Имитационный стенд мониторинга станочного оборудования

**Человек:** Объектом исследования является имитационная модель сверлильного станка. Предметом исследования взята математическая модель нагрузки двигателя на валу. В настоящей работе под мониторингом понимается оценивание работоспособности состояния станочного оборудования. Предусматривается, что мониторинг будет производиться, применяя простейшую функцию контроля, регистрируя ток на валу электродвигателя с помощью разработанного программного обеспечения (ПО) с применением удаленного диспетчерского управления на основе SCADA-системы и разработанного демонстрационного стенда. Данный подход предоставляет возможность раннего обнаружения поломок и предоставления информации о работоспособности объекта мониторинга. Теоретические исследования базируются на основных положениях теории вычислительной математики, теории автоматического управления, промышленного программирования. Эмпирические исследования включают методы математического моделирования с использованием специального программного обеспечения для ЭВМ. Научная новизна работы заключается в разработке экспериментального стенда мониторинга станочного оборудования, который позволяет оце-нить состояние станка в режиме реального времени и принимать решения на основе полученной информации SCADA-системой (MasterSCADA).Практическая ценность работы состоит в применении блока мониторинга в составе управления станочного оборудования, позволяющего повысить работоспособность станка и снизить риски поломки.

**Key words:** мониторинг станка, станочное оборудование, scada-система, нагрузка двигателя, система диспетчеризации, перегрузка электродвигателя, имитационное моделирование, алгоритм работы системы, система мониторинга, имитация сверлильного станка

=================================

**FastText\_KMeans\_Clean:** Принцип работы схемы электрической принципиальной заключается в следующем: питание 220 В подается через стандартную компьютерную розетку, имеет переключатель и защитный плавный предохранитель F1 на 3 А. Нажав кнопку переключателя S1 в системе сразу начинает работать блок питания, на его выходе появляется значение в 24 В; от этих 24 В запитался модуль ввода-вывода М100Т и, соответственно, зажглась лампочка "ПИТАНИЕ". Рисунок 4- Интерфейс программы MasterSCADA (привязка переменных). Рисунок 9- Мнемосхема начала работы станка. 3. Размещение всех комплектующих в корпусе. 7. Испытание устройства. Были реализованы схемы структурная и электрическая принципиальная, разработан алгоритм для работы всей системы мониторинга управления станочным оборудованием с применением ПО MasterSCADA, разработаны мнемосхемы интерфейса оператора.

**Key words part:** 0.6666666666666666

=================================

**FastText\_KMeans\_Raw/:** Принцип работы схемы электрической принципиальной заключается в следующем: питание 220 В подается через стандартную компьютерную розетку, имеет переключатель и защитный плавный предохранитель F1 на 3 А. Нажав кнопку переключателя S1 в системе сразу начинает работать блок питания, на его выходе появляется значение в 24 В; от этих 24 В запитался модуль ввода-вывода М100Т и, соответственно, зажглась лампочка "ПИТАНИЕ". Разработка алгоритма работы системы. Из спроектированной нами схемы электрической принципиальной в программу MasterSCADA были внесены Тип переменных и произведена настройка ОРС сервера (рисунок 3). Рисунок 10 – Мнемосхема работы станка. 3. Размещение всех комплектующих в корпусе. 7. Испытание устройства. Рисунок 14- Подключение всех компонентов.

**Key words part:** 0.5333333333333333

=================================

**FastText\_PageRank\_Clean/:** Рисунок 1- Схема электрическая принципиальная. Должно быть выполнено условие, что станок включился. Разработка программного обеспечения. Рисунок 5– Интерфейс программы MasterSCADA (листинг программы). 1. Разработка схемы электрической принципиальной. 2. Подборка всех комплектующих. 5. Выполнение контактных соединений внутри корпуса. 7. Испытание устройства.

**Key words part:** 0.36666666666666653

=================================

**FastText\_PageRank\_Raw/:** Разработка алгоритма работы системы. Рисунок 1- Схема электрическая принципиальная. Должно быть выполнено условие, что станок включился. Разработка программного обеспечения. Рисунок 5– Интерфейс программы MasterSCADA (листинг программы). 2. Подборка всех комплектующих. 5. Выполнение контактных соединений внутри корпуса. 7. Испытание устройства.

**Key words part:** 0.5333333333333333

=================================

**Mixed\_ML\_TR/:** На верху корпуса установлен на кронштейне двигатель с патроном, в который зажато сверло (имитация сверлильного станка) и элементы индикации (лампа синего цвета- "ПИТАНИЕ" (как только подали 220 В, включили блок питания, далее в схеме появилось 24 В и загорелась лампа ), лампа зеленого цвета – "РАБОТА" (как только подается команда на включение электродвигателя, параллельно загорается эта лампа) и лампа желтого цвета "ПЕРЕГРУЗКА" (как только SCADA-система примет решение о том, что превышена нагрузка на электродвигатель, то она выдаст команду нажать на эту кнопку). Это напряжение через делитель поступает на аналоговый вход AIN2 и отображается в SCADA -системе как ток двигателя. На рисунке 2 представлена схема алгоритма системы мониторинга работы станочного оборудования. Далее устанавливаем время паузы в течение трех секунд. Рисунок 3- Интерфейс программы MasterSCADA (ввод типа переменных и настройка ОРС сервера). Рисунок 9- Мнемосхема начала работы станка. В данной работе создание имитационной модели системы мониторинга станочного оборудования состояло из следующих этапов:. 4. Закрепление всех составляющих в корпусе. Были реализованы схемы структурная и электрическая принципиальная, разработан алгоритм для работы всей системы мониторинга управления станочным оборудованием с применением ПО MasterSCADA, разработаны мнемосхемы интерфейса оператора.

**Key words part:** 0.9333333333333332

=================================

**MultiLingual\_KMeans/:** Это напряжение через делитель поступает на аналоговый вход AIN2 и отображается в SCADA -системе как ток двигателя. Далее устанавливаем время паузы в течение трех секунд. Рисунок 3- Интерфейс программы MasterSCADA (ввод типа переменных и настройка ОРС сервера). Рисунок 9- Мнемосхема начала работы станка. В данной работе создание имитационной модели системы мониторинга станочного оборудования состояло из следующих этапов:. 4. Закрепление всех составляющих в корпусе.

**Key words part:** 0.7

=================================

**Multilingual\_PageRank/:** Эти две части интерфейса соединяются по интерфейсу Ethernet обычным сетевым кабелем. Через двигатель начинает протекать какой-то ток, предположим 100 мА, он протекает через резистор R2 (так называемый токовый шунт), таким образом, начинает падать напряжение. Также можно просчитать и степень нагрузки. Далее устанавливаем время паузы в течение трех секунд. Затем система производит запуск таймера в течение трех секунд; если время не превышает три секунды, то цикл опять запрашивает значение превышения тока и так происходит n-количество раз пока время не будет превышено. Рисунок 5– Интерфейс программы MasterSCADA (листинг программы). Рисунок 8 – Мнемосхема отсутствия питания (станок выключен). Рисунок 13 -Внешний вид крышки после установки ламп индикации.

**Key words part:** 0.5333333333333333

=================================

**RuBERT\_KMeans\_Without\_ST/:** Разработка алгоритма работы системы. Если команда "Таймер завершен" (время превысило более трех секунд) выполнена, то происходит снятие питания с двигателя, на панели загорается индикация перегрузки по току и сообщение о перегрузке по току приходит оператору на интерфейсное окно SCADA-системы. Разработка схемы электрической принципиальной и техническое задание на алгоритм, обеспечивающий работу всей системы. Рисунок 5– Интерфейс программы MasterSCADA (листинг программы). Рисунок 9- Мнемосхема начала работы станка. 4. Закрепление всех составляющих в корпусе. Были реализованы схемы структурная и электрическая принципиальная, разработан алгоритм для работы всей системы мониторинга управления станочным оборудованием с применением ПО MasterSCADA, разработаны мнемосхемы интерфейса оператора.

**Key words part:** 0.7333333333333333

=================================

**RuBERT\_KMeans\_With\_ST/:** При искусственном торможении вала двигателя начинает расти ток в электроцепи, соответственно, начинает увеличиваться падение напряжения на шунтирующем сопротивлении R2, который постоянно контролируется и его значение передается в SCADA-систему. Рисунок 5– Интерфейс программы MasterSCADA (листинг программы). Рисунок 10 – Мнемосхема работы станка. Были реализованы схемы структурная и электрическая принципиальная, разработан алгоритм для работы всей системы мониторинга управления станочным оборудованием с применением ПО MasterSCADA, разработаны мнемосхемы интерфейса оператора.

**Key words part:** 0.7

=================================

**RUBERT\_page\_rank\_Without\_ST/:** Также можно просчитать и степень нагрузки. Рисунок 1- Схема электрическая принципиальная. Разработка программного обеспечения. Рисунок 11 - Мнемосхема, показывающая перегрузку на валу двигателя. Рисунок 15 – Готовое устройство в сборе.

**Key words part:** 0.4

=================================

**RUBERT\_page\_rank\_With\_ST/:** Также можно просчитать и степень нагрузки. Рисунок 1- Схема электрическая принципиальная. Разработка программного обеспечения. 7. Испытание устройства. Рисунок 15 – Готовое устройство в сборе.

**Key words part:** 0.3333333333333333

=================================

**RUSBERT\_KMeans\_Without\_ST/:** В самой SCADA-системе будет обозначено, что надо нажать кнопку "ВКЛЮЧИТЬ СТАНОК", эта команда по сети Ethernet приходит на модуль М100Т и выдается сигнал на дискретный выход DO1, Этот сигнал поступает на реле К1, далее реле замыкается, тем самым подавая 24 В через два резистора на двигатель и станок начинает крутиться. Далее устанавливаем время паузы в течение трех секунд. Согласно [3-13] этапы разработки интерфейса системы мониторинга станочного оборудования в данной работе состоял из следующих этапов:. 3. Размещение всех комплектующих в корпусе.

**Key words part:** 0.6666666666666666

=================================

**RUSBERT\_KMeans\_With\_ST/:** Это напряжение через делитель поступает на аналоговый вход AIN2 и отображается в SCADA -системе как ток двигателя. Если система видит, что в течение установленного времени его параметры отличаются от принятых, то принимает решение выключить электродвигатель с помощью реле К1 и зажигает желтую лампочку "ПЕРЕГРУЗКА" до тех пор пока в системе не нажмут на лампочку "ВЫКЛЮЧИТЬ ДВИГАТЕЛЬ", а потом заново нажать кнопку "ВКЛЮЧИТЬ". Если условие включения станка выполнено, то программа переходит в другой цикл проверки превышения тока. Из спроектированной нами схемы электрической принципиальной в программу MasterSCADA были внесены Тип переменных и произведена настройка ОРС сервера (рисунок 3). Рисунок 9- Мнемосхема начала работы станка. 3. Размещение всех комплектующих в корпусе.

**Key words part:** 0.6

=================================

**RUSBERT\_page\_rank\_Without\_ST/:** Рисунок 8 – Мнемосхема отсутствия питания (станок выключен). 2. Подборка всех комплектующих. 4. Закрепление всех составляющих в корпусе. 7. Испытание устройства. Рисунок 14- Подключение всех компонентов.

**Key words part:** 0.36666666666666653

=================================

**RUSBERT\_page\_rank\_With\_ST/:** Далее устанавливаем время паузы в течение трех секунд. Если станок не включился на пульт оператора приходит сообщение об отсутствии реакции на команду включения. Затем система производит запуск таймера в течение трех секунд; если время не превышает три секунды, то цикл опять запрашивает значение превышения тока и так происходит n-количество раз пока время не будет превышено. Разработка программного обеспечения. Рисунок 8 – Мнемосхема отсутствия питания (станок выключен).

**Key words part:** 0.4666666666666667

=================================

**Simple\_PageRank/:** Принцип работы схемы электрической принципиальной заключается в следующем: питание 220 В подается через стандартную компьютерную розетку, имеет переключатель и защитный плавный предохранитель F1 на 3 А. Нажав кнопку переключателя S1 в системе сразу начинает работать блок питания, на его выходе появляется значение в 24 В; от этих 24 В запитался модуль ввода-вывода М100Т и, соответственно, зажглась лампочка "ПИТАНИЕ". Если система видит, что в течение установленного времени его параметры отличаются от принятых, то принимает решение выключить электродвигатель с помощью реле К1 и зажигает желтую лампочку "ПЕРЕГРУЗКА" до тех пор пока в системе не нажмут на лампочку "ВЫКЛЮЧИТЬ ДВИГАТЕЛЬ", а потом заново нажать кнопку "ВКЛЮЧИТЬ". В настоящей работе функционирование системы планируется на основе написанной программы для управления системой на основе ПО MasterSСADA; для этого необходимо составить алгоритм управления, который учитывает весь цикл мониторинга работы станочного оборудования. Если станок не включился на пульт оператора приходит сообщение об отсутствии реакции на команду включения. Если команда "Таймер завершен" (время превысило более трех секунд) выполнена, то происходит снятие питания с двигателя, на панели загорается индикация перегрузки по току и сообщение о перегрузке по току приходит оператору на интерфейсное окно SCADA-системы. Были реализованы схемы структурная и электрическая принципиальная, разработан алгоритм для работы всей системы мониторинга управления станочным оборудованием с применением ПО MasterSCADA, разработаны мнемосхемы интерфейса оператора.

**Key words part:** 0.7666666666666667

=================================

**TextRank/:** В данной работе показан стенд, который состоит из двух частей: первая часть это персональный компьютер, вторая часть это самая главная часть демонстрационного стенда, на которой установлен электродвигатель, который имитирует сверлильный станок, установлены элементы индикации, блок питания, блок ввода-вывода. На верху корпуса установлен на кронштейне двигатель с патроном, в который зажато сверло (имитация сверлильного станка) и элементы индикации (лампа синего цвета- "ПИТАНИЕ" (как только подали 220 В, включили блок питания, далее в схеме появилось 24 В и загорелась лампа ), лампа зеленого цвета – "РАБОТА" (как только подается команда на включение электродвигателя, параллельно загорается эта лампа) и лампа желтого цвета "ПЕРЕГРУЗКА" (как только SCADA-система примет решение о том, что превышена нагрузка на электродвигатель, то она выдаст команду нажать на эту кнопку). Принцип работы схемы электрической принципиальной заключается в следующем: питание 220 В подается через стандартную компьютерную розетку, имеет переключатель и защитный плавный предохранитель F1 на 3 А. Нажав кнопку переключателя S1 в системе сразу начинает работать блок питания, на его выходе появляется значение в 24 В; от этих 24 В запитался модуль ввода-вывода М100Т и, соответственно, зажглась лампочка "ПИТАНИЕ". На рисунке 2 представлена схема алгоритма системы мониторинга работы станочного оборудования. Рисунок 10 – Мнемосхема работы станка. Были реализованы схемы структурная и электрическая принципиальная, разработан алгоритм для работы всей системы мониторинга управления станочным оборудованием с применением ПО MasterSCADA, разработаны мнемосхемы интерфейса оператора.

**Key words part:** 0.9

=================================

**TF-IDF\_KMeans/:** Это напряжение через делитель поступает на аналоговый вход AIN2 и отображается в SCADA -системе как ток двигателя. На рисунке 2 представлена схема алгоритма системы мониторинга работы станочного оборудования. Если команда "Таймер завершен" (время превысило более трех секунд) выполнена, то происходит снятие питания с двигателя, на панели загорается индикация перегрузки по току и сообщение о перегрузке по току приходит оператору на интерфейсное окно SCADA-системы. Рисунок 3- Интерфейс программы MasterSCADA (ввод типа переменных и настройка ОРС сервера). Рисунок 10 – Мнемосхема работы станка. 3. Размещение всех комплектующих в корпусе. 7. Испытание устройства. Рисунок 12 -Первична "примерка" расположения блока питания и модуля ввода-вывода М100Т.

**Key words part:** 0.7333333333333333

=================================

**Текст:** В данной работе показан стенд, который состоит из двух частей: первая часть это персональный компьютер, вторая часть это самая главная часть демонстрационного стенда, на которой установлен электродвигатель, который имитирует сверлильный станок, установлены элементы индикации, блок питания, блок ввода-вывода. Эти две части интерфейса соединяются по интерфейсу Ethernet обычным сетевым кабелем.. Внутри стенда находятся два блока: это блок питания, который преобразует переменный ток 220 В в постоянный ток, значение которого равно 24 В и модуль ввода-вывода М100Т, который преобразует входные-выходные сигналы в Ethernet Modbus tcp. На верху корпуса установлен на кронштейне двигатель с патроном, в который зажато сверло (имитация сверлильного станка) и элементы индикации (лампа синего цвета- «ПИТАНИЕ» (как только подали 220 В, включили блок питания, далее в схеме появилось 24 В и загорелась лампа ), лампа зеленого цвета – «РАБОТА» (как только подается команда на включение электродвигателя, параллельно загорается эта лампа) и лампа желтого цвета «ПЕРЕГРУЗКА» (как только SCADA-система примет решение о том, что превышена нагрузка на электродвигатель, то она выдаст команду нажать на эту кнопку).. Принцип работы схемы электрической принципиальной заключается в следующем: питание 220 В подается через стандартную компьютерную розетку, имеет переключатель и защитный плавный предохранитель F1 на 3 А. Нажав кнопку переключателя S1 в системе сразу начинает работать блок питания, на его выходе появляется значение в 24 В; от этих 24 В запитался модуль ввода-вывода М100Т и, соответственно, зажглась лампочка «ПИТАНИЕ». В программной части в SCADA-системе через ОРС-сервер начался опрос модуля М100Т и загорается лампочка синего цвета, показывая тем самым, что появилось питание. В самой SCADA-системе будет обозначено, что надо нажать кнопку «ВКЛЮЧИТЬ СТАНОК», эта команда по сети Ethernet приходит на модуль М100Т и выдается сигнал на дискретный выход DO1, Этот сигнал поступает на реле К1, далее реле замыкается, тем самым подавая 24 В через два резистора на двигатель и станок начинает крутиться. Через двигатель начинает протекать какой-то ток, предположим 100 мА, он протекает через резистор R2 (так называемый токовый шунт), таким образом, начинает падать напряжение. Это напряжение через делитель поступает на аналоговый вход AIN2 и отображается в SCADA -системе как ток двигателя. На вход AIN1 поступает напряжение, которое подано к двигателю (через делитель). Таким образом, мы с помощью SCADA-системы еще и видим напряжение на двигателе. Зная оба параметра ток и напряжение мы получаем значение мощности на валу электродвигателя. Также можно просчитать и степень нагрузки. Поскольку данный демонстрационный стенд имеет маломощный мотор, и, соответственно, все величины (токи, напряжения ) малы, то в систему было принято внести поправочные коэффициенты (все значения были линейно увеличены в 10 раз), которые на мониторе оператора выводят реальные значения, похожие на значения настоящего станочного оборудования.. При искусственном торможении вала двигателя начинает расти ток в электроцепи, соответственно, начинает увеличиваться падение напряжения на шунтирующем сопротивлении R2, который постоянно контролируется и его значение передается в SCADA-систему. Если система видит, что в течение установленного времени его параметры отличаются от принятых, то принимает решение выключить электродвигатель с помощью реле К1 и зажигает желтую лампочку «ПЕРЕГРУЗКА» до тех пор пока в системе не нажмут на лампочку «ВЫКЛЮЧИТЬ ДВИГАТЕЛЬ», а потом заново нажать кнопку «ВКЛЮЧИТЬ».. Разработка алгоритма работы системы. В настоящей работе функционирование системы планируется на основе написанной программы для управления системой на основе ПО MasterSСADA; для этого необходимо составить алгоритм управления, который учитывает весь цикл мониторинга работы станочного оборудования.. На рисунке 2 представлена схема алгоритма системы мониторинга работы станочного оборудования. Принцип его работы заключается в следующем.. . . Рисунок 1- Схема электрическая принципиальная. . В начале работы необходимо подать команду на включение станка. Далее устанавливаем время паузы в течение трех секунд. Должно быть выполнено условие, что станок включился. Если станок не включился на пульт оператора приходит сообщение об отсутствии реакции на команду включения. Если условие включения станка выполнено, то программа переходит в другой цикл проверки превышения тока. Затем система производит запуск таймера в течение трех секунд; если время не превышает три секунды, то цикл опять запрашивает значение превышения тока и так происходит n-количество раз пока время не будет превышено. Если команда «Таймер завершен?» (время превысило более трех секунд) выполнена, то происходит снятие питания с двигателя, на панели загорается индикация перегрузки по току и сообщение о перегрузке по току приходит оператору на интерфейсное окно SCADA-системы.. . . Рисунок 2- Алгоритм работы системы. Разработка программного обеспечения. Согласно [3-13] этапы разработки интерфейса системы мониторинга станочного оборудования в данной работе состоял из следующих этапов:. - первый этап. Разработка схемы электрической принципиальной и техническое задание на алгоритм, обеспечивающий работу всей системы.. Из спроектированной нами схемы электрической принципиальной в программу MasterSCADA были внесены Тип переменных и произведена настройка ОРС сервера (рисунок 3).. - второй этап. Импортируем переменные в ОРС сервер, привязываем переменные к расчетным к формулам (рисунки 4-5).. - третий этап. Создание графического интерфейса проекта и визуализация в SCADA-системе (6-11).. . Рисунок 3- Интерфейс программы MasterSCADA (ввод типа переменных и настройка ОРС сервера). . Рисунок 4- Интерфейс программы MasterSCADA (привязка переменных). . Рисунок 5– Интерфейс программы MasterSCADA (листинг программы). . . Рисунок 6 - Общий вид мнемосхемы в программе MasterSCADA. . Рисунок 7- Общий вид мнемосхемы группы станков цеха. . Рисунок 8 – Мнемосхема отсутствия питания (станок выключен). . . Рисунок 9- Мнемосхема начала работы станка. . Рисунок 10 – Мнемосхема работы станка. . . Рисунок 11 - Мнемосхема, показывающая перегрузку на валу двигателя. . В данной работе создание имитационной модели системы мониторинга станочного оборудования состояло из следующих этапов:. 1. Разработка схемы электрической принципиальной. 2. Подборка всех комплектующих. 3. Размещение всех комплектующих в корпусе. 4. Закрепление всех составляющих в корпусе. 5. Выполнение контактных соединений внутри корпуса. 6. Окончательный монтаж (соединение верхней части корпуса с нижним, прикручивание к верхней крышке блока, имитирующего сверлильный станок). 7. Испытание устройства. Основные этапы сборки имитационной модели системы мониторинга представлены на рисунках 12- 15.. . Рисунок 12 -Первична «примерка» расположения блока питания и модуля ввода-вывода М100Т. . Рисунок 13 -Внешний вид крышки после установки ламп индикации. . Рисунок 14- Подключение всех компонентов. . Рисунок 15 – Готовое устройство в сборе. В данной статье реализован стенд, а, именно, имитационная модель сверлильного станка. Были реализованы схемы структурная и электрическая принципиальная, разработан алгоритм для работы всей системы мониторинга управления станочным оборудованием с применением ПО MasterSCADA, разработаны мнемосхемы интерфейса оператора. Таким образом, показана практическая ценность работы, состоящая в применении блока мониторинга в составе управления станочного оборудования, позволяющего повысить работоспособность станка и снизить риски поломки.