## Компетенция «Интернет вещей» (Юниоры)

## Техническое задание по Модулю В

## Организация гибкого управления технологическим процессом

В рамках данного модуля необходимо разработать на платформе Node-RED с подключенной СУБД MySQL разработать 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.

Для избегания некорректного (с точки зрения созданной системы) запуска процедур и выполнения действий с интерфейсом, необходимо подготовить краткие инструкционные материалы, которые будут содержать список и описание выполненных элементов задания, а также пошаговую инструкцию настройки параметров системы, а также запуска автоматической сборки изделий. Все действия должны выполняться из веб-интерфейсов и не предполагать ввода неочевидных параметров или выполнения действий с неочевидной последовательностью и назначением. Инструкции предоставляются экспертам по окончанию работ над модулем.

**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 «P» для указания роботу переместиться в позицию паркинга.

В рамках конкурсного задания роботы-манипуляторы поддерживают оба вида управления, однако в обмене данными с роботами должен использоваться координатный режим.

При разработке системы управления участники должны реализовать режим POI-управления за счет пересчета кодов позиций (целевых действий) в конкретные координаты требуемых положений роботов. При этом рекомендуется обеспечить интерфейс для ввода/просмотра/коррекции списка позиций и соответствующих им координат.

Интерфейс оператора должен предоставлять возможность ввода кодов позиций в текстовом виде. Характер (формат) ввода кодов позиций может быть определен участником в виде пояснения на веб-интерфейсе рядом с полем ввода.

При реализации автоматических режимов и сохранении/визуализации последовательности операций необходимо использовать коды позиций (целевых действий), а не значения координат, за исключением случаев прямой отправки координат через интерфейс «ручного управления».

## 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 для выполнения запланированного набора рабочих операций, а также работу в пошаговом и полностью автоматическом режиме.

На площадке в рамках конкурсного задания представлена гибкая производственная ячейка, сформированная для решения задачи разборки и сборки изделий.

Рабочая зона содержит координатную пластину, систему хранения (подачи деталей) и систему сброса (выгрузки деталей). Роль деталей в конкурсном задании выполняют пустотелые пластиковые шары диаметром 40 мм.

Функционирование системы сборки определяется сочетанием трех типов операций:

* Размещение деталей на шасси;
* Удаление деталей из шасси;
* Сортировка деталей путем переноса из системы подачи в систему сброса;

Сборка выполняется путем размещения деталей стандартизованной формы в специализированное шасси (координатную пластину). При этом детали переносятся из системы хранения (подачи деталей).

Разборка выполняется путем перемещения деталей из шасси в систему сброса. Заданием может быть определен как сброс без контроля вида деталей, так и с контролем. Во втором случае необходимо перемещать детали в соответствующий их типу лоток сброса.

Сортировка является подготовительной технологической операцией и предполагает перенос деталей из системы подачи с контролем их типа в зону сброса.

Возможны два типа заданий в плане обработки задач на обработку деталей со статичной загрузкой системы хранения (1) и с непрерывной обработкой деталей по мере их поступления (2).

Конкретные типы задач определяются экспертами в рамках изменений перед началом конкурсных мероприятий.

В целях решения задачи отладки производственного цикла, вначале работ над модулем участникам будет предложено две фиксированные конфигурации размещения деталей на координатной пластине – два базовых изделия. Фиксированы будут типы деталей, а также их размещение в системе хранения.

В отладочных заданиях расположение «запасных» деталей в системе хранения (которыми осуществляется сборка) на начало цикла сборки каждого изделия будет обновляться (будут заполняться все слоты системы хранения).

Тестовые (отладочные) изделия будут иметь трехзначные коды, объявляемые участникам перед началом работ.

В данном модуле необходимо:

1. Создать веб-интерфейс оператора в соответствии со структурой, заданной при проектировании и требованиями, определенными в «***требованиях к интерфейсам пользователя системы***», являющимися приложением к конкурсному заданию.

2. Реализовать возможность ручного (принудительного) включения специализированной индикации на светосигнальных лампах в любой из указанных вариантов индикации. Также должна существовать возможность переключения индикации в автоматический режим, когда индикация определяется текущим состоянием работы оборудования гибкой производственной ячейки и выполняемыми операциями.

Требования к кодировке сигналов определены в Описании производственного процесса.

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. Составить схему соответствия управляющих кодов заданному набору действий и реализовать интерфейс, позволяющий проверить каждое действие отправкой соответствующей управляющей команды на производственное оборудование. Выбор действия должен выполняться либо нажатием экранных кнопок (из массива экранных кнопок), либо выбором действия из выпадающего списка с последующим нажатием кнопки выполнения (из содержания интерфейса должно быть понятно, какое действие должно быть выполнено оборудованием).

5. Реализовать включение и отключение автоматической (синхронной) индикации светосигнальных ламп, при которой индикация корректно сопровождало работу оборудования на площадке.

6. Реализовать синхронную индикацию режимов работы роботов с помощью светосигнальных ламп, а также дублирование этих сигналов на индикаторах пульта при пошаговом или автоматическом режиме работы (сборки).

7.  Реализовать трансляцию хода обработки в набор операций для оборудования гибкой производственной ячейки. Набор операций должен представляется в текстовой или табличной форме на веб-интерфейсе. Например, после нажатия кнопки старта может выводиться сообщение о перемещении схвата робота к системе хранения, получение диагностического сообщения со смарт-камеры, а после получения диагностической информации, должна появляться информация по операциям пересборки изделия.

8. 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: NNNN», где NNNN – код задания (изделия) из тестового набора.

9. Обеспечить полностью автоматическую обработку одного изделия по выбору участника. Код выбранный участником должен быть указан текстовой меткой около поля ввода кода изделия надписью «Выбран для проверки: NNNN», где NNNN – код задания (изделия) из тестового набора.

10. Обеспечить полуавтоматическую и автоматическую обработку второго изделия из тестового набора. На веб-интерфейсе должен присутствовать способ выбора того, какое изделие из тестового набора будет обрабатываться (то есть три позиции — первое, второе и любое). Если такой выбор будет не предусмотрен, то данный пункт не проверяется.

11. Реализовать переключение на веб-интерфейсе оператора между автоматическим и полуавтоматическим режимом сборки. Запуск сборки должен выполняться нажатием одной кнопки на интерфейсе или кнопки на пульте управления. Переключение между первой и второй тестовой сборкой (из п. 8, 9 и 10), а также универсальным режимом, должно быть реализовано на интерфейсе оператора.

12. Обеспечить полуавтоматическую и автоматическую обработку всех заданий. Запуск сборки должен выполняться нажатием одной кнопки на интерфейсе или кнопки на пульте управления. Реализация обоих вариантов повышает оценку. Проверяется количество изделий, которое будет обработано верно. Веб-интерфейс оператора должен отображать планируемый порядок сборки. Если отображенный порядок сборки не соответствует выводимому порядку операций, то попытка прерывается экспертами.

13. При выполнении обработки всех изделий (п.12) будет контролироваться обработка данных смарт-камер для формирования последовательности операций и сбора информации об итоговой конфигурации изделия (иначе попытка прерывается и считается ошибочной, то есть не засчитывается). Также должна выполняться рекомендация по пересборке изделия в зависимости от результатов диагностики исходной конфигурации изделия (в том числе по данным смарт-камеры). Данная рекомендация выдается в начале работ над модулем.

14 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 (в том числе на пульте управления/удаленном терминале). Индикация ошибки при сборке – мигающий красный сигнал всех светофоров на поле (в том числе индикаторов на пульте).

15. 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. Индикация паузы сборки – мигающий желтый сигнал всех светофоров на поле (в том числе индикаторов на пульте).

16. 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.

17. Реализовать возможность сброса обработки изделия в режиме активной паузы сборки копкой на удаленном терминале. После выполнения сброса сборка может быть начата только сначала — все роботы должны вернуться в исходные позиции после нажатия кнопки сброса.

18. Реализовать поддержку режима непрерывного контроля подачи деталей в систему хранения с немедленным (автоматическим) продолжением сборки при их поступлении. Непрерывный режим должен активироваться отдельным переключателем. В таком режиме система управления должна контролировать (посредством смарт-камеры) наличие необходимой детали в системе подачи, останавливаться при её отсутствии с выводом сообщения об ожидании конкретного типа детали и при поступлении детали приступать к продолжению обработки задания.

19. Разработать систему контроля безопасности, включающую управление критическими значениями и реагирование (индикация) на достижение критических значений в работе оборудования и детекции пересечения барьера безопасности. Пороговые (критические) значения должны настраиваться через интерфейс инженера-технолога. Также должны настраиваться допустимые значения, которые задают границы зоны безопасности.

ВАЖНО! На интерфейсе оператора должно быть два переключателя, связанных с автоматизацией сборочных операций.

Первый, управляет включением и отключением режима тестирования отдельных операций с оборудованием. Его деактивация означает включение автоматического режима управления оборудованием (сборки изделий). Данный автоматический режим может сбрасываться при наступлении аварийного состояния.

Второй переключатель меняет режим выполнения автоматических сборочных операций между «пошаговым» и полностью автоматическим (непрерывным). Этот переключатель управляется ТОЛЬКО оператором и не переключается со стороны автоматики.

**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 подготовки кассеты с размещенными компонентами (деталями), которая затем передаются на участок монтажа. Возвращенная с участка монтажа кассета должна быть освобождена от элементов крепежа и упаковки деталей и передана на повторное использование.

В рамках задания полагается, что перемещением кассет между участками занимается конвейерная линия, не представленная в данной модели производственной площадки.

Манипуляторы перемещают детали из системы хранения на координатную пластину (при сборке изделия) и из координатной пластины в зону сброса (при разборке изделия).

Конкретная схема размещения оборудования представлена в документе «Описание производственного процесса».

**Автоматическое управление оборудованием**

По окончании работы над модулем система должна быть готова к непрерывной работе. Старт каждого цикла обработки выполняется по нажатии кнопки пуска на удаленном терминале или на веб-интерфейсе.

Если задача выполнена неверно (по результатам проверки с использованием смарт-камеры или по заключению инспектора) или прервана, то такое событие обрабатывается как брак.

По корректному окончанию цикла сборки система должна перейти в режим ожидания запуска новой сборки.

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. То есть система должна перейти в режим отладки (отправки отдельных команд на оборудование) для проверки неисправностей.

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: Д*жойстик на удаленном терминале не задействован в данном конкурсном задании и может использоваться участниками по своему усмотрению как дополнительный инструмент.

**Статическая и непосредственная (непрерывная) загрузка системы хранения**

Производственный цикл гибкой производственной линии включает операции по перемещению деталей из системы хранения на координатную пластину и в систему сброса.

Непосредственный забор деталей осуществляется из крайних (ближайших к координатной пластине) ячеек лотков (линий) подачи деталей. Эти ячейки могут считаться либо заполненными постоянно (это «статический» режим), либо может учитываться, что детали могут поступать с задержкой по времени и нужно ожидать их поступления, контролируя заполнение ячеек по данным со смарт-камеры (это «непосредственный/непрерывный» режим).

В непосредственном режиме система управления должна контролировать (посредством смарт-камеры) наличие необходимой детали в системе подачи, останавливаться при её отсутствии с выводом сообщения об ожидании конкретного типа детали и при поступлении детали приступать к продолжению обработки задания.

По умолчанию основным режимом считается «статический». Готовность к работе в «непосредственном» режиме должна активироваться переключателем на веб-интерфейсе создаваемой системы управления.

**Сортированный и смешанный режим подачи деталей**

В системе хранения детали могут быть распределены по разным лоткам (линиям) подачи в соответствии с их типами (цветом) или поступать в несортированном виде. В итоговом варианте задания может быть установлен конкретный вариант поступления деталей – по одной линии, по нескольким линиям, в отсортированном или несортированном виде.

Смарт-камера будет поддерживать предоставление данных о размещении деталей в системе хранения, в том числе об их отсутствии (в ближайших к координатной пластине ячейках).

***Последовательность обработки изделий***

Последовательность обработки изделий определяется документами «Описание производственного процесса» и «Правила обработки и номенклатура изделий».

**Требования к процедуре обработки**

Коды изделий поступают в формате целого числа. Типовой код является трехзначным, однако в рамках вариации конкурсного задания, может быть определен большим или меньшим количеством цифр или даже задаваться в виде текстовой строки. Каждый корректный код представляет собой правило, определяющий 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 обработки изделия).

Следует учитывать, что общее время выполнение обработки изделий также является оцениваемым параметром.

**Требования к регистрации результатов обработки изделий**

Задачи по регистрации замененных деталей и итоговых конфигурациях изделий не оцениваются в данном модуле. Данный учет рассматривается в рамках задач статистического анализа брака и выпуска готовых изделий.

Также в данном модуле не оценивается сохранение информации об верных или бракованных изделиях, как и расчет итоговой статистики на основе данной информации.

Однако на основе данных процедур выполняется обработка статистики работы гибкой производственной линии в модуле Г.