## 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 задание на разработку веб-интерфейсов пользователя;
* Техническое описание протокола обмена данными со смарт-устройствами гибкой производственной линии;
* Техническое описание оборудования гибкой производственной линии;
* Техническое задание по модулю A (этот документ);
* Техническое задание по модулю Б;
* Техническое задание по модулю В;
* Техническое задание по модулю Г;
* Технологическая карта обработки 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;
* структуры данных для хранения параметров критических значений;
* структуры данных для хранения параметров рабочих зон (допустимых значений);
* структуры данных для хранения схем сборки;
* процедуры (алгоритмы) реагирование на критические значения параметров;
* процедуры (алгоритмы) реагирования на достижение границ рабочих зон (допустимых значений);
* 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 Б], настройки целевых позиций [для модуля В], настройки схем сборки [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\_ModuleA.pdf, где Х-номер команды, а также документов, выполненных на листах А4 и позднее отсканированных.

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

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

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

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

Состав производственного модуля (гибкой производственной ячейки):

* Стационарно установленный промышленный робот-манипулятор с наборным схватом с несколькими вакуумными захватами (присосками);
* Два стационарно установленных учебных роботов-манипуляторов с установленным вакуумными захватом (присоской);
* Модульная конвейерная система с установленной монтажной поверхностью (координатной пластиной);
* Считыватель штрих-кодов заказов (изделий);
* Смарт-камеры в режим считывания позиций деталей на координатной пластине;
* Комплект сигнальных ламп (отображают четыре цвета: красный, зелёный, синий, желтый) для управления доступом к рабочей зоне стационарно установленного робота производственной ячейки;
* Система контроля безопасности рабочей зоны на базе световых барьеров;
* Удалённый терминал (пульт) для контроля производственной ячейки.

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

Схема гибкой производственной ячейки приведена в соответствующих модулях конкурсного задания.

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

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

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

* Интерфейс настройки схем сборки изделий;
* Отладочный интерфейс.

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

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

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

В проекте системы необходимо предложить варианты использования объектов (вещей, потоков, мэшапов), 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 Г модуле) 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.

Общий комплект предоставляемых документов должен содержать:

* Схемы интерфейсов системы управления с указанием назначений и технического наименования виджетов, с нанесением информации о линковке (соединении) виджетов и источников-приемников данных в виде вещей, сервисов и параметров, которые используются для обмена данными [всего 6 интерфейсов на отдельных диаграммах с приложением дополнительных диаграмм и таблиц];
* схемы потоков данных системы управления и соответствующие потокам данных структуры;
* структуры данных системы хранения мониторинговых и отладочных данных;
* структуры данных для хранения параметров критических значений;
* структуры данных для хранения параметров рабочих зон (допустимых значений);
* структуры данных для хранения схем сборки;
* процедуры (алгоритмы) реагирование на критические значения параметров;
* процедуры (алгоритмы) реагирования на достижение границ рабочих зон (допустимых значений);
* материалы по организации работы, инструкции

**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;
* алгоритмы сборки изделий в пошаговой и непрерывной обработке (изготовлению изделия);

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

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

Описание назначения объекта/потока может быть вынесено в отдельную таблицу (вместе с названием и именем) для более нагл

**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 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:**

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

Technologist interface

Main indicators

Equipment data

Общие индикаторы

Safety contour

Robot parameters 1

Рисунок 1 – Схема интерфейса с вынесением подчиненных форм (на данной схеме не обозначены связанные источники и потребители данных, сами потоки и информация о них)

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 при подзоны:

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

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

Интерфейс экспертизы готовых изделий предполагает наличие трех кнопок (нормальное изделие, брак, неверное изделие), который используется

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 как данных с оборудования, так и сохранения отправляемых команд и сообщений о критических ситуациях. Большую часть работы над проектом сохранение данных не должно выполняться.

**Специальные требования к интерфейсу руководителя производства**

Интерфейс руководителя производства должен быть разделен на две функциональные зоны:

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

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

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

**Требования к интерфейсу контроля качества изготовления изделий**

Интерфейс контроля качества изготовления изделий должен включать:

* указание на название команды
* код изделия, поступающий со считывателя штрих-кодов
* информацию о выполняемой сборке
* индикацию состояния сборки (нет сборки, идет сборка, сборка завершена, ошибка сборки)
* кнопку «верная сборка»
* кнопку «брак»
* кнопку «отмена сборки», применяемой при прерывании сборки по внешним причинам
* индикацию накопленных данных о результатах изготовления изделий

**Требования к представлению 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 сборок (изготовления изделий)
* 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 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.

**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.