

УДК 658.511

О.Н. Федонин, Д.И. Петрешин, В.А. Карпушкин

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ С МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ**

Описано использование автоматизированных систем, обеспечивающих сбор и анализ данных с металлорежущих станков с ЧПУ. Предложена структура автоматизированной системы, осуществляющей сбор и анализ данных со станков с ЧПУ. Описано назначение составляющих элементов автоматизированной системы. Рассмотрена блок-схема алгоритма функционирования автоматизированной системы сбора и анализа актуальных данных с металлорежущих станков с ЧПУ. Описаны режимы работы системы.

Ключевые слова: MES, система MDC, MDA, система сбора данных, станок с ЧПУ, алгоритм работы, автоматизированная система, техническое обслуживание и ремонт.

В настоящее время перед многими промышленными предприятиями встает вопрос о максимально эффективном использовании технологического оборудования. Руководители предприятий требуют от своих служб и подразделений предоставлять информацию о том, в каком состоянии находится технологическое оборудование, сколько времени оно простаивает и по какой причине, сколько деталей было изготовлено (обработано) на том или ином оборудовании, что в данный момент обрабатывается на оборудовании и т.д. Данная информация позволяет проводить анализ и более эффективно планировать работу технологического оборудования участков и цехов, занятых механической обработкой деталей машин.

Для получения актуальной информации о работе технологического оборудования может быть использована система сбора данных о работе станка. Встречаются две аббревиатуры подобной системы: MDA (Machine Data Acquisition) [1] и MDC (Machine Data Collection) [2]. Система MDC (MDA) входит составным модулем в функциональную группу «Производство» автоматизированной системы управления производственными процессами (MES - Manufacturing Execution System) [1; 2].

Основная цель MES - решить задачи синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках производства [1-3]. Для этого необходимо стремиться к тому, чтобы максимально загрузить оборудование. В то же время необходимо так спланировать работу предприятия, чтобы минимизировать незавершенное производство. Для MES определены одиннадцать типовых обобщенных функций, которые она должна реализовывать: контроль состояния и распределение ресурсов; оперативное/детальное планирование; диспетчеризация производства; управление документами; сбор и хранение данных; управление персоналом; управление качеством продукции; управление производственными процессами; управление техобслуживанием и ремонтом; отслеживание истории продукта; анализ производительности [1-3]. Набор функций MES позволяет управлять производственными операциями от момента появления заказа на производстве до доставки готового продукта.

Система MDC представляет собой аппаратно-программный комплекс [4; 5], встраиваемый в технологическое оборудование. Для этого целесообразнее использовать металлорежущий станок, оснащенный устройством числового программного управления (УЧПУ), так как в этом случае информация о состоянии станка может быть извлечена из УЧПУ. Возможности современных УЧПУ [6], построенных на базе промышленных компьютеров, позволяют получить достаточно подробную информацию о состоянии станка, УЧ-

ПУ, причинах простоя, количестве обработанных деталей, программе, выполняемой в данный момент на оборудовании, и т.п.

Если для MES определены обобщенные функции, которые она должна реализовывать, то для системы MDC такие функции не определены, поэтому каждый разработчик MDC-систем наполняет их своими функциями, близкими друг к другу [5].

Предлагаемый вариант структуры автоматизированной системы сбора и анализа данных с металлорежущих станков с ЧПУ (рис. 1) включает в себя персональную электронно-вычислительную машину (ПЭВМ), сетевой концентратор (Hub), кабели для промышленных сетей. В том случае, когда в УЧПУ отсутствует последовательный интерфейс Ethernet, а имеется либо последовательный интерфейс RS232, либо только параллельный дискретный выход УЧПУ, между сетевым концентратором Hub и УЧПУ необходимо подключить устройство сопряжения (на рис. 1 не показано). Функция устройства сопряжения - преобразовать последовательный интерфейс RS232 или параллельный код в формат последовательного интерфейса Ethernet.

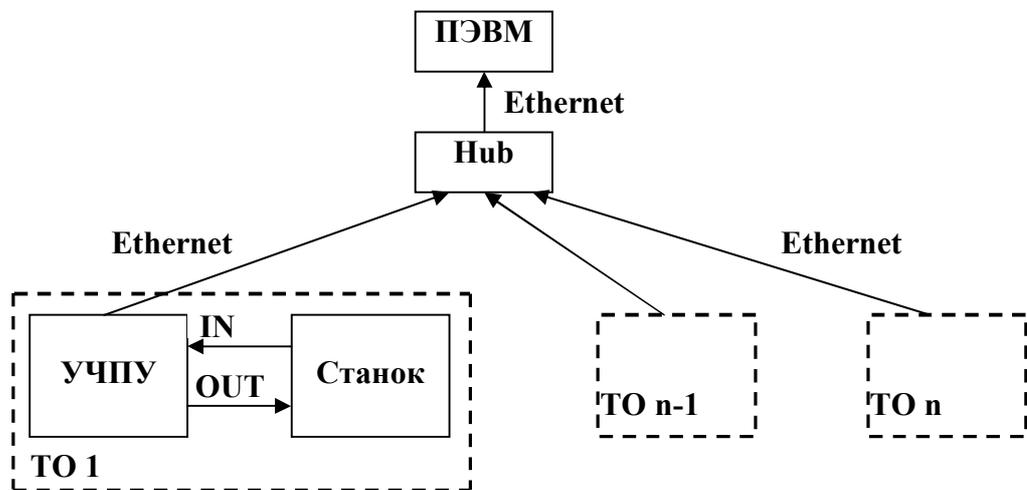


Рис. 1. Структура автоматизированной системы сбора и анализа данных с металлорежущих станков с ЧПУ: Hub – сетевой концентратор; Ethernet – последовательный интерфейс; ТО – технологическое оборудование; IN – дискретные входные сигналы для УЧПУ; OUT - дискретные выходные сигналы для УЧПУ

Программное обеспечение (ПО) включает ПО, осуществляющее прием и анализ информации о состоянии станков с ЧПУ, ПО для устройства сопряжения, программный модуль для станка с ЧПУ.

ПО устройства сопряжения обеспечивает взаимодействие устройства сопряжения с УЧПУ станка, с одной стороны, и, с другой стороны, его взаимодействие с ПЭВМ. Для осуществления связи устройства сопряжения с УЧПУ станка нужен также специальный программный модуль для УЧПУ. Так как полученную от устройства сопряжения информацию необходимо обрабатывать в ПЭВМ, следует использовать специальное ПО, осуществляющее прием и анализ информации о состоянии станков с ЧПУ.

Рассмотрим алгоритм функционирования автоматизированной системы сбора и анализа данных с металлорежущих станков с ЧПУ (рис. 2). Алгоритм функционирования системы включает несколько взаимосвязанных параллельных ветвей, описывающих соответствующие режимы работы системы:

- «Мониторинг оборудования в режиме реального времени»;
- «Техническое обслуживание и ремонт»;
- «Диспетчеризация служб»;
- «Передача управляющей программы» («Передача УП»);

- «Управление персоналом»;
- «Отчетность и аналитика».

При функционировании системы для получения определенной информации о работе станков выбирается соответствующий режим.

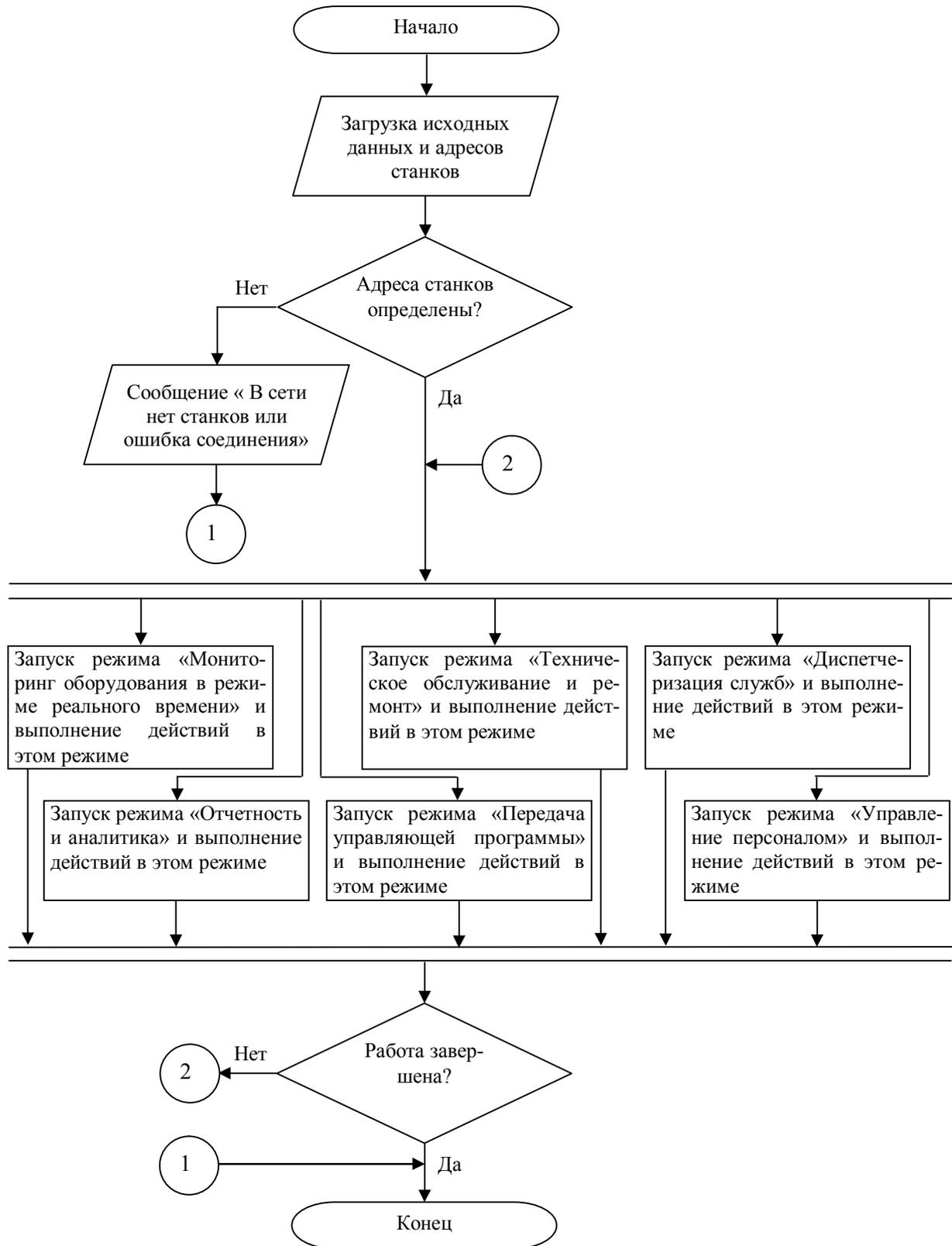


Рис. 2. Блок-схема алгоритма функционирования автоматизированной системы сбора и анализа данных с металлорежущих станков с ЧПУ

Все режимы работы системы загружаются и функционируют параллельно. Для этого система строится как многопоточная, в которой каждому режиму работы соответствует отдельный поток. Основным режимом работы системы является режим «Мониторинг оборудования в режиме реального времени».

Режим «Мониторинг оборудования в режиме реального времени» предназначен для получения и отображения информации о текущем состоянии металлорежущего станка с ЧПУ. Станок может находиться в следующих состояниях:

- 1) включен/ выключен;
- 2) авария:
  - механической части;
  - электрической части (код ошибки);
  - инструмента (поломка или износ инструмента);
- 3) проводится техническое обслуживание;
- 4) проводится наладка, смена режущего инструмента (РИ);
- 5) станок выключен, простаивает;
- 6) станок включен, простаивает (и не произошли события);
- 7) ведется обработка детали по управляющей программе (УП);
- 8) установка заготовки;
- 9) переустановка детали;
- 10) произошла остановка УП или стоп-кадра УП;
- 11) неисправное состояние - вводится вручную в базу данных (БД).

Используя режим «Мониторинг оборудования в режиме реального времени», можно посмотреть, что в данный момент происходит на станке (ведется обработка по УП, станок простаивает, произошла авария механической части и т.п.). Функция «Авария инструмента» реализуется за счет активного контроля состояния инструмента. Это позволяет точно определять момент износа и поломки режущего инструмента и своевременно информировать оператора и соответствующие службы, осуществляющие инструментальное обеспечение. Кроме того, в этом режиме работы можно посмотреть все сведения о станке и состояниях, в которых он находился, открыв соответствующий файл станка. Данный режим взаимодействует с режимом «Техническое обслуживание и ремонт» для отображения состояния, когда станок неисправен и проводится плановое техническое обслуживание (ТО).

В режиме «Техническое обслуживание и ремонт» ведется база данных файлов станков. В файле для станка можно составлять план-график ТО с информацией о времени начала и окончания работ, наименованием работ, их описанием, ссылкой на необходимые схемы и чертежи, осуществлять ввод состояния станка, если не удастся устранить неисправность в течение дня - осуществлять ввод в БД нового станка. Режим «Техническое обслуживание и ремонт» взаимодействует с режимом «Диспетчеризация служб».

В системе предусмотрен режим «Управление персоналом», который фиксирует время начала и окончания работы работника на определенном станке в его файл. Для этого перед началом работы на станке с ЧПУ оператор должен зарегистрироваться. Процедура регистрации может выполняться различными способами и зависит от пожеланий заказчика. Так, для регистрации оператора могут быть использованы: персональный код, вводимый с терминала или пульта станка; считывание персонального штрих-кода (для этого на станке должен быть установлен лазерный сканер штрих-кода); пластиковая карта с магнитной полосой и др. Аналогичным образом в случае технического обслуживания и ремонта станка ремонтник или ремонтная бригада, приступая к работе на станке, должны зарегистрироваться.

Режим работы системы «Диспетчеризация служб» (оповещение служб предприятия) позволяет оповещать службы путем отправки сообщения по электронной почте на адрес

производственных служб или единый диспетчерский пульт. При возникновении какого-либо события (износ режущего инструмента, авария механической части станка, авария электрической части станка, плановое ТО) оповещается соответствующая служба. Также можно выполнить настройку рассылаемых сообщений.

Режим работы «Передача УП» позволяет определять, на каком станке, какая УП выполняется, вести базу данных УП с привязкой к определенному станку. В данном режиме имеется возможность обмена УП между управляющей ПЭВМ и УЧПУ станка (для этого управляющая ПЭВМ должна иметь в сети права администратора).

Всю полученную от станков информацию необходимо обрабатывать и представлять оператору системы в удобной для восприятия форме. Для удобства восприятия полученной информации используются таблицы, графики и диаграммы, за это отвечает режим «Отчетность и аналитика».

Металлорежущих станков с ЧПУ и УЧПУ существует огромное множество, поэтому то, какие события и сигналы будут отслеживаться системой, будет зависеть от типа оборудования и пожеланий заказчика. Что касается причин текущего простоя станка, то оператор вводит причину простоя вручную с пульта оператора УЧПУ. Перечень возможных причин простоя настраивается согласно необходимости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meyer, H. Manufacturing Execution Systems Optimal Design, Planning and Deployment / Heiko Meyer, Franz Fuchs, Klaus Thiel. - The McGraw-Hill Companies, 2009. – P. 271.
2. Kletti, J. Manufacturing Execution Systems – MES / Jurgen Kletti. - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. – P. 276.
3. Информационные системы в промышленности — общие понятия, определения, термины (LIMS & MES) // Современные технологии для металлообработки: сб. ст. - Sitek, 2008. - Режим доступа: <http://www.sitek-group.com/directions/mes/article/mes1/>.
4. Петрешин, Д.И. Разработка автоматизированной системы контроля работы металлорежущих станков с ЧПУ/ Д.И. Петрешин, В.А. Карпушкин// Сборник трудов XIX Международной научно – технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века». - Донецк, 2012. – Т. 2. - С. 270-272.
5. Смирнов, А. MDC-Max 5 – система мониторинга станков / А. Смирнов // CAD/CAM/CAE Observer. – 2007. - №5 (35). – С. 76-78.
6. Устройство числового программного управления серии NC201M. Интерфейс языка PLC. - СПб.: Балт-Систем, 2009. – 96 с.

Материал поступил в редколлегию 10.01.14.