

**СОГЛАСОВАНО**  
Председатель Координационного  
Совета партнёров  
Киселева И.С.

\_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года

**СОГЛАСОВАНО**  
Руководитель центра развития  
движения «Абилимпикс»  
Московской области  
Липатова Н.Ю.

\_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года



## Московский областной чемпионат «АБИЛИМПИКС»

### КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ по компетенции

### « ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ »

Главный эксперт по компетенции: \_\_\_\_\_ / Гриднев М. Г. /  
Подпись ФИО

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года

Московская область, 2022 год

# Московский областной чемпионат «АБИЛИМПИКС»

Согласовано главным экспертом по  
компетенции

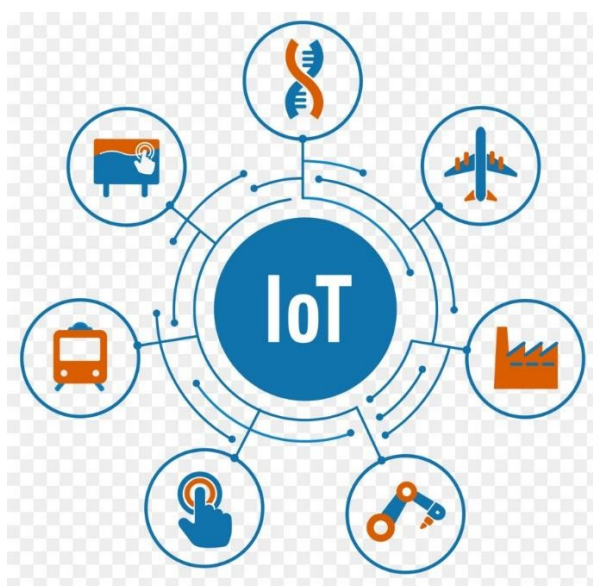
«Интернет вещей»

\_\_\_\_\_ / Гриднев М. Г. /

## КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

ПО КОМПЕТЕНЦИИ

## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ



Московская область, 2022

# 1. ОПИСАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

## 1.1. Актуальность компетенции

Понятие «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT) базируется на концепции «Промышленный интернет» (Industrial Internet, M2M), дополненной принципами SaaS (Software as a Service - приложение как сервис) и BI (Business Intelligent - деловая аналитика).

«Промышленный интернет» - это бурно развивающийся сегмент мирового интернета, состоящий в появлении интеллектуальных, подключенных к глобальной сети изделий и систем, позволяющих вести удаленный мониторинг, управление, обслуживание, включая обработку больших данных.

К 2025г., по разным оценкам, ожидается 20 -50 млрд. устройств и 5 млн. приложений сегмента M2M, а к 2035 г. - до 1 трлн. устройств и 500 млн. приложений.

Разработка приложений для IoT отличается от традиционной разработки ПО, поскольку подразумевает существенную аппаратную составляющую (программирование устройств и M2M взаимодействия) и потому близок к робототехнике. В то же время, очень сильна интеграция IoT с интернетом и поэтому специалист IoT должен иметь навыки веб-программирования. В последнее время оформилась область знания (по аналогии с «программной инженерией»), которую принято называть «системным инжинирингом» (инженерией систем), которая наиболее точно описывает требуемые компетенции специалиста IoT. Таким образом, разработчик IoT приложений должен обладать достаточными компетенциями в областях:

- Веб-программирование
- Автоматические системы управления
- Физика (в частности, электроника и механика) и математика
- Системная инженерия

«Системный инженер» в данном случае должен уметь сформировать готовое инженерное решение, соответствующее требованиям задания, из существующих инженерных устройств (датчики, исполнительные устройства), активно используя существующие варианты, как в технических устройствах, так и в готовых программных модулях управления, активно используя возможности и условия сопряжения различных систем, а также разработку многоуровневых систем реализации возложенного функционала.

## **1.2. Профессии, по которым участники смогут трудоустроиться после получения данной компетенции.**

Специалисты в компетенции «Интернет вещей» могут успешно работать в следующих областях:

- связь;
- электроника и радиоэлектроника;
- прикладное и системное программирование;
- разработка WEB-приложений;
- робототехника;
- системное администрирование;
- проектирование инженерных решений;
- разработка предпродажной проработки;
- настройка сетевого взаимодействия.

## **1.3. Ссылка на образовательный и/или профессиональный стандарт (конкретные стандарты).**

В настоящее время, частично, Компетенция может быть описана уже существующими утвержденными Профессиональными стандартами, однако они большей частью описывают знания и навыки Инженерной части компетенции (1,2 модуль оценки знаний). Для основной части компетенции – навыки программирования инженерных визуальных интерфейсов облачных приложений – компетенция еще не описана.

| <b>Школьники</b>   | <b>Студенты</b>  | <b>Специалисты</b>   |
|--|--|--|
| ФГОС СПО по профессии 60.10<br>Деятельность в области радиовещания           | ФГОС СПО по профессии 60.10<br>Деятельность в области радиовещания           | ФГОС СПО по профессии 60.10<br>Деятельность в области радиовещания           |
| ФГОС СПО по профессии 60.20<br>Деятельность в области телевизионного вещания | ФГОС СПО по профессии 60.20<br>Деятельность в области телевизионного вещания | ФГОС СПО по профессии 60.20<br>Деятельность в области телевизионного вещания |

|   |   |   |
|---|---|---|
| ФГОС СПО по профессии 61.10.1<br>Деятельность по предоставлению услуг телефонной связи            | ФГОС СПО по профессии 61.10.1<br>Деятельность по предоставлению услуг телефонной связи            | ФГОС СПО по профессии 61.10.1<br>Деятельность по предоставлению услуг телефонной связи            |
| ФГОС СПО по профессии 61.10.4<br>Деятельность в области документальной электросвязи               | ФГОС СПО по профессии 61.10.4<br>Деятельность в области документальной электросвязи               | ФГОС СПО по профессии 61.10.4<br>Деятельность в области документальной электросвязи               |
| ФГОС СПО по профессии 61.10.9<br>Деятельность в области связи на базе проводных технологий прочая | ФГОС СПО по профессии 61.10.9<br>Деятельность в области связи на базе проводных технологий прочая | ФГОС СПО по профессии 61.10.9<br>Деятельность в области связи на базе проводных технологий прочая |
| ФГОС СПО по профессии 2144<br>Инженеры-электроники, инженеры по связи и приборостроению           | ФГОС СПО по профессии 2144<br>Инженеры-электроники, инженеры по связи и приборостроению           | ФГОС СПО по профессии 2144<br>Инженеры-электроники, инженеры по связи и приборостроению           |

#### 1.4. Требования к квалификации.

Применение компетенции «Системный инженер в области Интернета вещей (IoT)» или «Инженер-проектировщик систем Интернета вещей» имеет очень широкие возможности. Согласно представленным конкурсным заданиям для различных возрастов планируется применение навыков, знаний и опыта в разделе «Умный объект». При этом под объектом понимается законченная функциональная модель инженерной системы (ИС), состоящая из широкого спектра различных датчиков, исполнительных систем и систем

автоматики, которые позволяют обеспечить выполнение следующих модулей конкурсного задания:

- проектирование и презентация информационно-инженерной системы представленной модели объекта;
- построение информационно-инженерной системы на модели объекта с реализацией определенного функционала объекта;
- создание визуального интерактивного сетевого приложения, обеспечивающего необходимый функционал объекта (модели), мониторинга, автоматического управления и выполнения контрольных заданий.

| <b>Виды трудовой (профессиональной) деятельности</b>              | <b>Школьник</b>  | <b>Студент</b>  | <b>Специалист</b>   |
|---|--|---|---|
| <b>1. Соблюдение техники безопасности и пожарной безопасности</b> | Подготовка и проверка рабочего места к работе:<br>- визуальная проверка рабочего инструмента,<br>- проверка наличия необходимых датчиков и систем управления;<br>- проверка электробезопасности;<br>;<br>- соблюдение правил пользования электроинструментом при выполнении электротехнических и монтажных работ;<br>- оказание первой медицинской помощи. | Подготовка и проверка рабочего места к работе:<br>- визуальная проверка рабочего инструмента,<br>- проверка наличия необходимых датчиков и систем управления;<br>- проверка электробезопасности;<br>- соблюдение правил пользования электроинструментом при выполнении электротехнических и монтажных работ;<br>- оказание первой медицинской помощи. | Подготовка и проверка рабочего места к работе:<br>- визуальная проверка рабочего инструмента,<br>- проверка наличия необходимых датчиков и систем управления;<br>- проверка электробезопасности;<br>- соблюдение правил пользования электроинструментом при выполнении электротехнических и монтажных работ;<br>- оказание первой медицинской помощи. |
| <b>2. Разработка и представление инженерного решения. ( 10% )</b> | - определение основного функционала, реализуемого на объекте решения;<br>- определение соответствия проектируемого решения требованиям технического задания;<br>- определение спецификации технического решения.   | - определение основного функционала, реализуемого на объекте решения;<br>- определение соответствия проектируемого решения требованиям технического задания;<br>- определение спецификации технического решения.  | - определение основного функционала, реализуемого на объекте решения;<br>- определение соответствия проектируемого решения требованиям технического задания;<br>- определение спецификации технического решения;<br>- разработка инженерной документации ИИС;<br>- определение основных характеристик объекта.  |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <p><b>3. Программирование основного функционала созданной ИИС в соответствии с техническими требованиями, контроль корректной работы ИИС реализованного задания.</b></p> | <p>-настройка основных возможностей облачных приложений по сбору данных с ИИС для дальнейшего использования и анализа;<br/>- настройка возможностей дистанционного управления ИИС посредством облачного Приложения;<br/>- настройка возможностей автоматической работы системы в рамках программируемых параметров;<br/>- реализация основного функционала объекта в виде 10 функциональных решений линейного взаимодействия в соответствии с техническим заданием на реализацию;<br/>- выявление несоответствия реализуемых функций предоставленному ТЗ и возможностей оперативных изменений;</p> | <p>-настройка основных возможностей облачных приложений по сбору данных с ИИС для дальнейшего использования и анализа;<br/>- настройка возможностей дистанционного управления ИИС посредством облачного Приложения;<br/>- настройка возможностей автоматической работы системы в рамках программируемых параметров;<br/>- реализация основного функционала объекта в виде 20 функциональных решений с использованием линейных, условных и вариативных условий в соответствии с техническим заданием на реализацию;<br/>- выявление несоответствия реализуемых функций предоставленному ТЗ и возможностей оперативных изменений;</p> | <p>-настройка основных возможностей облачных приложений по сбору данных с ИИС для дальнейшего использования и анализа;<br/>- настройка возможностей дистанционного управления ИИС посредством облачного Приложения;<br/>- настройка возможностей автоматической работы системы в рамках программируемых параметров;<br/>- реализация основного функционала объекта в виде 20 функциональных решений с использованием линейных, условных и вариативных условий в соответствии с техническим заданием на реализацию;<br/>- выявление несоответствия реализуемых функций предоставленному ТЗ и возможностей оперативных изменений;</p> |
|  | <p>-поиск возможных неисправностей в работе системы.</p>   | <p>-поиск возможных неисправностей в работе системы;<br/>- выполнение дополнительного технического задания.</p>   | <p>-поиск возможных неисправностей в работе системы;<br/>- выполнение дополнительного технического задания.</p>   |
| <p><b>4. Реализация автоматизированного цикла сборки ( 20%)</b></p>  | <p>- настройка сетевого взаимодействия локального оборудования и облачного приложения.</p>   | <p>- локальное программирование и настройки используемого оборудования;<br/>- сетевое подключение используемого локального инженерного оборудования;</p>  | <p>- локальное программирование и настройки используемого оборудования (контроллера);<br/>- сетевое подключение используемого локального</p>  |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"><li>- настройка сетевого взаимодействия локального оборудования и облачного приложения;</li><li>- выполнение дополнительного задания.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>инженерного оборудования;</li><li>- настройка сетевого взаимодействия локального оборудования и облачного приложения;</li><li>- выполнение дополнительного задания.</li></ul> |
|--|--|---|---|



## 2. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ.

### 2.1. Краткое описание задания

Разработка, проектирование и построение системы автоматизированного мониторинга и управления инфраструктурой, инженерными коммуникациями и оборудованием объекта «Производственная ячейка» / «Участок производства» на основе использования предоставленных инженерных возможностей объекта и программирования Web-интерфейсов. Конкурсное задание формируется для 3 возрастных уровней / уровней профессиональной подготовки участников Чемпионата.

Каждый из вариантов Конкурсного задания предусматривает свои критерии оценивания, направленные на полноценную и объективную оценку выполняемого задания с учетом возраста участника: школьники 10 – 16 лет (5-9 классы общеобразовательной школы), студенты средне-специальных и высших учебных заведений - от 16 до 22 лет, а также специалисты - выпускники средне-специальных и высших учебных заведений, прошедших курс подготовки по компетенции «Инженер-проектировщик систем Интернета вещей».

Модули задания:

- Аналитический (проектный) - разработка и презентация решения организации мониторинга и управления «Производственной ячейки» / «Участка производства»;
- программирование функционала информационной системы посредством разрабатываемого Web-интерфейса;
- осуществление управления и мониторинга «Производственной ячейки» / «Участка производства».

### 2.2. Структура и подробное описание конкурсного задания.

| Категория участника | Наименование и описание модуля   | День               | Время        | Результат   |
|---------------------|--|--------------------|--------------|---|
| Школьник            | Модуль 1 - Разработка и презентация решения организации мониторинга и управления | <i>Первый день</i> | <i>1 час</i> | Презентация и техническое описание инженерного объекта. |

|                   |  |                    |                       |  |
|-------------------|--|--------------------|-----------------------|--|
|                   | <b>Модуль 2 -</b><br>Программирование функционала информационной системы посредством предоставленного Web-интерфейса | <i>Первый день</i> | <i>2 часа 30 мин.</i> | Работа ИИС по 3 основным направлениям: визуализация, мониторинг, управление.     |
|                   | <b>Модуль 3 –</b><br>Программирование автоматизированного цикла сборки детали  | <i>Первый день</i> | <i>30 мин.</i>        | Выполнение дополнительного задания.  |
| <b>Студент</b>    | <b>Модуль 1 -</b> Разработка и презентация решения организации мониторинга и управления                              | <i>Первый день</i> | <i>1 час</i>          | Презентация и техническое описание инженерного объекта.                          |
|                   | <b>Модуль 2 -</b><br>Программирование функционала информационной системы посредством предоставленного Web-интерфейса | <i>Первый день</i> | <i>3 часа</i>         | Работа ИИС по 3 основным направлениям: визуализация, мониторинг, управление.     |
|                   | <b>Модуль 3 -</b><br>Программирование автоматизированного цикла сборки детали.                                       | <i>Первый день</i> | <i>1 час</i>          | Выполнение дополнительного задания.  |
| <b>Специалист</b> | <b>Модуль 1 -</b> Разработка и презентация решения организации мониторинга и управления                              | <i>Первый день</i> | <i>1 час 30 мин.</i>  | Презентация и техническое описание инженерного объекта.                          |
|                   | <b>Модуль 2 -</b><br>Программирование функционала информационной системы посредством предоставленного Web-интерфейса | <i>Первый день</i> | <i>3 часа</i>         | Работа ИИС по 3 основным направлениям: визуализация, мониторинг, управление.     |
|                   | <b>Модуль 3 -</b><br>Программирование автоматизированного цикла сборки детали.                                       | <i>Первый день</i> | <i>1 час 30 мин</i>   | Построение инженерно-информационной системы, выполнение дополнительного задания. |

Участник может самостоятельно распределить время на выполнение каждого модуля или указать время, отводимое на выполнение каждого модуля.

### 2.3. Последовательность выполнения задания.

На столах, расположенных в зоне для проведения соревнования, установлена функциональная модель современного инженерного объекта, имеющего определенный функционал и назначение.

Модель обеспечивает реализацию функций инженерного мониторинга (сбор данных с датчиков и приборов) в соответствии с основным предназначением объекта, а также возможность использования исполнительных систем, которые необходимы для работы исследуемого инженерного объекта.

Вид, функционал и особенности работы модели инженерного объекта становится известен не ранее, чем за 5 дней до начала проводимого Чемпионата.

Для реализации условий проводимых соревнований, Участникам конкурса соревнований предоставляется доступ к платформе IoT ThinkWorks, персональный компьютер, текст задания с техническим описанием.

Участникам соревнований, в зависимости от возрастной линейки, предлагается выполнить задание, которое состоит из отдельных модулей, каждый из которых включает в себя период подготовки к выполнению части задания и непосредственное выполнение задания для этого модуля в регламентированные сроки.

Участники соревнований должны проанализировать многофакторную структуру, представленной модели Информационно - инженерной системы для реализации решения по средствам функционала платформы IoT ThinkWorks и демонстрации следующих возможностей реализуемого проекта:

- автоматическое управление объектом функционалом объекта при условии соблюдения определенных условий;
- возможность удаленного управления параметрами и функционалом объекта;
- мониторинг (сбор и анализ) всех данных на объекте;
- информирование о нестандартной ситуации на объекте;
- линейное управление функционалом объекта (если {показатель 1}, то {действие 1});
- многофакторное управление функционалом объекта (если {показатель 1} и {условие – показатель 2}, то {действие 1}), участники при выполнении конкурсных заданий должны сформировать и представить

решение управления функционалом объекта (ИИС).

- и другие решения, которые участник готов продемонстрировать, работая с конкурсным заданием в объемах поставленной задачи.

### **Модуль 1. – Аналитический (проектный).**

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;
- Секретная часть конкурсного задания по модулю 1;
- Секретная часть конкурсного задания по модулю 2;
- Секретная часть конкурсного задания по модулю 3;
- 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 2],

настройки целевых позиций [для модуля 3]

- 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 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;
- 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 два 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;

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

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) приведены далее.

Результатом проектирования также является схема распределения работ участников, 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 3) 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.

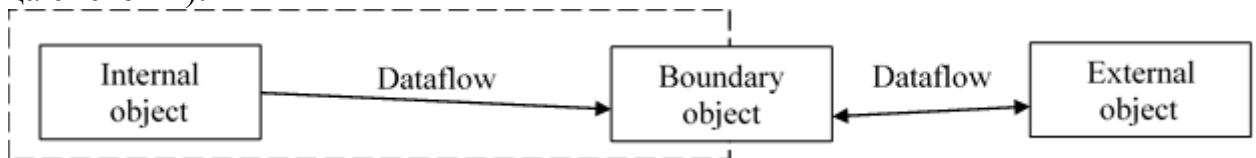
### **Требования к представлению объектной модели системы управления**

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.

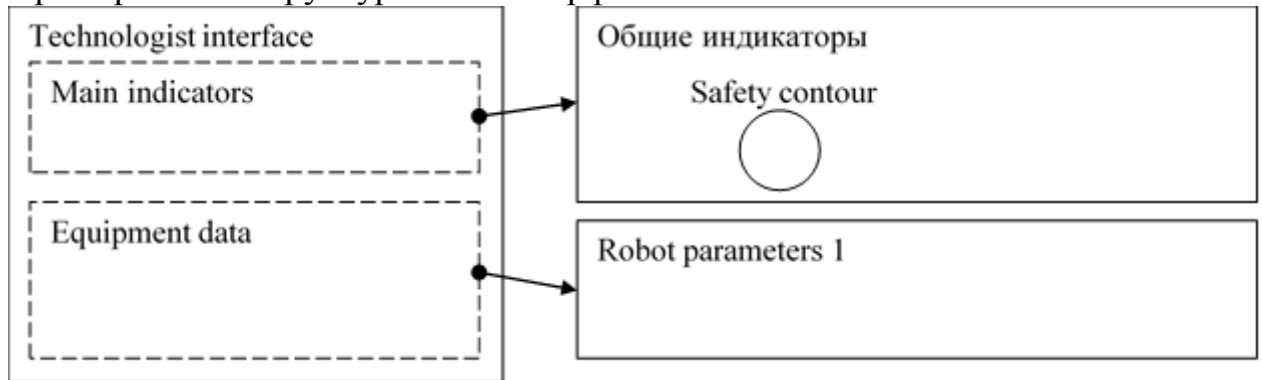
**ВАЖНО!** При проектировании структуры веб-интерфейсов необходимо учитывать потребность в отображении отладочной информации. Отображение может выполняться как на отдельных интерфейсах, так и в составе основных интерфейсов.

**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 обеих 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.

### **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:

Traffic Lights (real)

Virtual thing TrafficLights

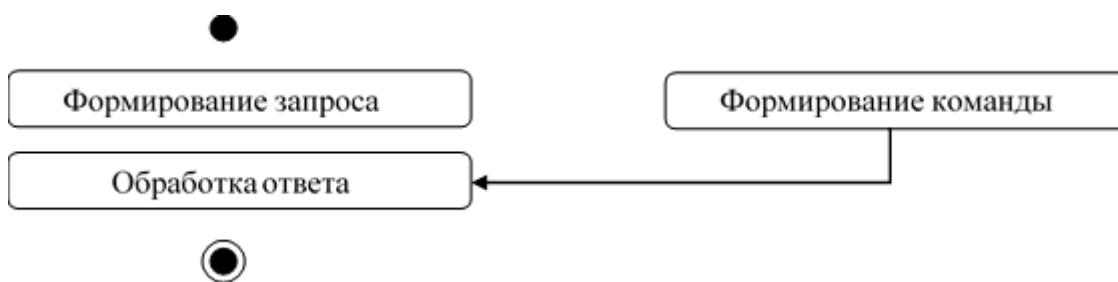


Рис. Пример диаграммы действий для управления светосигнальной лампой

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 1 и, в дальнейшем, уточнены в модуле 3. 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.

**Выполнение Модуля № 1 Задания считается завершенным, когда:**

- Сформирована вся вышеуказанная проектная документация;
- Готовая Презентация, описывающая формируемое Инженерное решение объекта.

**Модуль 2– Создание и программирование Web-интерфейсов.**

В рамках данного модуля необходимо разработать на платформе ThingWorx систему сбора данных с оборудования производственного модуля, а также

создать веб-интерфейс инженера-технолога и оператора для отображения всех поступающих данных с оборудования и управления.

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;
- 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-интерфейс 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 работа 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 и отображения данных 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, 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.

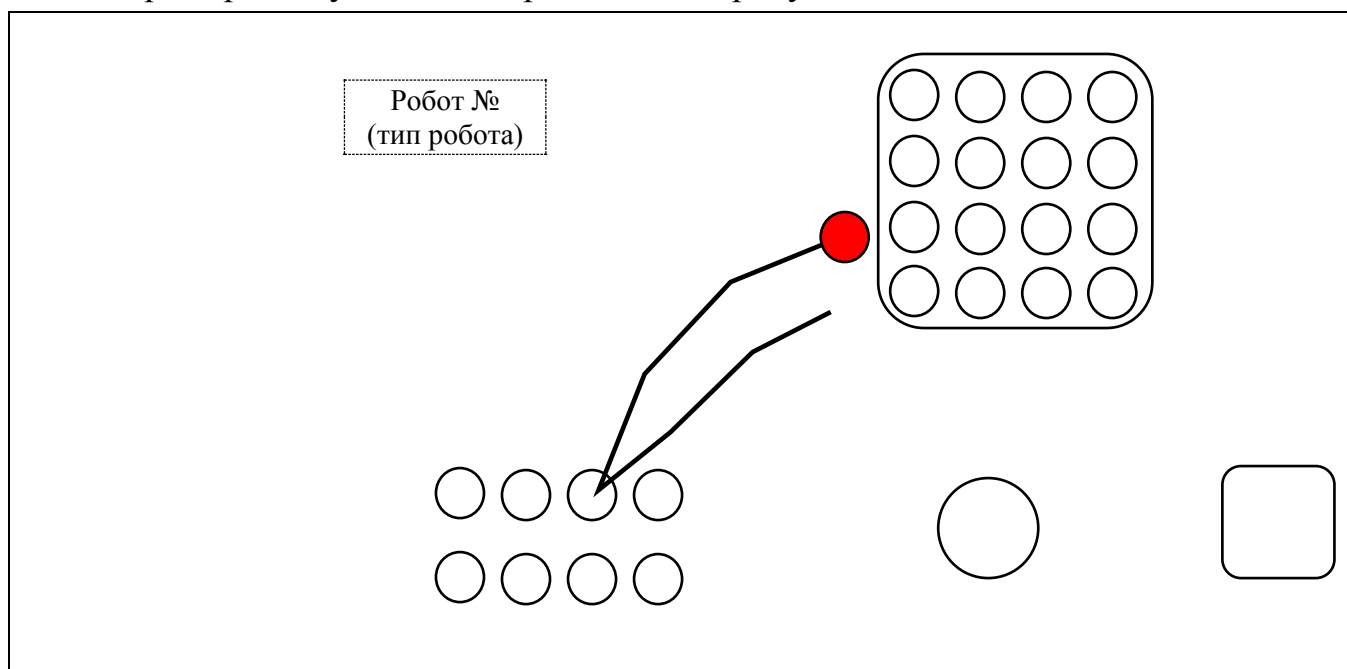


Рис. Схема рабочей зоны с примером визуализации работы робота-манипулятора с координатным управлением. Приведен пример для робота с двумя рабочими зонами и зоной парковки.

### **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 участника (команды). То есть, например, вспомогательный мэшап участника № 2 может называться **Team02\_AdditionalMashup**

### **Обмен данными с оборудованием**

Получение информации от оборудования и управление 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.

### **Модуль 3. – Автоматизирование процесса производства.**

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. Промышленные роботы и мобильный логистический робот настроены на POI-управление.

### ***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», являющимися 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 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. 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 сменой.

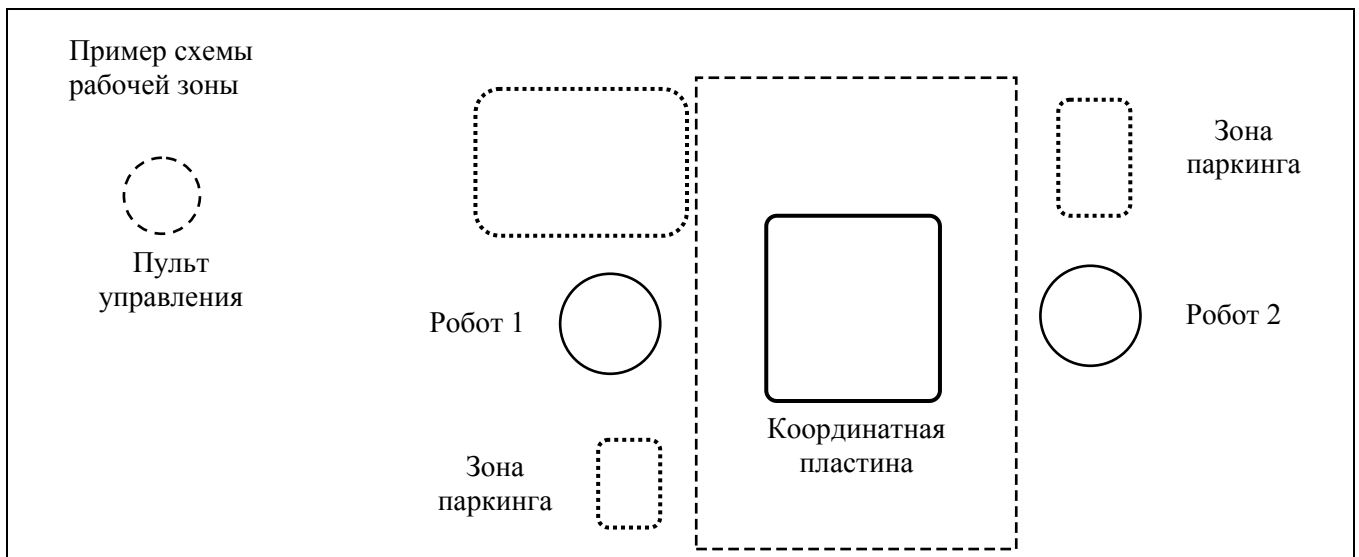


Рис. Схема гибкой производственной линии

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.

Пульт управления (удаленный терминал) размещается 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 (или соответствующего поля на мэшапе, если установлен соответствующий режим).

Если получаемый код неизвестен (или равен «0») то обработка не должна начинаться. Если поступает код не соответствующий не одному допустимому коду, то такое событие обрабатывается как «неверное изделие». Если задача выполнена неверно (по результатам проверки и 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 также в 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 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 окончанию 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». 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.

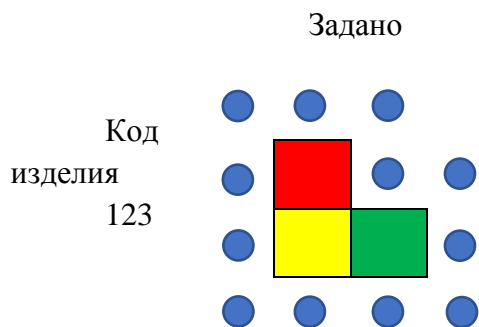


Рис. Пример фрагмента интерфейса оператора, на котором расположение деталей (в цветовом кодировании) и узловых точек, через которые проходит обводка изделия.

**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.

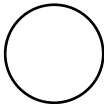

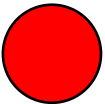
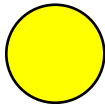
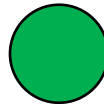

### **Калибровка оборудования**

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        | 1   | 2   | 3   | 4  | 5   | 6   |

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 |
| 0                                    |   |       |       |       |       |   |
| 298                                  |   | 2220  | 400   | 5550  |       |   |
| 331                                  |   | 22330 | 40040 | 40040 | 55660 |   |
| Автоматическая сборка (для модуля 3) |   |       |       |       |       |   |
|                                      |   |       |       |       |       |   |
|                                      |   |       |       |       |       |   |
|                                      |   |       |       |       |       |   |
|                                      |   |       |       |       |       |   |
|                                      |   |       |       |       |       |   |
|                                      |   |       |       |       |       |   |
|                                      |   |       |       |       |       |   |

Пояснение: Первые два кода используются для отладки алгоритмов сборки в модуле 2, а остальные коды выдаются в начале 3 модуля для реализации полностью

Общая длительность проведения соревнования – 4 - 6 часов.

#### 2.4. 30% изменение конкурсного задания.

Перед соревнованием главный эксперт может изменить схему сборки детали. К 30% изменению нельзя относить порядок выполнения задания и конфигурацию «Производственной ячейки» / «Участка производства».

## 2.5. Критерии оценки выполнения задания.

### 2.5.1. Школьники.

| Критерий                                  | Оценки      |              |            |
|---|-------------|--------------|------------|
|   | Объективные | Субъективные | Всего      |
| Разработка и презентация проекта системы  | 18          | 5            | 23         |
| Разработка интерфейса мониторинга системы | 22          | 0            | 22         |
| Разработка интерфейса управления системой | 55          | 0            | 55         |
| <b>Итого</b>                              | <b>95</b>   | <b>5</b>     | <b>100</b> |

### 2.5.2. Студенты.

| Критерий                                  | Оценки      |              |            |
|---|-------------|--------------|------------|
|   | Объективные | Субъективные | Всего      |
| Разработка и презентация проекта системы  | 22          | 5            | 27         |
| Разработка интерфейса мониторинга системы | 31          | 0            | 31         |
| Разработка интерфейса управления системой | 42          | 0            | 42         |
| <b>Итого</b>                              | <b>95</b>   | <b>5</b>     | <b>100</b> |

### 2.5.3. Специалисты.

| <b>Критерий</b>                           | <b>Оценки</b>      |                     |              |
|---|--------------------|---------------------|--------------|
|   | <b>Объективные</b> | <b>Субъективные</b> | <b>Всего</b> |
| Разработка и презентация проекта системы  | <b>12</b>          | <b>5</b>            | <b>17</b>    |
| Разработка интерфейса мониторинга системы | <b>36</b>          | <b>0</b>            | <b>39</b>    |
| Разработка интерфейса управления системой | <b>47</b>          | <b>0</b>            | <b>44</b>    |
| <b>Итого</b>                              | <b>95</b>          | <b>5</b>            | <b>100</b>   |

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИНСТРУМЕНТОВ И РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

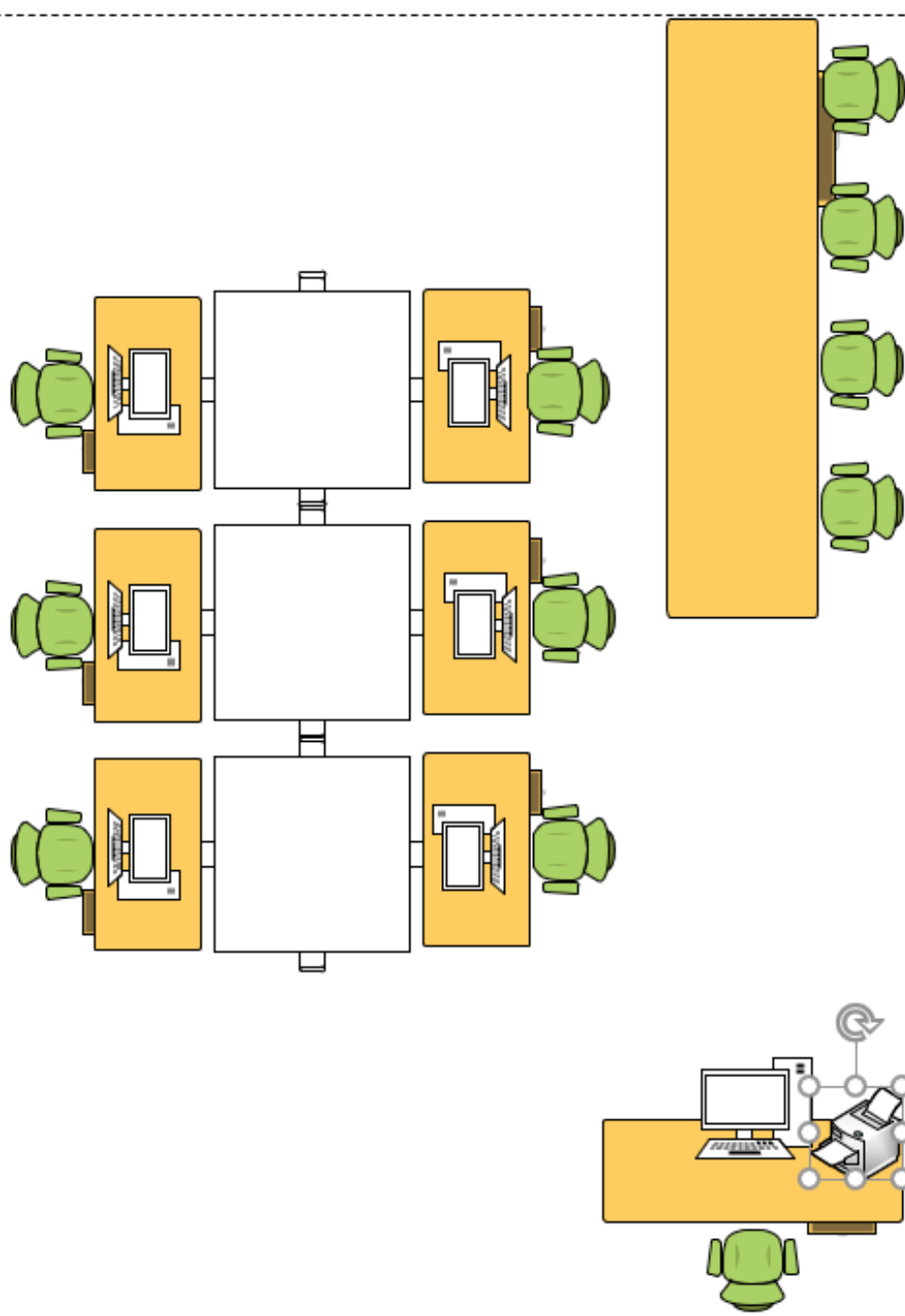
| <b>ОБОРУДОВАНИЕ НА 1-ГО УЧАСТНИКА</b>   |  |   |               |        |
|---|--|---|---------------|--------|
| <b>Оборудование, инструменты, ПО, мебель</b>  |  |   |               |        |
| №   | Наименование                           | тех. характеристики оборудования, инструментов и ссылка на сайт производителя, поставщика | Ед. измерения | Кол-во |
| 1   | Стол ученический                       | Не менее, чем 600 х 600 мм  | Шт.           | 1      |
| 2   | Стул ученический                       | На усмотрение организаторов   | Шт.           | 1      |
| 3   | Сетевая инфраструктура (маршрутизатор) | Коммутатор 12 Ethernet портов   | Шт.           | 1      |
| 4   | Компьютер (ноутбук)                    | Мин. Требования: i5 2,2 ГГц, DDR4 4 Гб, 250 Гб SSD, 15.6"                                 | Шт.           | 1      |
| 5   | Инженерный объект                      | Производственная ячейка   | Шт.           | 1      |
| 6   | Платформа IoT                          | ThinkWorks  | Компл.        | 1      |
| <b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЛОЩАДКЕ/КОММЕНТАРИИ</b>   |  |   |               |        |
| Количество точек электропитания и их характеристики, количество точек интернета и требования к нему, количество точек воды и требования (горячая, холодная) |  |   |               |        |
| №   | Наименование                           | Тех. характеристики   |               |        |
| 1   | Электричество                          |   | кВт           | 3,5    |
| 2   | Внешний интернет                       |   | Мб/с          | 100    |

#### 4. МИНИМАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОСНАЩЕНИЮ РАБОЧИХ МЕСТ С УЧЕТОМ ВСЕХ ОСНОВНЫХ НОЗОЛОГИЙ.

| Наименование нозологии                                | Площадь, м.кв. | Ширина прохода между рабочими местами, м. | Специализированное оборудование, количество.   |
|---|----------------|---|--|
| Рабочее место участника с нарушением слуха            | 3              | 1,5                                       | Сурдотехнические средства – слуховой аппарат - 1 шт.<br><a href="http://www.otofon.ru/info.phtml?c=119&amp;i d=237">http://www.otofon.ru/info.phtml?c=119&amp;i d=237</a>  |
| Рабочее место участника с нарушением зрения           | 3              | 1,5                                       | Тифлотехнические средства – ручной видеоувеличитель – 1 шт, лупа – 1 шт.<br><a href="http://dostupsreda.ru/store/">http://dostupsreda.ru/store/</a>  |
| Рабочее место участника с нарушением ОДА              | 3              | 1,5                                       | Стол рабочий для людей с двигательными нарушениями, регулируемый по высоте – 1 шт; Наличие компьютерной техники, адаптированной для инвалидов со специальным программным обеспечением, альтернативных устройств ввода информации и других технических средств ее приема- передачи<br><a href="https://www.mininuniver.ru/svedenia/spetsialnye-tekhicheskie-sredstva-obucheniya-dlya-lits-s-narusheniem-oporno-dvigatel'nogo-apparata-i-dtsp">https://www.mininuniver.ru/svedenia/spetsialnye-tekhicheskie-sredstva-obucheniya-dlya-lits-s-narusheniem-oporno-dvigatel'nogo-apparata-i-dtsp</a> |
| Рабочее место участника с соматическими заболеваниями | 3              | 1,5                                       | Не требуется   |
| Рабочее место участника с ментальными нарушениями     | 3              | 1,5                                       | Не требуется   |



## 5. СХЕМА ЗАСТРОЙКИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ



## **6. РЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

После окончания работ каждый Участник обязан:

1. Отключить электрические приборы и устройства от источника питания.
2. Привести в порядок рабочее место.
3. Сдать Экспертам оборудование, материалы и инструмент.