## Компетенция «Интернет вещей»

## Техническое задание по Модулю A

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

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

**Входные данные**

Для выполнения работ по конкурсному заданию следует руководствоваться следующими документами:

* Техническое описание оборудования гибкой производственной линии;
* Описание производственного процесса;
* Правила обработки и номенклатуру изделий;
* Описание протокола обмена данными оборудования гибкой производственной линии с платформой Node-RED;
* Техническое задание на разработку веб-интерфейсов пользователя;
* Техническое задание по модулю A (этот документ);
* Техническое задание по модулю Б;
* Техническое задание по модулю В;
* Техническое задание по модулю Г.

**Особенности развертывания программно-аппаратных комплексов**

В качестве програмнной платформы в рамках текущего чемпионата используется платформа автоматизации Node-RED от OpenJS Foundation. Для долговременного хранения данных предоставляется реляционная СУБД MySQL. Оборудование гибкой производственной линии подключено через единую точку входа — программный сервис ControlCenter, базовая поддержка взаимодействия с которым уже интегрирована в развернутые инстансы Node-RED.

Инстансы Node-RED+MySQL установлены в виртуальные машины VirtualBox отдельно для каждой команды участников. При использовании другого метода развертывания платформы Node-RED информация об этом будет доведена до участников до начала работ над данным модулем (в том числе во время установочного брифинга).

Рядом с рабочей зоной гибкой производственной линии размещено автоматизированное рабочее место оператора (АРМ), которое может быть использовано участниками команды для управления оборудованием через созданные в процессе работы виртуальные панели приборов - веб-интерфейсы (dashboards, дашборды).

**Состав работ по модулю**

В рамках работ модуля А конкурсного задания необходимо 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 (виртуальных приборных панелей) системы управления с указанием назначений и технического наименования виджетов, в том числе реализуемых программными средствами;
* линковку (соединение) виджетов и источников-приемников данных в виде вещей, сервисов и параметров, которые используются для обмена данными (связать с элементами схемы интерфейсов);
* схемы структур и потоков обработки данных системы управления — передаваемых в потоках обработки событий;
* структуры данных системы хранения мониторинговых и отладочных данных, сохраняемых в базе данных и извлекаемых запросами [структуры представляются в графической или табличной форме];
* структуры данных для хранения параметров критических значений в базе данных [структуры представляются в графической или табличной форме];
* структуры данных для хранения отчетных данных о результатах выпуска изделий производственной линией [структуры представляются в графической или табличной форме];
* схемы процедур (алгоритмов) реагирования на критические значения параметров оборудования [схемы представляются в графической или мнемонической форме];
* схемы процедур (алгоритмов) визуализации мониторинговых данных работы оборудования, в том числе визуализации рабочих зон [схемы представляются в графической или мнемонической форме];
* схемы процедур (алгоритмов) управления оборудованием и автоматической обработки изделий [схемы представляются в графической или мнемонической форме];
* проекты инструкций (указание и описание шагов пользователей) по выполнению задач управления, в том числе настройку диапазонов критических значений [для модуля Б], настройки параметров деталей [для модуля В], параметров автоматической обработки изделий [для модуля Г]
* 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\_Module1.pdf, где Х-номер команды, а также документов, выполненных на листах А4 и позднее отсканированных (сканирование/фотокопирование осуществляется под контролем эксперта после окончания работ).

Опись приложений (файлов и документов) должна быть включена в основной файл проекта (техническое описание) с указанием имен файлов и названий. Опись располагается в разделе сразу после оглавления в файле технического описания.

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.

Типовая структура технического описания и прочих документов должна включать:

* Титульный лист;
* Содержание;
* Список приложений (опись);
* Основное содержание;
* Приложения.

Техническое предложение должно включать также все подготовленные материалы по организации работ команды участников на период выполнения конкурсного задания в виде приложений или отдельных, верно оформленных документов.

**Общая информация о производственном задании**

На площадке в рамках конкурсного задания представлена гибкая производственная ячейка, сформированная для решения задачи диагностики и восстановления аккумуляторных сборок.

Аккумуляторная сборка (батарея) содержит несколько стандартных аккумуляторных элементов (банок), установленных в специализированное шасси (рамку). Диагностика заключается в последовательном подключении элементов к диагностическому инструментарию с демонтажом неисправных элементов и установкой на их место новых со склада.

**Состав производственного модуля (гибкой производственной ячейки)**

Производственный модуль включает набор смарт-устройств и манипуляционных роботов, в том числе:

* Стационарно установленные роботы-манипуляторы с пневматическим схватом;
* Комплекты светосигнальных ламп для индикации различных состояний производственного модуля;
* Смарт-камер в различных режимах считывания данных;
* Устройство считывания штрих-кодов (штрих-код ридер);
* Система контроля безопасности рабочей зоны на базе световых барьеров;
* Удалённый терминал (пульт) для контроля производственной ячейки.

Не всё указанное оборудование может быть непосредственно задействовано в производственном процессе.

Подробное описание оборудования и информация о производственном процессе приводятся в отдельных документах, приложениях к конкурсному заданию.

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

В рамках проектируемой системы необходимо разработать документацию по шести пользовательским интерфейсам в соответствии со следующими ролями (четыре пользовательских и два технических, используемых для задач настройки и отладки приложения):

* Инженер-технолог по контролю и наладке оборудования – интерфейс включает все поступающие данные с оборудования, а также инструменты настройки критических параметров;
* Оператор производственной ячейки – интерфейс включает необходимые органы управления одной производственной ячейкой;
* Руководитель производства (начальник цеха) – интерфейс предназначен для отображения сводных данных с производственной линии и управлением производственном процессом в целом, а также вывода отчетов;
* Инспектора контроля качества сборки изделий – интерфейс предназначен для экспертизы верности собранных изделий.
* Интерфейс просмотра структуры аккумуляторных сборок, полученных по результатам диагностики и пересборки (ребилда) батарей;
* Отладочный интерфейс для просмотра логов (технических сообщений) работы гибкой производственной линии.

В начале выполнения конкурсного задания участники получают проекты схем интерфейсов, которые нужно использовать в качестве образцов, перенеся в создаваемый проект и дополнив требуемой заданием информацией. В частности, установить связи с объектами, методами и генерируемыми событиями.

Требования к формируемым интерфейсам приведены в «Техническом задании на разработку интерфейсов пользователя», являющимся приложением к конкурсному заданию.

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 веб-интерфейсов 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 предложить варианты использования объектов (вещей, потоков, веб-интерфейсов), 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.

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

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

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

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

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

**Требования к представлению потоковой модели системы управления**

Необходимо представить модель взаимодействия объектов системы управления с указанием событий и функциональных блоков, 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 (блоки), отвечающие за обработку данных;
* пояснение задачи блока в формате комментария, в том числе в формате таблицы (глоссария) для описаний;
* алгоритмы сборки изделий в пошаговой и непрерывной обработке (изготовлению изделия);

Описание блоков в формате таблиц для большей наглядности описания:

* Название объекта или потока (как на схеме);
* Указание на входные-выходные данные;
* Описание назначения блока.

**Требования к представлению материалов по структуре веб-интерфейсов (виртуальных инструментальных панелей):**

В рамках работ необходимо разработать несколько независимых (не связанных) веб-интерфейсов (дашбордов), 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 техническом задании на разработку интерфейсов пользователя соответствующим 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:**

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

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**.

**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 (решения)
* линии переходов (стрелки, определяющие последовательность действий)
* линии синхронизации (старт и окончание одновременных потоков действий)
* символы начального и конечного состояния

В случае, если на одной диаграмме размещены две или более не связанных групп блоков, то считается, что соответствующие им алгоритмы работают независимо (параллельно).

Следующий алгоритмы представляют интерес к разработке во время работ над модулем.

* Алгоритмы выполнения рабочих операций (обработки)
* Алгоритмы автоматической работы производственной 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 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 максимального расщепления выполняемых задач на отдельные функциональные блоки и обеспечение независимости потоков действий.

Кроме того, задачи управления оборудованием должны учитывать работу системы контроля рабочей зоны, контроля критических значений и прочих параметров безопасности. Корректная работа системы индикации с помощью светосигнальных ламп также является критической для обеспечения безопасности и диагностики неисправностей, в связи с чем поддержка её работы должна быть интегрирована в максимальной степени.

Для многозадачной системы управления, обслуживающей работу большого количества оборудования, крайне важно не использовать длительных операций, использующих циклы ожидания и паузы исполнения кода. Для реализации подобных операций их необходимо расщеплять на отдельные шаги, активация которых должна связываться с событиями таймера.

**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 подготовке отчетных материалов, чтобы избежать неверной интерпретации результатов работы экспертами.

Для избегания некорректного интерпретации материалов экспертами, необходимо подготовить краткие инструкционные материалы, которые будут содержать список и описание выполненных элементов задания. Данные материалы прикладываются к проекту и предоставляются экспертам по окончанию работ над модулем.