в системах массового обслуживания критическим параметром является время жизни процесса, которое может быть ограничено принудительно при исчерпании ресурсов системы.

Требования к содержанию отдельных интерфейсов (инженера-технолога, оператора и руководителя производства и прочих) приведены далее.

Результатом проектирования также является схема распределения работ участников проектной команды, вспомогательные протоколы для фиксации результатов отдельных работ, чек-листы и прочие необходимые документы, не входящие в состав технического предложения (файла), предоставляемого на оценивание по результатам выполнения работы. Данные документы предоставляются в виде приложений к основному проекту.

При оформлении документов и схем рекомендуется использовать российские и международные стандарты в оформлении соответствующей документации, к примеру, стандарты, установленные ЕСПД.

**ДОПОЛНЕНИЕ:** Техническое описание проекта должно показать, как участники понимают содержание технической спецификации и представленные дополнительные материалы, а также возможность будущей реализации разрабатываемой системы. Участники должны следовать предложенному описанию при дальнейшей разработке системы. В реальной практике на основе этой документации заказчик решает, готова ли команда к проекту.

В рамках завершения проекта (в модуле Г) участникам будет предоставлено время для окончательной доработки документации, на основе которой будет сделан вывод о качестве реализации программного кода. В состав итоговой документации в качестве приложений необходимо будет включить использованные (заполненные) документы, созданные в процессе работы над проектом.

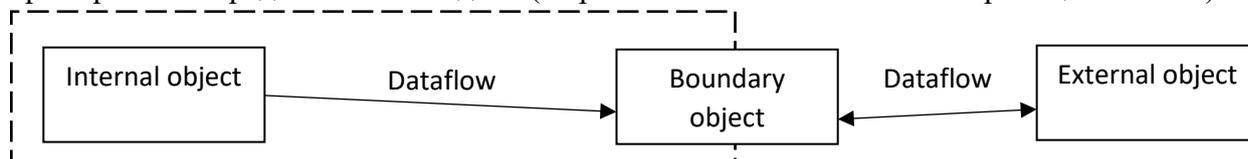
### **Требования к представлению объектной модели системы управления**

Необходимо представить модель взаимодействия объектов системы управления с указанием сервисов, отвечающих за передачу информации между объектами и активации процессов.

На модели необходимо определить:

- внешние объекты (конечное оборудование, веб-интерфейсы),
- граничные объекты, отвечающие за связь системы с внешними объектами и контроль обмена;
- внутренние объекты, отвечающие за обработку и хранение данных;
- потоки данных и управления.

Пример схемы представления модели (штриховой линией обозначена граница системы):



Модель должна содержать описание приведенных на схеме элементов в следующем виде:

- Название объекта или потока (как на схеме)
- Предполагаемое имя (в коде)
- Описание назначения

### **Требования к структуре веб-интерфейсов:**

В рамках работ необходимо разработать несколько независимых (не связанных) веб-интерфейса (мешапа), таких как интерфейс инженера-технолога и интерфейс оператора.

Также может быть разработано несколько вспомогательных веб-интерфейсов для решения задач разработки и отладки приложений.

Каждый веб-интерфейс должен быть представлен как внешний объект на схеме объектной модели.

Для каждого веб-интерфейса должна быть представлена структура веб-интерфейса.

Требования к содержанию каждого отдельного веб-интерфейса представлены в соответствующем документе, части конкурсного задания.

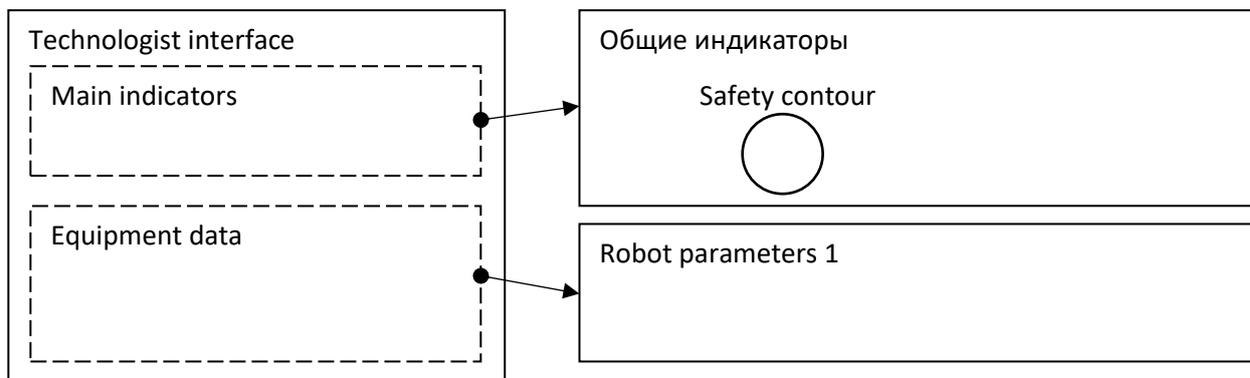
**ВАЖНО!** При проектировании структуры веб-интерфейсов необходимо учитывать потребность в отображении отладочной информации. Отображение может выполняться как на отдельных интерфейсах, так и в составе основных интерфейсов.

**ВАЖНО!** В работающей системе на интерфейсах не должны использоваться (быть видны) технические имена параметров (используемые в программном коде), все надписи должны выполняться на понятном пользователю языке (языке страны проведения чемпионата или английском языке). В крайнем случае технические имена должны дублироваться производственными наименованиями.

### Требования к представлению структуры веб-интерфейсов:

Структура веб-интерфейсов необходимо представить в виде блочной иерархии элементов с указанием групп (зон) для элементов интерфейса (виджетов) и их назначением.

Пример схемы структуры веб-интерфейса



Штрихом обводится зона группировки элементов, либо место вставки подчиненного интерфейса.

Одна зона может быть связана с несколькими подчиненными интерфейсами.

По возможности, надписи связанные с элементами структуры необходимо размещать либо внутри элементов, либо непосредственно над ними. При необходимости вынесения надписей их нужно связывать с объектами штриховой линией.

При необходимости явного указания иерархии названий, использовать двоеточие для соединения главного и подчиненного имени. Например, **Робот 1:Статус**.

### Специальные требования к интерфейсу инженера-технолога:

Интерфейс инженера-технолога должен содержать зону общих индикаторов, включающую:

- Параметры, поступающие со всех роботов гибкой производственной ячейки.
- Инструменты ввода (настройки) допустимых и критических значений параметров оборудования
- Индикаторы достижения предельных (допустимых) и критических значений параметров.
- Цвета светосигнальных ламп
- Состояние функционального ключа и кнопок удаленного терминала (пульта)
- Код изделия, получаемый со считывателя штрих-кодов
- Переключатель системы приёма данных (для всего оборудования)

**ВАЖНО!** В случае отключения системы приёма данных с конкретного оборудования соответствующий индикатор должен иметь серый цвет.

**ВАЖНО!** Зона общих индикаторов должна быть видна всегда на данном интерфейсе. Интерфейс инженера-технолога должен содержать зону, содержащую данные по каждому оборудованию по отдельности. Информация с разного оборудования может отображаться на отдельных вкладках.

**ВАЖНО!** Для каждого объекта должен быть предусмотрен переключатель системы приема данных с данного объекта.

### **Специальные требования к интерфейсу оператора производственной ячейки**

Интерфейс оператора производственной ячейки должен содержать зону общих индикаторов, аналогичную интерфейсу инженера-технолога, а также зону пульта управления, разделенную на три подзоны:

- Подзона визуализации состояния оборудования для конкретной задачи
- Подзона элементов управления для конкретной задачи
- Подзона интерфейса экспертизы готовых изделий

Интерфейс оператора должен позволять переключаться между интерфейсами для конкретных задач с помощью закладок или иного инструмента. Вид обоих подзон должен меняться одновременно.

Интерфейс экспертизы готовых изделий предполагает наличие трех кнопок (нормальное изделие, брак, неверное изделие), который используется при контроле качества работы производственной линии.

Задачи могут быть определены конкретным заданием модуля конкурсного задания, а также могут быть определены дополнительные задачи самим разработчиком. Например, с целью отладки кода управления.

**ВАЖНО!** В конкурсном задании определено, что для решения некоторых задач потребуется реализации «вида сверху» для рабочей зоны роботов.

**ВАЖНО!** Необходимо реализовать диагностические инструменты, позволяющие управлять всем оборудованием производственной ячейки по отдельности

**ВАЖНО!** В системе должен быть предусмотрен переключатель, отключающий сохранение (логгирование) как данных с оборудования, так и сохранения отправляемых команд и сообщений о критических ситуациях. Большую часть работы над проектом сохранение данных не должно выполняться.

### **Специальные требования к интерфейсу руководителя производства**

Интерфейс руководителя производства должен быть разделен на две функциональные зоны:

- Зона данные о текущих режимах работы оборудования производственной линии (ячейки)
- Зона представления статистических данных

Зона представления статистически данных должна позволять просматривать как текущие накопленные статистические данные (общий выпуск, общий пробег и прочее), так и давать возможность времязависимых показателей производства и работы оборудования.

Времязависимые показатели должно быть возможно просматривать как в табличной, так и в графической форме. Интерфейс должен позволять производить фильтрацию данных по времени (от и до), а также выбирать конкретные отображаемые данные.

### **Требования к интерфейсу контроля качества изготовления изделий**

Интерфейс контроля качества изготовления изделий должен включать:

- указание на название команды
- код изделия, поступающий со смарт-камеры (считывателя штрих-кодов)
- информацию о выполняемой сборке
- индикацию состояния сборки (нет сборки, идет сборка, сборка завершена, ошибка сборки)

- кнопку «верная сборка»
- кнопку «брак»
- кнопку «отмена сборки», применяемой при прерывании сборки по внешним причинам
- индикацию накопленных данных о результатах изготовления изделий

### Требования к представлению структур данных:

Структуры данных могут быть представлены в текстовой (списочной) либо табличной форме. Для каждого элемента структуры приводится:

- Предполагаемое имя в системе
- Наименование (на языке проектирования)
- Назначение (если не очевидно из наименования)
- Состав структуры данных

Структуры данных должны быть представлены как минимум для потоков взаимодействия с оборудованием, для системы долговременного хранения данных, для взаимодействия с веб-интерфейсами. Если для нескольких объектов используется одинаковые структуры данных, их можно объединить под общим названием.

### Требования к представлению схемы потоков данных:

Схема потоков данных должна указывать направления потоков данных в системе управления, в том числе с внешними объектами. Схема потоков данных должна быть согласована с моделью системы управления и описанием структур данных.

Схема потоков данных должна как минимум включать оборудование, веб-интерфейсы и систему долговременного хранения данных.

### Требования к представлению алгоритмов управления оборудованием:

Алгоритмы управления оборудованием должны быть предоставлены в виде диаграмм действий (Activity Diagram) или блок-схем, явно указывающих, какой объект системы выполняет данное действие.

Диаграммы действий включают:

- секции, определяющие зону ответственности каждого объекта
- действия (функции)
- блоки выбора
- линии переходов (стрелки, определяющие последовательность действий)
- линии синхронизации (старт и окончание одновременных потоков действий)
- символы начального и конечного состояния

Пример диаграммы действий для светосигнальной лампы:

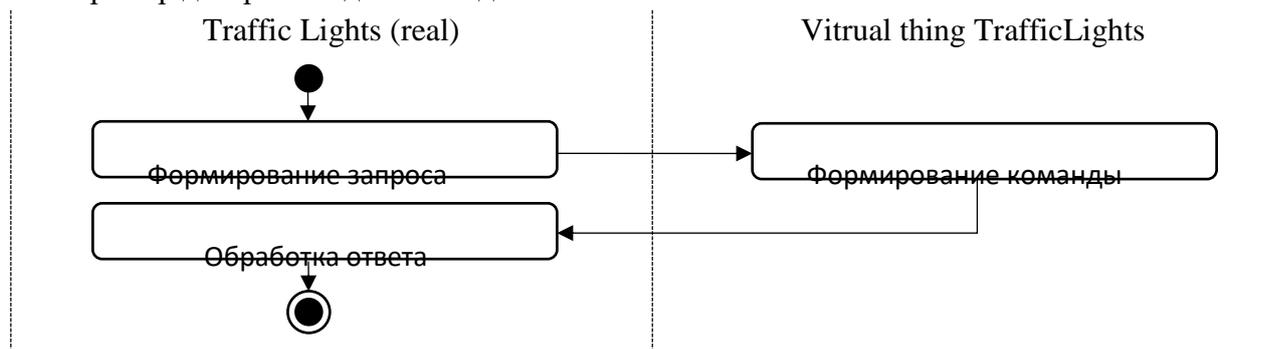


Рис. Пример диаграммы действий для управления светосигнальной лампой

Составление алгоритмов не является обязательным, но рекомендуется для лучшей проработки проекта. В проекте могут быть представлены:

- Алгоритмы управления всем оборудованием
- Алгоритмы выполнения сборок (изготовления изделий)
- Алгоритмы автоматической работы линии.

При наличии описания (схем) алгоритмов, которые входят в состав других алгоритмов, они могут представляться в виде самостоятельных блоков действий, если это не нарушает понимания логики работы системы.

**ВАЖНО!** Любые включенные в техническое предложение документы, в том числе схемы алгоритмов, в случае их некорректного содержания, могут быть рассмотрены как показатели низкой квалификации участников команды.

Следует также избегать включения в техническое предложение тривиальных (примитивных по содержанию) диаграмм, таких как приведенный выше пример управления светосигнальной лампой.

### **Требования к проектированию средств визуализации работы оборудования гибкой производственной линии**

В некоторых модулях конкурсного задания при создании некоторых интерфейсов потребуется реализовать визуализации данных, либо работы оборудования, либо схемы операций. Проекты всех таких визуализаций в виде схем с описанием их работы должны быть подготовлены в рамках работ модуля А и, в дальнейшем, уточнены в модуле Г. Состав (примерное содержание) и количество визуализаций можно уточнить на брифинге.

Примерный список визуализаций включает в себя:

- Визуализацию работу роботов гибкой производственной линии на схеме поля (вид сверху) – схема операций;
- Визуализацию реальных (вычисленных по мониторинговым данным) движений робота (вид сверху);
- Визуализация схем сборки по данным кода изделия;
- Графики параметров, поступающих с робота, с отображением критических значений и рабочих зон.

В дальнейшем участники должны придерживаться разработанных в данном модуле проектов визуализации.

### **Требования к материалам организации отладки и тестированию работы**

Специальных требований по оформлению, в рамках конкурсного задания, не выдвигается. Материалы должны обладать достаточной полнотой для понимания планируемого хода выполнения данных работ.

### **Требования к материалам организации работы над проектом**

Специальных требований по оформлению, в рамках конкурсного задания, не выдвигается. Материалы должны обладать достаточной полнотой для понимания планируемого хода выполнения данных работ.

### **Требования к прочим материалам**

Специальных требований по оформлению, в рамках конкурсного задания, не выдвигается.

**ВАЖНО!** Любые включенные в техническое предложение документы, в том числе черновые, в случае их некорректного содержания или оформления, могут быть рассмотрены как показатели низкой квалификации участников команды. Поэтому рекомендуется включать в представляемый на проверку пакет документов только нужные материалы.

### **Рекомендации по организации программного кода**

В целях обеспечения надежности создаваемой системы управления рекомендуется максимально использовать принцип инкапсуляции, то есть не выполнять прямую запись свойств одних объектов из других. Для записи значений в объекты лучше применять специально разработанные сервисы, которые будут проверять передаваемые параметры на допустимость и выполнять дополнительные действия, например, регистрировать нештатные значения параметров. В том числе данная рекомендация применима и к получению управляющих команд с веб-интерфейсов.

Кроме того, для задач управления роботами должен применяться контроль рабочей зоны (допустимой зоны движения, включающей зону паркинга), не допускающий перемещение роботов вне пределов данной зоны.

## **Компетенция «Интернет вещей»**

### **Конкурсное задание по Модулю Б**

#### **Организация сбора данных и управления удалёнными устройствами**

В рамках данного модуля необходимо разработать на платформе ThingWorx систему сбора данных с оборудования производственного модуля, а также создать веб-интерфейс инженера-технолога для отображения всех поступающих данных с оборудования.

Состав производственного модуля (гибкой производственной ячейки):

- Стационарно установленный учебный робот-манипулятор с установленным плоским схватом;
- Стационарно установленный учебный робот-манипулятор с установленным держателем для маркера;
- Считыватель штрих-кодов заказов (изделий) или смарт-камера в режиме считывания штрих-кодов;
- Комплект из двух сигнальных ламп (отображают четыре цвета: красный, зелёный, желтый, синий) для управления доступом к рабочей зоне каждого стационарно установленного учебного робота-манипулятора производственной ячейки [вместо при отсутствии на поле второй светосигнальной лампы могут использоваться индикаторы пульта удаленного управления];
- Удалённый терминал (пульт) для контроля производственной ячейки.

В данном модуле необходимо:

1. Организовать получение данных от оборудования гибкой производственной ячейки с возможностью отключить получение (отображение) данных.
2. Реализовать систему хранения данных от оборудования с возможностью отключить сохранение данных.
3. Разработать веб-интерфейса автоматизированного рабочего места инженера-технолога (мастера-наладчика).
4. Организовать вывод данных, полученных от оборудования, в веб-интерфейс инженера-технолога. Существенным является период времени от изменения состояния робота до отображения изменений на веб-интерфейсе.
5. Организовать преобразование данных с оборудования в корректные физические параметры оборудования (углы поворота сервомоторов, нагрузка сервомоторов, температура), а также выполнения преобразования данных со смарт-камер и отображения в виде таблиц или в графической форме.
6. Реализовать возможность ввода в интерфейсе инженера-технолога пороговых (критических) и допустимых (рабочих) значений параметров оборудования.
7. Реализовать сохранение и отображение исключительных ситуаций (недопустимые параметры [неправильный код изделия, неизвестное состояние терминала, неизвестные позиции роботов, неверный формат данных], выход значений за допустимые диапазоны, достижение критических значений [перегрев сервомоторов роботов, превышение нагрузки на сервомоторах роботов, недопустимые углы поворота звеньев], получение недопустимых

команд). Формат данных об исключительных ситуациях должен предусматривать сохранения текстовых сообщений о произошедшем событии. Необходимо предоставить возможность просмотра истории (лога) данных сообщений с фильтрацией по типу события и периоду просмотра.

8. Организовать настраиваемое сохранение данных мониторинга функционирования оборудования гибкой производственной ячейки (настройка периода (частоты) сохранения, списка конкретных параметров, исключение сохранения неизменных величин, включения-отключения сохранения).
9. Реализовать табличный инструмент просмотра накопленных данных (в том числе логов) на интерфейсе инженера-технолога.
10. Разместить на веб-интерфейсе средства улучшения восприятия информации, поступающей от оборудования – графики собираемых данных с оборудования и табличные инструменты просмотра.
11. Разместить на веб-интерфейсе средства сигнализации о критических значениях параметров оборудования и средства сигнализации о выходе параметров за границы установленных рабочих зон;
12. Реализовать графическое отображение (визуализацию) состояния устройств гибкой производственной ячейки на схемах рабочих зон, соответствующих исполнительным механизмам (роботам) по отдельности.

При сохранении мониторинговых и отладочных данных должны применяться инструменты и методы, предназначенные для долговременного хранения данных, а также должны сохраняться временные отметки о внесении данных. Кроме того, для хранения рабочих данных не должны применяться встроенные инструменты отладки (логгирования), как не предназначенные для этой цели. Перезапуски рабочих процедур производственной ячейки и производственной линии не должны приводить к потере накопленных данных.

Важно понимать, что неконтролируемая запись данных является существенной ошибкой при построении систем мониторинга с длительным расчетным интервалом работы без обслуживания.

Интерфейсы отображения данных от оборудования, критических значений и исключительных ситуаций должны подразумевать возможность просмотра как исходных («сырых») значений, так и преобразованных в реальные физические величины.

Интерфейс инженера-технолога должен позволять включать и отключать сбор данных с интерфейса инженера-технолога.

### ***Представление мониторинговых данных в виде графиков***

Помимо демонстрации поступающих данных на индикаторах, необходимо реализовать отображение данных с датчиков оборудования в виде графиков. Графики должны показывать значения за прошедшие 60 секунд. При реализации накопления данных для графиков и их отображения необходимо строго придерживаться длительности периода наблюдения, а также синхронности графиков.

Настройка отображения данных на веб-интерфейсе должна предполагать возможность настройки набора отображаемых данных (температура, нагрузка, сводные данные пробега,

времени занятости оборудования, данных смарт-камеры, данные с пульта контроля производственной ячейки) и варианта представления (исходные или преобразованные значения).

Система отображения данных должна позволять настраивать пороги допустимых и критических значений.

Нахождение системы в критическом состоянии должно сохраняться в отдельном текстовом логе сообщений с указанием временной отсечки, характера проблемы и значений с оборудования.

### ***Представление мониторинговых данных в виде схем рабочих зон***

Для удобства контроля работоспособности оборудования в систему управления необходимо включить визуализацию перемещения оборудования.

Минимальный функционал визуализации для учебных роботов должен включать отображение проекции положения основания робота и рабочих зон. В наилучшем случае визуализация движения выполняется отображением следа из предыдущих двух-трех промежуточных позиций инструмента робота, измеренных с частотой поступления данных с оборудования (роботов).

Рекомендуемая функциональность визуализации для роботов должна включать схему перемещения инструмента робота. Для улучшения восприятия движения робота за положением инструмента должна следовать линия не менее из 5 сегментов, указывающих на предыдущие положения инструмента.

Визуализация должна быть синхронизирована с работой оборудования с учетом запаздывания, вызванного пересылкой мониторинговых данных.

Примеры визуализации приведены на рисунке.

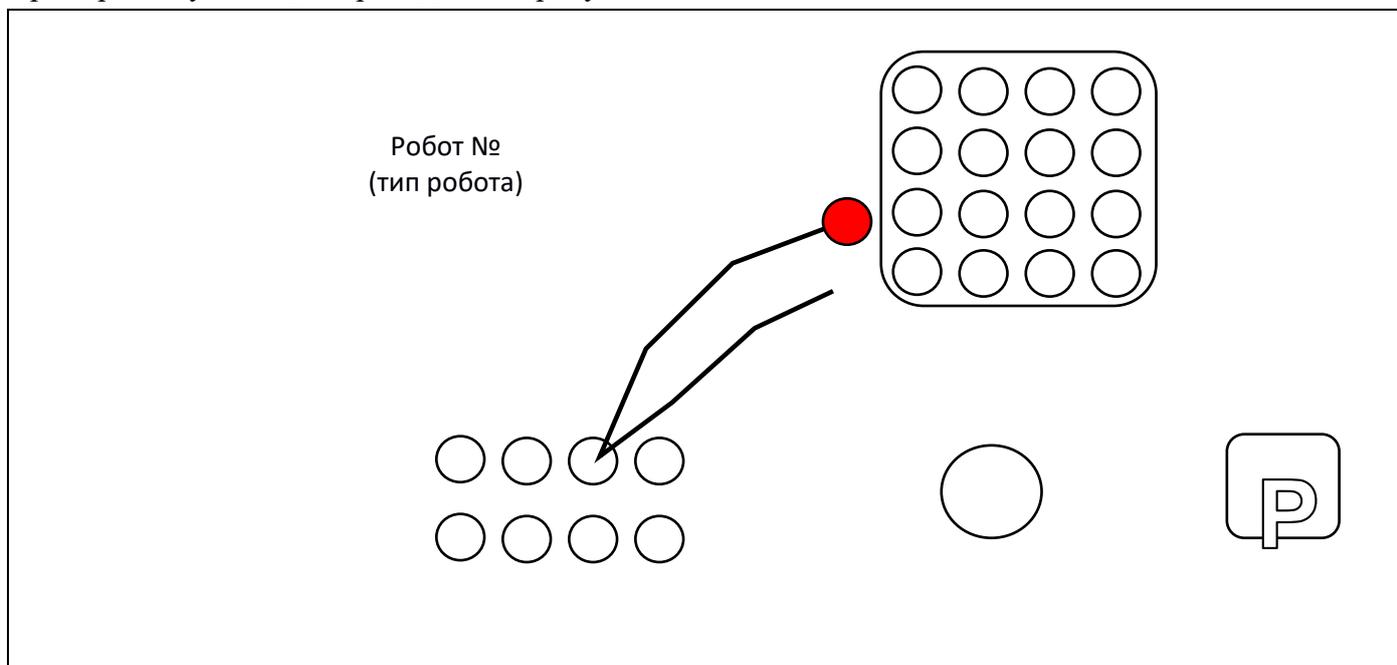


Рис. Схема рабочей зоны с примером визуализации работы робота-манипулятора с координатным управлением. Приведен пример для робота с двумя рабочими зонами и зоной парковки.

## **Правила назначения имен объектов на платформе (в рамках чемпионата)**

При создании вещей (кроме тех, имена которых обозначены явно в данной документации), необходимо использовать префикс **TeamXX\_**, где XX – это номер команды. То есть, например, вспомогательный мэшап команды 2 может называться **Team02\_AdditionalMashup**

### **Обмен данными с оборудованием**

Получение информации от оборудования и управлением им осуществляется через виртуальные объекты (вещи), создаваемые участниками на платформе ThingWorx. В рамках конкурсного задания участники не выполняют физическое подключение оборудования, все необходимые настройки уже выполнены. Участникам необходимо определить только параметры виртуальных объектов и ключи приложений, которые позволят установить связь между реальными и виртуальными вещами в рамках разрабатываемого приложения.

Формат пакетов данных, используемых для обмена с оборудованием гибкой производственной ячейки приводится в документе *«Протокол обмена данными оборудования гибкой производственной линии с платформой ThingWorx»*, являющимся приложением к конкурсному заданию.

### **Общие требования к функционированию веб-интерфейса инженера-технолога**

Интерфейс инженера технолога должен активироваться (открываться) запуском одного мэшапа с заданным наименованием.

Интерфейс должен быть функционален сразу после открытия и должен отображать данные в реальном времени с незначительными задержками (обусловленными особенностями технологии «Интернета вещей»). Все настройки параметров сохранения, отображения, допустимых и критических значений должны сохраняться при закрытии мэшапа.

Окна текстовых логов должны отображать сообщения за заданный период сразу после открытия мэшапа.

Требования к интерфейсу изложены в *«Техническом задании на разработку интерфейсов пользователя»* данного конкурсного задания.

### **Отладка системы сбора данных**

В ходе выполнения работ над модулем выделяется специальное время для проведения отладки программного кода с подключением к оборудованию гибкой производственной линии. В ходе отладки участник может просить технического специалиста изменить положение (позы) роботов, изменить расположение деталей на координатных пластинах и паллетах, а также выполнять манипуляции с оборудованием, к которому разрешен доступ (удаленный терминал; световой барьер, повернутый к участникам). Однако основным режимом, который используется при отладке, является режим генерации случайных значений всех передаваемых с оборудования параметров.

### **Подготовка к сдаче (оценке) модуля**

По окончании работ над задачами данного модуля у участников нет необходимости останавливать работу над конкурсным заданием и они могут продолжить работу над следующим модулем. Однако вся необходимая для проверки функциональность должна остаться работоспособной для проверки.

При оценивании эксперты будут использовать только мэшап с заданным наименованием, поэтому вся реализованная функциональность, которая не будет на нем отражена, не будет оценена.

Перед окончанием времени модуля рекомендуется проверить, что код приложения функционален и система пригодна к проведению оценивания.

**ВАЖНО!** При проведении оценивания эксперты могут изменить значения допустимых и критических значений параметров с целью проверки функциональности системы, а также изменять значения виджетов, в том числе автообновления страниц. Перед продолжением работ участники должны восстановить необходимые параметры для своей работы.

## **Компетенция «Интернет вещей»**

### **Конкурсное задание по Модулю В**

#### **Организация гибкого управления технологическим процессом**

В рамках данного модуля необходимо разработать на платформе ThingWorx систему управления оборудованием производственного модуля (гибкой производственной ячейки) с целью выполнения производственных операций.

#### **Особенности оценивания результатов выполнения модуля конкурсного задания**

Проверка результатов работы участников выполняется экспертами группы оценивания с привлечением технических экспертов площадки без коммуникации с участниками чемпионата. В связи с этим участникам необходимо строго следовать рекомендациям по организации интерфейсов пользователя и принципам их функционирования, а также наименованиям объектов, чтобы избежать неверной интерпретации результатов работы экспертами.

Анализ работы системы управления проводится путем выполнения набора проверочных операций и наблюдением за работой оборудования и данными, выводимыми на интерфейсы пользователя. Все некорректно именованные или размещенные данные игнорируются при оценивании.

Все объекты имеющие наименования не соответствующие требуемым, будут игнорироваться при проведении оценивания.

#### **Определения**

- Координатное (позиционное) управление – задание требуемой или текущей позиции робота через ввод координат позиции, в виде физических параметров перемещения робота
- POI-управление (Point-Of-Interest, управление по «точкам интереса») – задание требуемой или текущей позиции робота через ввод или выбор кода или имени позиции, в которую необходимо переместиться. Например, использование имени «Р» для указания роботу переместиться в позицию паркинга.

В рамках конкурсного задания координатным управлением оснащены учебные роботы-манипуляторы.

#### **Организация работ**

При планировании работ следует учесть, что часть рабочего времени отводится на тестирование и отладку разработанной системы с использованием удаленного доступа к оборудованию гибкой производственной линии. Удаленный доступ проводится в режиме разделения времени между участниками нескольких команд, поэтому составляется расписание (далее – расписание тренировок), которое доводится экспертами до сведения участников. Участникам необходимо следить за расписанием тренировок.

Во время тренировок участники могут обращаться к техническим специалистам (на площадке соревнования) с просьбой привести поле в начальное состояние путем размещения объектов на стартовых позициях. Технические специалисты могут устно озвучивать сообщения об ошибках, выдаваемых программным обеспечением управления оборудованием, но не

комментировать причины их возникновения, если они не связаны с неисправностью оборудования.

В рамках данного модуля конкурсного задания отрабатывается методика управления оборудованием и для этого предлагается набор ограниченного числа изделий, на которых проводится отладка алгоритмов управления. Данный набор, включающий схемы сборки изделий, предоставляется участникам в начале конкурсного дня.

Важно! При реализации алгоритмов необходимо учитывать, что в следующем модуле будут предоставлены дополнительные схемы сборки изделий, которые будет необходимо добавить в систему управления.

В данном модуле необходимо:

1. Создать веб-интерфейс оператора в соответствии со структурой, заданной при проектировании и требованиями, определенными в «**требованиями к интерфейсам пользователя системы**», являющимся приложением к конкурсному заданию.
2. Реализовать возможность ручного ввода значений всех необходимых параметров для управляющих команд и их отправку. Для светосигнальных ламп должна присутствовать возможность включить любую конфигурацию ламп (цветов).

Кодировка сигналов:

*Постоянное свечение:* красный (аварийная ситуация), синий (выполнение команды роботом), зелёный (ожидание команды роботом), желтый (парковка, безопасное положение для обслуживания).

*Мигающая индикация:* мигающий зеленый (штатно закончена сборка изделия), мигающий желтый (режим паузы сборки), мигающий красный (прервана или отменена сборка изделия, в том числе в результате ошибки).

Мигающие сигналы не могут совмещаться одновременно, но мигающие сигналы могут совмещаться с постоянным свечением других цветов светосигнальных ламп. Например, постоянно горящий желтый и мигающий зеленый.

3. Обеспечить передачу устройствам гибкой производственной линии управляющих команд. При проверке работы будет контролироваться период времени от нажатия кнопки отправки команды до начала её выполнения, а также корректность управляющей команды.
4. Выполнить калибровку системы управления роботами через подбор координат (параметров команд) размещения инструментов при оперировании деталями. Данные калибровки представить в виде заполненных бланков из документа «Номенклатура изделий».
5. Реализовать синхронную индикацию режимов работы роботов с помощью светосигнальных ламп в автоматическом режиме (пошаговым и непрерывным).
6. Реализовать включение и отключение автоматической (синхронной) индикации светосигнальных ламп, при которой индикация корректно сопровождало работу оборудования на площадке.
7. Реализовать на веб-интерфейсе оператора возможность ROI-управления, в том числе для роботов с координатным управлением, при котором вводится в текстовое поле или выбирается из списка код заданной точки (целевой позиции) с возможностью перемещения в данную позицию. Как правило код – это номер или имя позиции. Также возможна реализация с размещением на веб-интерфейсе множества кнопок, отвечающих за

перемещение роботов в нужную позицию, нажатие на которые эквивалентно вводу кода или имени позиции.

8. Обеспечить точное позиционирование инструментов роботов во всех целевых позициях через задание кодов позиций (выбор из списка, ввод имени/кода или нажатие одной из нескольких кнопок, задающих разные позиции на поле).
9. Реализовать возможность ввода кода изделия, а также получения его со штрихкод-ридера (режим устанавливается переключателем), а также трансляцию кода в набор операций для оборудования гибкой производственной ячейки. Набор операций представляется в текстовой или табличной форме на веб-интерфейсе. Также должно выводиться сообщение о корректности или ошибочности полученного кода.
10. Обеспечить полуавтоматическую обработку одного изделия по выбору участника. Такой режим подразумевает пошаговое выполнение всех операций с остановкой (паузой) после выполнения каждой операции. Запуск (и продолжение) обработки должен выполняться одной кнопкой на интерфейсе оператора. Код выбранный участником должен быть указан текстовой меткой около поля ввода кода изделия надписью «Выбран для проверки: NNN», где NNN – код из номенклатуры изделий.
11. Обеспечить полуавтоматическую обработку всех изделий из заданной номенклатуры. При проверке коды будут задаваться экспертами.
12. Обеспечить автоматическую сборку изделий согласно номенклатуре. Веб-интерфейс оператора должен позволять переключаться между автоматическим и полуавтоматическим режимом. В автоматическом режиме код изделия должен получаться со штрих-код ридера (смарт-камеры в режиме считывателя штрих-кодов). Запуск сборки должен выполняться нажатием одной кнопки на интерфейсе или кнопки на пульте управления. Реализация обоих вариантов повышает оценку. Проверяется количество изделий, которое будет собрано верно. Веб-интерфейс оператора должен отображать планируемый порядок сборки с использованием LED-индикаторов или списка. [Если при проверке отображенный порядок сборки не соответствует заданному коду, то попытка прерывается экспертом]. Изменение кода изделия на интерфейсе в ходе выполнения сборочной операции не должно влиять на процесс сборки. (Если такое произойдет, то при проверке попытка прерывается экспертами).
13. Реализовать индикацию завершения сборки изделия с подготовкой к следующей сборочной операции (получению следующего кода). Индикация корректного завершения сборки – мигающий зеленый сигнал всех светофоров на поле. Индикация ошибки при сборке – мигающий красный сигнал всех светофоров на поле.
14. Реализовать возможность приостановки сборки (паузы) при нажатии кнопки паузы на пульте удаленного управления, равно как и на интерфейсе управления, с одновременной индикацией ошибки сигнальной лампой робота. Индикация паузы сборки – мигающий желтый сигнал всех светофоров на поле.
15. Обеспечить возможность запуска (или продолжения, если была приостановка/пауза) обработки с использованием кнопки пульта управления рабочей сменой, равно как и соответствующей кнопки на интерфейсе управления.
16. Реализовать возможность сброса сборки изделия в режиме активной паузы сборки. После выполнения сброса сборка может быть начата только сначала и только при получении

нового кода изделия. Чтобы приложение начало повторную сборку изделия с тем же кодом, необходимо предварительно передать код «0».

17. Разработать систему контроля безопасности, включающую управление допустимыми и критическими значениями и реагирование (индикация) на достижение критических значений. Пороговые (критические) значения должны настраиваться через интерфейс инженера-технолога. Также должны настраиваться допустимые значения, которые задают границы рабочих зон роботов. Рабочие зоны роботов должны настраиваться независимо.

### Состав и схема гибкой производственной ячейки

В рамках конкурсного задания гибкая производственная ячейка представляет собой модель производственного участка подготовки сборки электрооборудования. Данный участок предназначен для размещения электронных компонент (БИС) для пайки волной с последующим нанесением защитного лака на поверхность печатной платы.

В рамках задания роль печатной платы выполняет координатная пластина на соревновательном поле.

Робот-манипулятор № 1 выполняют подбор и размещение деталей, а робот-манипулятор № 2 – нанесение защитного лака.

В состав гибкой производственной линии также входят светосигнальные лампы, пульт управления рабочей смены и считыватель штрих-кодов.

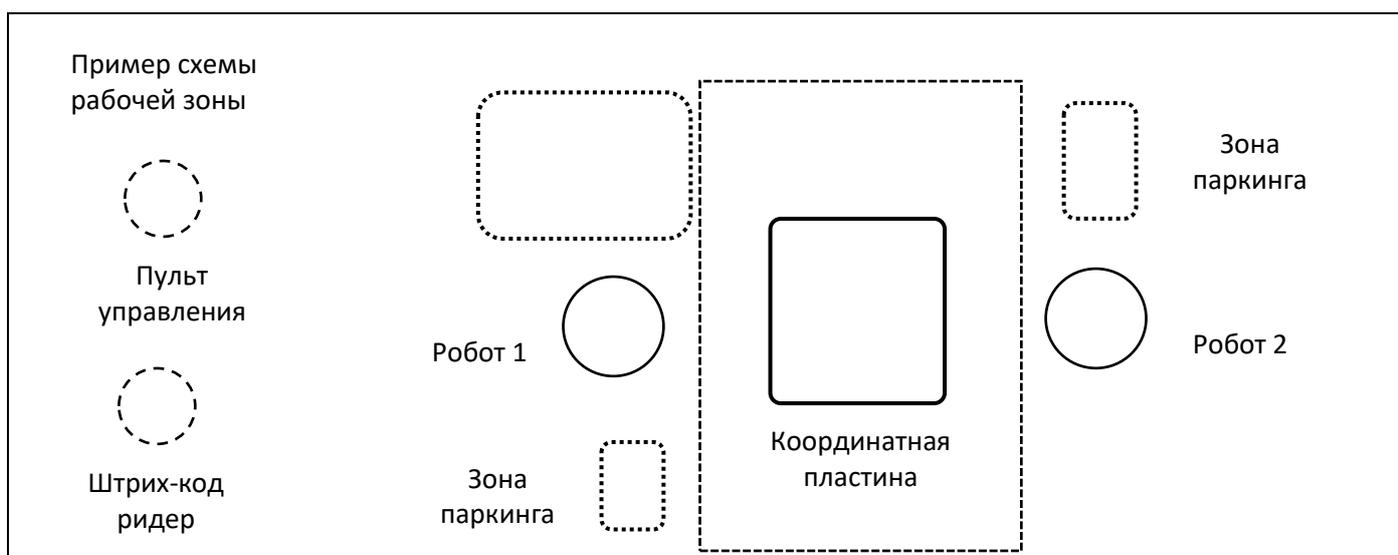


Рис. Схема гибкой производственной линии

В состав гибкой производственной ячейки входят 2 стационарно размещенных робота-манипулятора (№№ 1 – 2) разных типов, установленных на рабочих столах, между которыми находится координатная пластина.

В зоне досягаемости для установленных роботов размещены позиции парковки, в которые должны перемещаться роботы тогда, когда они не используются. В том числе по окончании цикла сборки.

Штрих-код ридер и пульт управления (удаленный терминал) размещаются вне поля на одном из столов с компьютерами управления. Участники имеют непосредственный доступ только к пульту управления.

В рамках конкурсного задания детали представлены прямоугольными пластиковыми пластинами или кубиками со стороной 40 мм шести различных цветов. Стандартный шаг между центрами ячеек в зоне забора деталей в одной строке – 42 мм, между строками – 52 мм. Координатная пластина имеет шаг 42 мм между ячейками по обеим координатам.

### **Автоматическое управление оборудованием**

По окончании работы над модулем система должна быть готова к непрерывной работе. Старт каждого цикла обработки выполняется по получению известного кода со штрихкод-ридера (или соответствующего поля на мэшапе, если установлен соответствующий режим).

Если получаемый код неизвестен (или равен «0») то обработка не должна начинаться. Если с камеры поступает код не соответствующий не одному допустимому коду, то такое событие обрабатывается как «неверное изделие». Если задача выполнена неверно (по результатам проверки с использованием смарт-камеры или по заключению инспектора) или прервана, то такое событие обрабатывается как брак.

Если по окончании цикла сборки поступающий код не равен нулю, то старт новой сборки не должен производиться.

Если в процессе сборки в автоматическом, а том числе пошаговом, режиме произойдет прерывание (отмена) полного цикла обработки изделия, то такое событие обрабатывается и регистрируется как сбой. После сбоя режим автоматической сборки должен быть отключен. Возможность включения пошагового выполнения алгоритма является одной из основных отладочных функций. Переключатель «непрерывного/пошагового» выполнения должен быть хорошо различим и легко доступен на интерфейсе оператора.

Включение и отключение пошагового режима должно оказывать немедленное действие на работу системы. Например, если система выполняла сборку в непрерывном режиме, когда оператор включил режим пошагового исполнения, то после выполнения текущего движения система должна встать на паузу и ждать команды на продолжение движения. При этом отключение пошагового исполнения в режиме паузы не должно самостоятельно запускать выполнение следующей операции.

*Дополнение:* индикаторы, текстовый дисплей и джойстик на удаленном терминале не задействованы в данном конкурсном задании и могут использоваться участниками по своему усмотрению как дополнительные инструменты.

### ***Последовательность обработки изделий:***

Перед началом сборки изделия система должна находиться в автоматическом (непрерывном или пошаговом) режиме и при этом в состоянии ожидания кода изделия. В данном режиме система может находиться либо после завершения предыдущей сборки, либо после запуска автоматического режима кнопкой «Пуск» на удаленном терминале или на веб-интерфейсе.

Цикл сборки изделия начинается с поступления кода изделия со штрих-код ридера или с веб-интерфейса. При этом система должна отобразить считанный код изделия, информацию о его корректности, и прочую подготовительную информацию, например, схему сборки изделия.

Далее в «непрерывном» режиме система переходит к следующей операции, а в «пошаговом» самостоятельно переходит в режим паузы. В дальнейшем при «пошаговом» режиме пауза самостоятельно включается после каждого действия (каждой отдельной команды, отправленной на оборудование).

После распознавания кода сборку начинает робот 1. Он перемещает детали из зоны забора на координатную пластину.

По окончании перемещения деталей робот 1 перемещается в зону парковки, а затем робот 2 выполняет обводку изделия, имитируя нанесение защитного лака. После чего также перемещается в зону парковки.

Обводка должна выполняться по центру клеток (ячеек) координатной пластины, непосредственно прилегающих к ячейкам, в которых размещаются детали.

Цикл «изготовления изделия» завершается, роботы переходят в режим парковки и включается сигнализация окончания сборки.

Сигнализация об окончании сборки может быть двух типов в зависимости от корректности собранного изделия. Мигание зеленым сигналом означает верное завершение сборки, а мигание красным – наличие брака или ошибки.

Система начинает ожидать поступления нового кода изделия.

**ВАЖНО!** Поступлению нового кода обязательно должно предшествовать получение кода «0» с штрих-код ридера. Если на момент окончания сборки в систему поступает какой-либо иной код, он должен игнорироваться. Фактически, сигнал к началу сборки – это смена кода «0» на какой-нибудь иной код.

**ВАЖНО!** Необходимо строить логику обработки изделий, чтобы в каждый конкретный момент времени двигался только один из роботов производственной ячейки! В это время остальные роботы должны находиться в парковочном состоянии (инструмент робота должен быть расположен в парковочной позиции).

Необходимо выполнять парковку роботов после окончания рабочих операций путем передачи координат зоны парковки (для роботов с координатным управлением) или кода позиции парковки (для роботов с позиционным управлением).

**ВАЖНО!** Вход на парковку для роботов с координатным управлением выполняется перемещением робота с поднятым инструментом с последующим опусканием его вниз в области парковки.

**ВАЖНО!** Выход с парковки выполняется путем поднятия инструмента без поворота робота, с последующим поворотом робота в рабочую зону. Другой тип движения робота будет считаться ошибкой и операция сборки не будет засчитана.

Для контроля движения производственного процесса необходимо разработать средство визуализации работы гибкой производственной линии в формате «вида сверху» с демонстрацией зоны, в которой выполняются рабочие операции в данный момент. Также на данной визуализации нужно разместить индикаторы, дублирующие сигнальные лампы (светофоры).

В отличие от интерфейса инженера-технолога, данная визуализация должна отображать «ожидаемую» работу оборудования, то есть рассчитанную на основании работы алгоритмов управления.

### **Требования к процедуре обработки**

Коды изделий поступают в формате трехзначного целого числа. Каждый корректный код представляет собой правило, определяющее последовательность рабочих операций с соответствующей деталью. Правило определяется номенклатурой изделий, заданной дополнительным документом.

**ВАЖНО!** Возможно поступление некорректных и недопустимых кодов, в том числе с неверным символьным набором, например, как символьный набор. Некорректный в плане

формата код не должен интерпретироваться как код «0», а должен учитываться как сбой соответствующей системы (но не как сбой сборки изделия).

При поступлении нового кода в течение 10 секунд система управления должна сформировать задачу на изготовление изделия и отобразить схему изделия на веб-интерфейсе, а затем приступить к изготовлению изделия.

**ВАЖНО!** В магазинах (кассетах) системы хранения находятся разные детали (порядок размещения определяется перед началом выполнения модуля задания), в количестве до 5 штук каждого вида. Добавление деталей происходит только после того, как из магазина будут извлечены все детали одного типа либо при рестарте выполнения задания (получение нового кода не является рестартом задания).

**ВАЖНО!** Контроль количества деталей выполняется с момента начала проверки сборочных операций. Интерфейс системы управления, создаваемой участником, должен включать индикацию количества деталей, имеющихся в кассетах. Наличие данной функциональности крайне важно при проведении оценки задания! Начальная расстановка деталей в магазинах будет произведена только при старте проверки задания и добавляться новые будут только после исчерпания (после завершения одного цикла сборки).

**ВАЖНО!** Разработанная система должен сообщать о невозможности изготовления изделий при отсутствии необходимого количества деталей, путем включения сигнализации и отображения сообщения о недостающем количестве конкретных видах деталей.

### **Кодировка деталей и координатная пластина**

В данном конкурсном задании в качестве деталей используются пластиковые пластины с размером стороны – 40 мм шести цветов.

Координатная пластина составлена из ячеек 40 x 40 мм с интервалом 2 мм между ячейками

Подробная информация по сборке представлена технологической картой сборки.

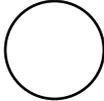
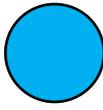
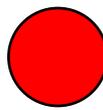
### **Калибровка оборудования**

Технологическая карта содержит бланки для проведения калибровки роботов.

### **Примеры данных из технологической карты**

В итоговом варианте коды изделий, деталей, схемы сборки и структура.

Пример кодировки деталей (соответствие цвета коду) приведен в таблице

|            |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|
| Вид детали |  |  |  |  |  |  |
| Цвет       | Белый   | синий   | красный   | желтый  | зеленый   | оранжевый   |
| Код        | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |

Пример кодировки координатной пластины (схемы размещения деталей)

|    |    |    |    |    |    |         |
|----|----|----|----|----|----|---------|
|    |    |    |    |    |    |         |
| A0 | B0 | C0 | D0 | E0 | F0 | Линия 1 |
| A1 | B1 | C1 | D1 | E1 | F1 | Линия 2 |
| A2 | B2 | C2 | D2 | E2 | F2 | Линия 3 |
| A3 | B3 | C3 | D3 | E3 | F3 | Линия 4 |
| A4 | B4 | C4 | D4 | E4 | F4 | Линия 5 |
| A5 | B5 | C5 | D5 | E5 | F5 | Линия 6 |

Пример диаграммы сборки изделий (схемы сборки)

|            | Схемы сборки                         |       |       |       |       |   |
|------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---|
| Line Code  | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6 |
| <b>0</b>   |                                      |       |       |       |       |   |
| <b>298</b> |                                      | 2220  | 400   | 5550  |       |   |
| <b>331</b> |                                      | 22330 | 40040 | 40040 | 55660 |   |
|            | Автоматическая сборка (для модуля D) |       |       |       |       |   |
|            |                                      |       |       |       |       |   |
|            |                                      |       |       |       |       |   |
|            |                                      |       |       |       |       |   |
|            |                                      |       |       |       |       |   |
|            |                                      |       |       |       |       |   |
|            |                                      |       |       |       |       |   |
|            |                                      |       |       |       |       |   |

Пояснение: Первые два кода используются для отладки алгоритмов сборки в модуле С, а остальные коды выдаются в начале D модуля для реализации полностью автоматического режима.

## **Компетенция «Интернет вещей»**

### **Конкурсное задание по Модулю Г**

#### **Разработка системы автоматизации производства, анализа и визуализации данных мониторинга для определения технико-экономических показателей производства. Финализация проекта**

В рамках данного модуля необходимо модифицировать ранее созданную на платформе ThingWorx систему управления гибкой производственной ячейкой, с целью внедрения в неё функций автоматизации управления производственным процессом, визуализации и анализа работы производственного оборудования. Также необходимо провести доработку документации по созданному проекту.

Также в рамках модуля проводится тест полной функциональности созданной системы управления, во время которого оценивается работа систем визуализации и аналитики.

#### **Особенности оценивания результатов выполнения модуля конкурсного задания**

Проверка результатов работы участников выполняется экспертами группы оценивания с привлечением технических экспертов площадки без коммуникации с участниками чемпионата. В связи с этим участникам необходимо строго следовать рекомендациям по организации интерфейсов пользователя и принципам их функционирования, а также наименованиям объектов, чтобы избежать неверной интерпретации результатов работы экспертами.

Анализ работы системы управления проводится путем выполнения набора проверочных операций и наблюдением за работой оборудования и данными, выводимыми на интерфейсы пользователя. Все некорректно именованные или размещенные данные игнорируются при оценивании.

Все объекты имеющие наименования не соответствующие требуемым, будут игнорироваться при проведении оценивания.

#### **Состав работ**

В рамках модуля необходимо разработать систему автоматического управления работы гибкой производственной ячейки, а также систему мониторинга работы производственной линии, предоставляющей данные о ходе и результатах работы производственной линии.

Всего данная работа подразумевает, в том числе, разработку четырех специализированных веб-интерфейсов:

- Интерфейс руководителя производства
- Интерфейс настройки схем сборки изделий
- Интерфейс экспертного контроля качества изделий
- Отладочный интерфейс

Существенной особенностью создаваемой в данном модуле дополнения к системе управления является обеспечение возможности ввода данных сборки из веб-интерфейса настройки схем сборки изделий.

К окончанию работ в систему должны быть загружены (введены) данные по всей предложенной номенклатуре изделий (выдается в начале работ над модулем), которая

содержит до 10 видов изделий. При этом система должна позволять вводить неограниченное количество разных изделий.

Готовая система должна обеспечивать автоматическую (непрерывную и пошаговую) сборку данных изделий аналогично логике, приведенной в модуле С данного конкурсного задания.

Также необходимо реализовать систему визуализации работы производственной ячейки в формате набора линейчатых индикаторов с показом числа, организованных последовательно в таблицу. Данная визуализация должна показывать прогресс выполнения как всей сборки, так и задач на отдельных участках.

Создаваемая система должна также собирать информацию о работе всего оборудования, включая дополнительное (роботы манипуляторы, системы контроля периметров и прочее) и представлять результаты мониторинга руководителю производства.

Веб-интерфейс руководителя производства должен содержать переключатель, задающий режим «рабочей смены», которая влияет на статистику работы гибкой производственной линии – сбор статистики должен выполняться во время активной рабочей смены, а также должна учитываться общая длительность рабочих смен. Должна присутствовать также возможность сброса накопленных статистических данных по сборке изделий.

При выполнении работ над модулем должен быть разработан отладочный веб-интерфейс в рамках которого будет отображаться отладочная информация о работе гибкой производственной ячейки, а также накопленные данные с оборудования за весь период сбора информации. Также на нем должна быть возможность просмотра возникших ошибок и действий пользователя по управлению оборудованием.

Для обеспечения работы отладочного веб-интерфейса реализовать сохранение (логгирование) всех выполняемых команд с сохранением временных отметок.

Также необходимо реализовать сохранение текстового лога работы производственной ячейки с указанием на то, какое изделие собирается, возникающими ошибками и результатом сборки.

На последнем этапе участники должны разработать систему сбора информации о результатах экспертного контроля изготовления изделий. Интерфейс (часть мэшапа «руководителя производства») системы должен представлять возможность кнопочного выбора результатов выполнения операций (брак, годное изделие, неверное изделие) и визуального контроля накопленных данных в виде счетчиков:

- Годное изделие – изделие соответствующее коду;
- Брак – неверно собранное изделие;
- Неверное изделие – это изделие, соответствующее не тому коду, который получен со штрих-код ридера, то есть соответствующее не тому коду, который был получен в задании на сборку (штрих-код ридера).

Параметры для сбора данных с производственной линии и схемы обработки задаются дополнительными документами, прилагаемыми к конкурсному заданию.

### **Контроль рабочей смены**

Контроль рабочей смены выполняется переключателем на веб-интерфейсе руководителя производства. Рабочая смена должна активироваться (начинаться) и деактивироваться

(завершаться) ТОЛЬКО данным переключателем. Любая сборка (изготовление) изделий в автоматическом режиме должна выполняться ТОЛЬКО при активированной рабочей смене.

Система управления должна препятствовать автоматической сборке при деактивированной рабочей смене, фактически, прерывая её. Факт наличия функции контроля автоматической сборки в зависимости от активации смены проверяется при сдаче работы.

Факт активации и завершения рабочей смены должен фиксироваться в логге информационных сообщений.

### **Сводные данные и статистическая обработка**

Система должна вычислять и отображать на интерфейсе руководителя производства некоторый набор сводных и статистических данных, в том числе *ключевой показатель эффективности* (КПЭ, КРІ) работы гибкой производственной линии.

Формула расчета показателя эффективности в общем виде:

$$КРІ = ((t_{смены}/t_{общее}) * ((N_{общ} - N_{брака})/N_{общ})) * 100\%$$

$t_{смены}$  – время от начала работы смены

$t_{общее}$  – время от начала функционирования системы (указывается отдельно) до текущего момента или любой интервал с задаваемой датой начала до текущего момента

$N_{общ}$  – общее количество изготовленных деталей (по отдельной ячейке производственной линии)

$N_{брака}$  – количество бракованных деталей (по отдельной ячейке производственной линии)

Для корректного накопления статистических данных на веб-интерфэйсе руководителя производства должна быть размещена кнопка сброса (рестарта) сбора статистики. С момента её нажатия счетчики количеств и времени обнуляются.

Следующим важным показателем является показатель износа оборудования, который в рамках данного конкурсного задания оценивается двумя параметрами – временем наработки и общим пробегом. Необходимые данные для расчета данных показателей должны набираться с как можно более ранней стадии выполнения задания.

Время наработки – это общее время, которое двигался робот. Фактически измеряется время, когда, к примеру, параметр статуса учебного робота позволяет понять, движется робот или находится в покое. Для робота с позиционным управлением подобным индикатором может являться фаза движения.

Общий пробег – это интегральная (суммарная) характеристика, описывающая степень износа зубчатых колес, ремней, направляющих, подшипников и прочих деталей механизма (робота). В данном конкурсном задании общий пробег нужно вычислять как суммарный угол (по модулю) на который прокрутились сервомоторы роботов. Для каждого сервомотора общий пробег считается индивидуально.

Интегральный показатель нагрузки, в дополнение к оценке пробега, учитывает фактор нагрузки на сервомотор при выполнении операций. Для подсчета показателя вычисляется средняя нагрузка с датчиков во время движения. Значение нагрузки берется по модулю, то есть не зависимо от направления приложения усилия, в процентах от максимального значения, в те моменты, когда изменяются значения энкодеров сервомоторов.

Интегральный показатель износа – это величина пробега с коррекцией на нагрузку, отнесенная к значению предельного пробега, который должен задаваться производителем оборудования.

Формула расчета имеет вид:  $\text{ИПИ} = \text{Пробег} * ( 1 + \text{ИПН} ) / \text{Предельный пробег}$ . Результат представляется в процентах. Например, при пробеге в 10000 с нагрузкой 50% и предельном пробеге 20000 итоговое значение равно 75%.

В дополнение к показателю износа важно оценить общее время простоя оборудования. Это время, в течение которого робот или иное устройство не выполняло никакой задачи. Данные нужно выводить как в абсолютных значениях времени, так и в процентах от общей длительности рабочих смен. В рамках конкурсного задания время простоя нужно рассчитать для двух стационарно размещенных роботов.

Сводными статистическими данными, которые необходимо собирать и вычислять являются:

- Количество выполненных (начатых) сборок;
- Количество прерванных сборок;
- Количество брака;
- Количество годных изделий;
- Количество неверных изделий;
- Количество неверных кодов изделий;
- Время простоя оборудования.

Количества годных, неверных изделий и брака должны собираться как по данным системы распознавания, так и по информации с интерфейса экспертного контроля качества изделий.

Все сводные статистические данные должны собираться только при активной смене (когда идет рабочая смена), то есть включен соответствующий режим.

Сводными мониторинговыми параметрами являются:

- Нарботка (время работы);
- Пробег;
- Показатель нагрузки;
- Показатель износа.

### **Веб-интерфейс руководителя производства (начальника смены)**

Интерфейс руководителя производства должен активироваться (открываться) запуском одного мэшапа с заданным наименованием. Структура и наполнение интерфейса должны соответствовать рекомендациям (проекту), представленным в модуле А для данного интерфейса, а также техническому заданию на разработку веб-интерфейсов пользователей

Интерфейс должен быть функционален сразу после открытия и должен отображать данные в реальном времени с незначительными задержками (обусловленными особенностями технологии «Интернета вещей»). Все настройки параметров сохранения, отображения, допустимых и критических значений должны сохраняться при закрытии мэшапа.

Окна текстовых логов должны отображать сообщения за заданный период сразу после открытия мэшапа.

Интерфейс руководителя производства должен содержать кнопку запуска автоматической сборки в левом верхнем углу интерфейса. Эта кнопка должна запускать все необходимые процессы, в том числе сбора данных, расчета аналитики и прочих, соответствующих заданию.

Также должны присутствовать и кнопка остановки автоматического режима.

## Визуализация данных мониторинга работы производственной ячейки

В составе интерфейса руководителя производства необходимо реализовать режим мониторинга хода изготовления изделий, совмещая данные приходящие с оборудования и состоянием выполнения алгоритма сборки изделий.

Виртуальная модель представляет собой набор линейчатых индикаторов, каждый из которых отображает прогресс выполнения работ на каждом участке, а также набора числовых индикаторов. Кроме того в модель размещаются общие индикаторы выполнения всего цикла (линейчатый и числовой), а также индикатор для оценки времени с начала выполнения сборки и всего времени сборки.

Пример визуализации приведен на рисунке (значения выбраны случайным образом).

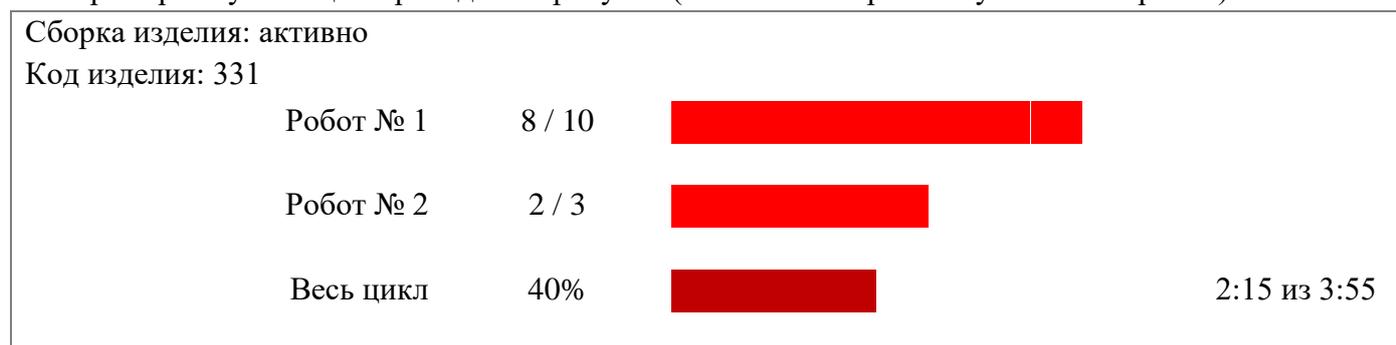


Рис. Схема визуализации прогресса сборки на примере системы с двумя роботами. В алгоритме робота № 1 число рабочих операций равно 10, а у робота № 2 – 3. До окончания сборки осталось немного больше полутора минут.

Также на веб-интерфейсе руководителя производства должна отображаться схема собираемого изделия, аналогично функциональности модуля С, но с учетом возможности ввода новых изделий, и статистические данные по работе гибкой производственной линии.

Сбор статистически данных и их визуализация выполняются с учетом контроля рабочей смены.

## Накопление и визуализация статистической информации

Для накопления статистической информации перед завершением работ по модулю должно использоваться время не менее одной тренировки (10 минут) с обязательной активацией рабочей смены.

Собранная статистическая информация должна представляться в двух видах:

Суммарные накопленные значения (общая длительность смены, время простоя оборудования, объем брака, объем выхода годной продукции, количество неверных запросов, КПЭ, суммарный пробег, степень износа с учетом нагрузки и прочее должны выводиться в виде числовых значений.

Графики температуры, нагрузки сервомоторов, угловой скорости должны выводиться в виде графиков с возможностью задания периода наблюдения (момент начала отображения и момент завершения отображения). Интерфейс должен предоставлять возможность выбрать, какие из параметров нужно отображать. Например, показатель температуры 3 мотора у роботов №№ 1 и 2. Система должна поддерживать одновременного отображения не менее 6 параметров на одном графике.

На веб-интерфейсе руководителя производства должна быть реализована возможность открыть веб-интерфейс для просмотра отладочной информации (отдельного мэшапа для логов).

### **Полуавтоматизированный (экспертный) учет при контроле качества изготовления изделий**

Браком считается ситуация, когда последовательность рабочих операций не совпадает с кодом изделия или по каким-то причинам собранное изделие не совпадает ни с одной из описанных в номенклатуре схем сборки. Неверным изделием считается такое, которое соответствует одному из кодов номенклатуры изделий, но не тому коду, который поступил на вход системы управления со штрих-код ридера или веб-интерфейса.

Контроль верности (качества) изготовления изделия выполняется экспертом. Для автоматизации учета результатов контроля качества изделий необходимо реализовать отдельный веб-интерфейс (мэшап) с числовыми индикаторами, отображающими:

- Код, полученный с штрих-код ридера
- Общее количество запрошенных изделий (кодов, пришедших в корректное время для старта сборки);
- Общее количество неверных кодов из запрошенных
- Общее количество бракованных изделий
- Общее количество верно изготовленных изделий
- Общее количество собранных изделий, но с неверным кодом

Также на данном мэшапе должны находиться кнопки:

- Верное изделие
- Брак
- Неверное изделие

Нажатие на которые приводит к учету соответствующего результата экспертизы.

### **Просмотр технической информации (отладочный веб-интерфейс)**

В процессе работы гибкой производственной линии должна накапливаться техническая информация, такая как логи операций, выполняемых роботами.

Корректным считается только логирование, при котором каждой записи соответствует временная отметка соответствующего события. Рекомендуется реализовать возможность задания временного периода вывода данных отладки. Данные отладки должны предоставляться в текстовом виде, как текстовые сообщения, пригодные для чтения человеком.

Следующие логи представляют интерес для задачи настройки и обслуживания гибкой производственной ячейки:

- Лог ошибок оборудования
- Лог команд, выполняемых роботами.
- Лог общих информационных сообщений, таких как сообщение о начале смены
- Лог критических значений (перегрев, высокая нагрузка, нарушения периметра безопасности и прочее)
- Лог превышения допустимых значений оборудования (выход за рабочую зону)

Рекомендуется также собирать информацию о поступающих кодах со смарт-камеры и прочим событиям.

### **Финализация технической документации. Результаты проекта**

По окончании работ по созданию программных модулей системы управления, необходимо выполнить финализацию технической документации проекта, зафиксировав все изменения, которые были внесены в проект с момента сдачи материалов в модуле А.

Техническая документация должна быть подготовлена на уровне, обеспечивающем дальнейшую поддержку созданного программно-аппаратного комплекса, а также его развития, в том числе другой командой разработчиков. Документация должна обладать достаточной полнотой для оценки качества выполненного проекта.

Кроме того, в пакет документации должны быть включены все материалы, которые были созданы при работе над проектом, в том числе протоколы тестирования оборудования и рабочие записи участников.

Проектная документация может предоставляться в электронной, печатной и рукописной форме.

Техническое описание предоставляется в форме файла в формате Portable Document Format (Adobe PDF), формат имени файла: TeamX\_ModuleD.pdf, где X-номер команды, а также документов, выполненных на листах А4. Техническое предложение должно включать также все подготовленные материалы по организации работ команды участников на период выполнения конкурсного задания.

В данном файле может быть указан состав дополнительной документации (приложения), размещенные в отдельных файлах, например, сканированные копии диаграмм, распечатанные либо выполненные иным способом, на листах формата А4.

Дополнительные файлы должны иметь такое же имя, как основной файл с дополнением «\_applicationN» - где N – номер приложения.

Упоминание всех приложений (опись) должны содержаться в основном документе с указанием имен файлов и наименования содержания.

Все документы должны быть подписаны (иметь наименования) в верхнем (правом-верхнем) углу листов. Если документ содержит несколько листов, то также должны быть указаны страницы (т.е., например, страница М из N).

### **Состав работ**

Подготовить техническое описание системы мониторинга и управления технологическим процессом для заданного производственного модуля.

Техническое описание должно содержать:

- схемы интерфейсов системы управления с указанием назначения элементов;
- схемы интерфейсов (информационные модели с указанием имен виджетов, связанных сервисов и их параметров);
- структуры данных системы хранения с описанием полей;
- схемы структур и потоков обработки данных системы управления;
- объектная модель системы управления с описанием назначения объектов (вещей);
- материалы по организации отладки и тестированию работы;

- материалы по организации работы над проектом, управлении временем работы и распределением задач;
- инструкции по выполнению типовых задач с использованием созданной системы, в том числе по настройке схем сборки изделий, а также по настройке целевых позиций, допустимых и критических значений параметров;
- прочие материалы по предлагаемому варианту решения, включая описание процедур, организацию взаимодействия с пользователем, описание пользовательского интерфейса, проект архитектуры системы управления.

Описание предлагаемого решения должно обеспечивать понимание назначения и функциональности элементов пользовательских интерфейсов, порядок (методы) их использования, источники и приемники данных, а также методы реализации управляющих воздействий.

Результатом проектирования также является схема распределения работ участников проектной команды, вспомогательные протоколы для фиксации результатов отдельных работ, чек-листы и прочие необходимые документы, не входящие в состав технического описания, предоставляемого на оценивание по результатам выполнения работы.

**ДОПОЛНЕНИЕ:** В реальной практике на основе этой документации заказчик решает, готова ли команда к выполнению проекта.

На основе финальной версии проектной документации будет сделан вывод о качестве реализации программного кода и самого приложения в целом, а также готовности команды к профессиональной разработке распределенных систем управления.