

УДК 622.014.2:658.513.011.56:681.3

**Р.А. Бухаров**

## **МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА**

*Показана реализация системы управления скоростью ленточного конвейера, в которой в качестве объекта управления используется модель, реализованная в программном пакете MatLab, параметры которой в определенной степени соответствуют параметрам реальной технологической установки. Управление осуществляется посредством алгоритмов, работающих на контроллере. Для передачи данных служит технология OPC.*

*Ключевые слова: магистральный ленточный конвейер, автоматическая система стабилизации скорости ленты конвейера, OPC, технологическое программирование, моделирование в Simulink.*

**В** большинстве современных ленточных конвейеров применяется нерегулируемый асинхронный привод. Недостатками его являются сложный запуск, проскальзывание ленты и ударные нагрузки в приводе, повышенный износ оборудования, значительный расход электроэнергии при неполной загрузке и работе конвейера вхолостую.

Из-за неравномерной работы добычных участков ленточные конвейеры, эксплуатируемые на шахтах и рудниках, часто не используются на проектную мощность, а доля холостых, или близких к ним режимов, составляет значительную часть рабочего времени.

Таким образом, одним из важнейших параметров, влияющих на производительность, надежность и экономичность конвейерной установки, является скорость движения ленты. Регулирование этого параметра может достигаться применением специальных приводов и системы автоматического регулирования скоростью ленты посредством изменения момента привода в зависимости от поступающего на конвейер грузопотока. Данная система может быть

как автономной, так и входить в состав комплексной АСУТП.

Опыт эксплуатации ленточных конвейеров подтвердил, что для снижения затрат электроэнергии, уменьшения износа транспортной ленты, роликов и става конвейера наиболее эффективным средством является применение частотно-регулируемого электропривода, который позволяет регулировать скорость движения ленты в зависимости от фактической загрузки конвейера. Применение частотно-регулируемого электропривода для управления приводными станциями ленточных конвейеров обеспечивает:

- плавный запуск и останов асинхронных электродвигателей конвейера;
- автоматическое регулирование скорости движения ленты, применительно к конкретным горнотехническим особенностям производства, в зависимости от фактической загруженности и технологических режимов работы оборудования;
- повышение технического уровня шахтных ленточных конвейеров за счёт автоматизации работы приводных стан-

ций, улучшения качества диагностики и защиты электрических цепей;

- снижение динамических нагрузок в приводе и тяговом органе в рабочих режимах и в режимах перегрузок и стопорения механизмов;

- повышение надежности, увеличение ресурса и срока службы технологического оборудования;

- существенное снижение затрат электроэнергии на транспортирование полезных ископаемых за счёт оптимизации нагрузок при холостых, или близких к ним, режимах.

В общем случае, система с частотно-регулируемым приводом обеспечивает регулируемый запуск, регулирование рабочего процесса в автоматическом режиме и регулируемый останов конвейера.

Это позволяет отказаться от гидромурфт скольжения, обеспечивает плавный запуск ленточных конвейеров без проскальзывания ленты, исключает ударные нагрузки в приводе, в тяговом органе и нагрузки на электросеть.

#### **Цели работы**

В работе предполагается реализация компонента АСУТП ленточного шахтного конвейера, отвечающего за регулирование скорости конвейерной ленты в зависимости от случайного входного грузопотока, а также обеспечивающего плавное изменение скорости ленты при пуске и переключении с одной скорости на другую.

В настоящей работе не ставится задача разработки полномасштабной АСУТП управления конвейером, а предполагается программно реализовать разработанные ранее алгоритмы управления на определенных платформах. В качестве конвейера предполагается использование математической модели, реализованной в про-

граммном пакете MatLab, параметры которой в определенной степени соответствуют параметрам реальной технологической установки.

В работе исследуются возможности и целесообразности реализации ранее разработанных алгоритмов управления на реальных аппаратных платформах с применением программного обеспечения, как входящего в состав исследуемых платформ, так и разработанного специально.

Данные исследования позволят:

- Реализовать существующие алгоритмы, представленные математическими моделями, в виде программ на языках технологического программирования (ST, FBD, IL и др.);

- Протестировать и отладить написанные технологические программы;

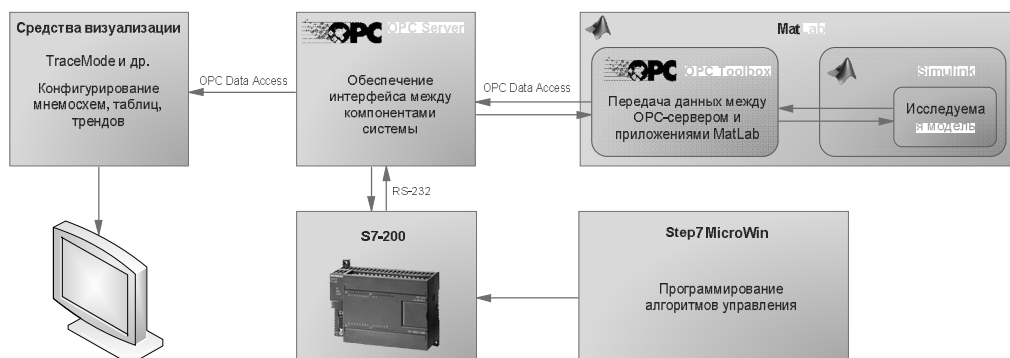
- Оценить целесообразность и трудоемкость разработки;

- Получить программно-аппаратную платформу для тестирования и отладки алгоритмов, реализуемых в будущем;

- Подобрать аппаратное обеспечение, в наибольшей степени подходящее для работы с шахтными конвейерными линиями;

- Технологии, применяемые при разработке системы

В работе используются следующие программные средства: приложения Simulink (как среда моделирования) и OPCToolbox (обеспечение интерфейса с OPC-сервером) пакета прикладных программ Matlab; OPC-сервер (универсальное средство, обеспечивающее передачу данных между контролером и средой моделирования); Step7 Microwin (разработка алгоритмов управления, программирование контроллера). Общая структурная схема представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Структурная схема системы**

OPC-сервер является основным компонентом, обеспечивающим передачу данных между средой моделирования, контроллером и внешними программами. Любой сигнал Simulink-модели может быть передан на сервер и, соответственно, может быть передан в контроллер или в любое приложение, поддерживающее стандарт OPC.

В качестве контроллера выбран Siemens Simatic S7-200 CPU222. Данное устройство широко распространено в промышленности, имеет удобную среду разработки алгоритмов управления, легко соединяется с компьютером через com-порт, драйверы для работы с контроллером поддерживаются большинством разработчиков OPC-серверов.

Математическая модель конвейера

Для исследований выбран одноприводный ленточный конвейер с натяжным устройством и асинхронным короткозамкнутым приводом, расположенным в головной части конвейера.

Модель конвейера разработана доцентом кафедры автоматизации и управления в технических системах Дмитриевой В. В. в работе «Разработка и исследование системы автоматической стабилизации погонной нагрузки магистрального конвейера».

Модель реализована в приложении Simulink как совокупность функциональных блоков библиотеки Simulink и связей между ними. Модель конвейера состоит из двух составляющих: десятимерной модели конвейера и модели привода. На рис. 2, 3 и 4 показаны функциональные схемы модели и ее составляющих. Модель состоит из следующих подсистем:

Drive — подсистема асинхронного короткозамкнутого привода;

Conveyer — подсистема конвейера;

Speed Task — подсистема задатчика скорости;

Также в модели имеется блок OPC configuration, который предназначен для настройки связи с OPC-сервером. Данный блок позволяет выбрать один из работающих в локальной сети серверов, а также настроить параметры передачи данных. Блоки OPC Read и OPC Write предназначены для получения и отправки данных на сервер соответственно.

Контроллер через средства, предоставляемые OPC-сервером, получает от модели сигнал ошибки, формируемый как разность задания скорости (сигнал от Speed Task) и скорости привода (выход Feedback подсистемы конвейера).

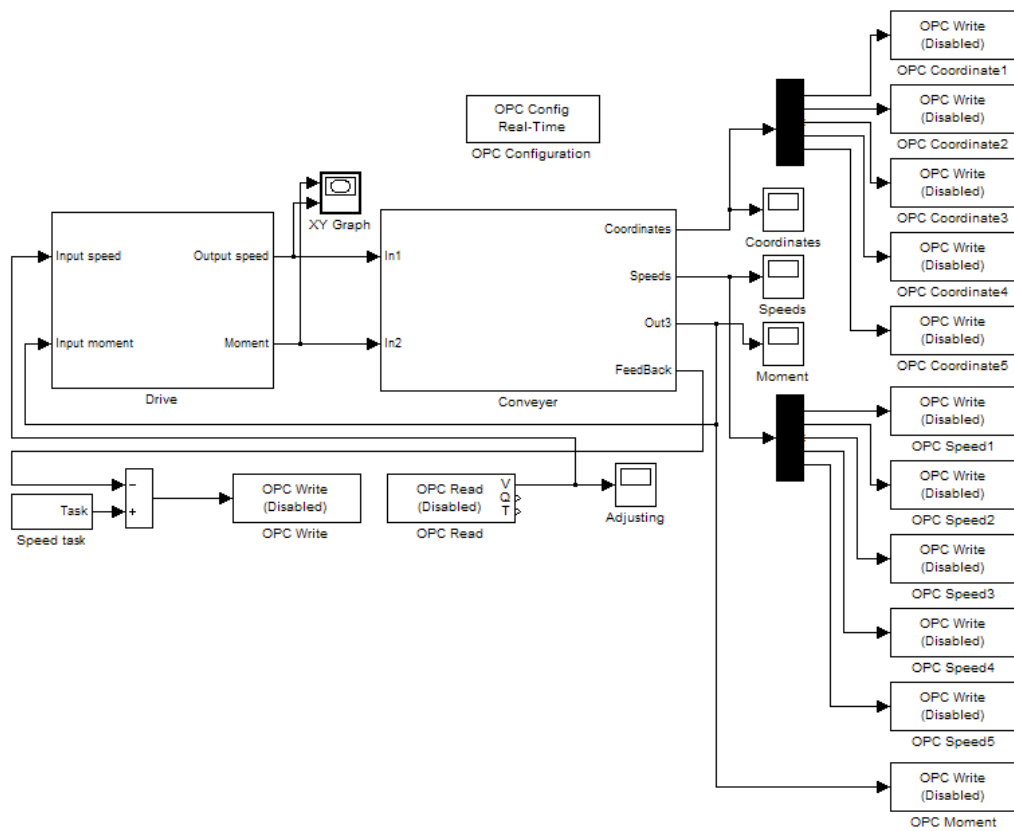


Рис. 2. Функциональная схема модели конвейер-привод

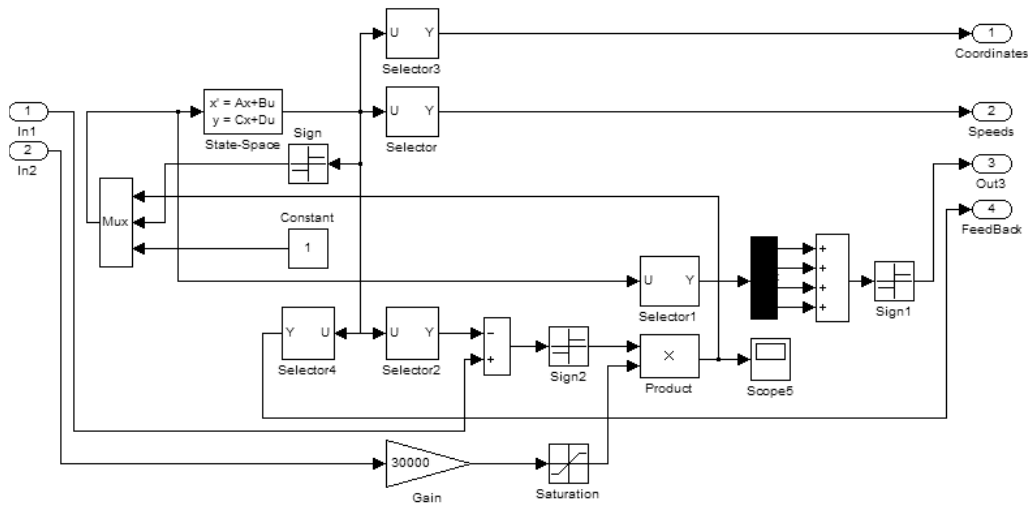


Рис. 3. Функциональная схема модели конвейера (подсистема Conveyer)

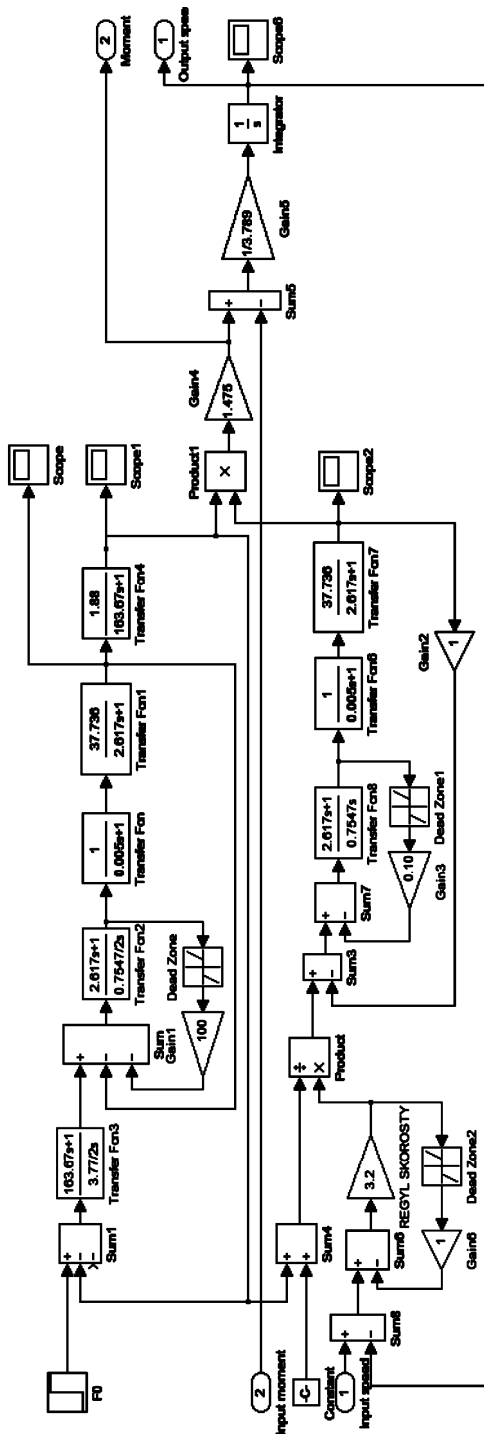


Рис. 4. Функциональная схема модели привода (подсистема Drive)

От контроллера модель получает управляющий сигнал, сформированный по определенному алгоритму (ПИД-регулирование, оптимальное управление и др.). В модели предусмотрены 11 блоков, передающих данные о моменте привода, координатах и скоростях десяти сосредоточенных масс на OPC-сервер. Благодаря этому доступ к этой информации может получить любое приложение, работающее со стандартом OPC. Это позволяет осуществлять мониторинг технологического процесса в реальном времени — разработать мнемосхемы, тренды, таблицы, а также формировать базу данных, информация которой может использоваться для диагностики технологического процесса, определения причин аварийных ситуаций или расчета технико-экономических показателей.

#### Выводы

Разрабатываемая система позволит перейти от математических моделей к их программным аналогам, работающим на определенной аппаратной платформе. Возможна также доработка системы, которая предполагает реализацию возможности конфигурирования. Благодаря этому можно будет исследовать не только конвейерные установки, но и иные модели с применением аппаратных средств. Использование технологии OLE for process control позволяет в дальнейшем дополнить систему, реализовав следующее:

- Системы управления другими параметрами конвейерной установки;
- Средства визуализации технологического процесса (мнемосхемы, тренды, таблицы);
- Сбор данных о событиях в базу;
- Расчет технико-экономических показателей исследуемого объекта;

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дмитриева В.В.* Разработка и исследование системы автоматической стабилизации погонной нагрузки магистрального конвейера. — 2006.
2. *Ткалич В.М., Ткалич С.А.* Проектирование АСУ на базе компонентов Simatic, Ч. 1. Обзор компонентов.
3. *Документация* по SIMATIC, Siemens 2005.
4. *Парк Дж., Маккей С.* Сбор данных в системах контроля и управления. Практическое руководство. — 2007.
5. *Белов М.П., Зементов О.И.* Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации. — 2006. **ГИАБ**

---

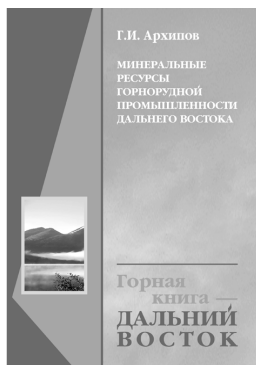
## КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

*Бухаров Р.А.* — студент, магистр кафедры автоматизации и управления в технических системах, e-mail: roman.buharov@gmail.com, Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



---

## НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



*Архипов Г.И.*  
**МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ГОРНОРУДНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.  
ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ**

Год выпуска: 2011, страниц: 830  
ISBN 978-5-98672-267-2 (в пер.)  
УДК 553.31

Это четвертая книга в серии «Горная книга — ДАЛЬНИЙ ВОСТОК». В книге представлены результаты исследования состояния минерально-сырьевых ресурсов рудных полезных ископаемых (золото, серебро, железные и марганцевые руды, титан, медь, свинец, цинк, олово, вольфрам, молибден, никель, кобальт, хром, платина, ртуть, сурьма, уран, плавиковый шпат, бериллий, тантал, ниобий, цирконий, литий и другие редкие металлы) Дальневосточного региона. Основные характеристики месторождений региона и сведения об их освоённости. Сведения по российским и мировым ресурсам каждого из рассмотренных видов минерального сырья, его производстве в России, данные по его мировому рынку за период времени конец 1990-х — первое десятилетие 2000-х гг. Минерально-сырьевые ресурсы региона показаны в сравнительном плане на фоне внутренней и мировой конъюнктуры отдельных видов минерального сырья. Обобщена информация о территориально-административном распределении минерально-сырьевых ресурсов по субъектам региона. Проанализированы данные о корпоративной организации недропользования и основных инвесторах в горнорудной промышленности на территории Дальневосточного региона. Представлены схемы размещения месторождений более 25 видов минерального сырья в регионе.