

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	0	0	0
3	1	0	1	1	0	1	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	1	0	1	1	1	1	1	0	0
8	1	1	0	1	1	1	0	1	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Рис. 4. Промежуточный результат

Если проверить данную матрицу по методу ди-графа, то результаты совпадут.

### Заключение

В настоящее время программа была подана на регистрацию программных продуктов. В программе используются алгоритмы предложенные Малышенко А.М. [1]. В настоящее время планируется разработка следующей версии программного продукта, в котором будут рассчитываться индексы каузальности для нелинейных систем, а так же интеграция с MS Office.

### Литература

1. Малышенко А.М. Системы автоматического управления с избыточной размерностью вектора управления. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 302 с.
2. Lee H.G., Aropostathis A., Markus S.I. Linearisation of discrete-time systems // International Journal of Control. – 1987. – V. 45. – № 5. – P. 1803–1822.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛИНИИ В СРЕДЕ MexBIOS™ DEVELOPMENT STUDIO

Садыков И.Р., Мамонова Т.Е.

Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30  
E-mail: irsdkv@gmail.com

### Введение

В настоящее время технологические процессы можно встретить на любом производстве. Для их внедрения в производство и обеспечения программной, а также информационной поддержки зачастую требуется выполнить множество дополнительных расчетов. Для ускорения процесса программного обеспечения технологических процессов применяется метод его визуального моделирования с использованием различных программных сред.

Моделирование любого технологического процесса позволяет проводить испытания и исследования с использованием модели объекта (процесса) в режиме реального времени, получить статическую информацию об объекте (процессе), выполнить подбор оборудования.

Целью представляемой работы является построение модели технологического процесса автоматизированной конвейерной линии для ее дальнейших исследований и внедрения на предприятии. Построение модели выполнено в среде MexBIOS Development Studio.

MexBIOS Development Studio – визуальная среда разработки и моделирования встроенного программного обеспечения систем управления электродвигателями, технологическими комплексами, программируемыми логическими контроллерами [1]. Используемая визуальная среда разработана компанией ООО «НПФ Мехатроника-ПРО». На рисунке 1 представлен интерфейс программы MexBIOS Development Studio.



Рис. 1. Интерфейс программы MexBIOS Development Studio

Визуальная среда MexBIOS Development Studio предоставляет пользователю следующие возможности [1]:

- создавать собственные программы управления электродвигателями, технологическими комплексами, ПЛК;
- выполнять моделирование работы программы и электромеханических объектов и систем;
- производить отладку программы загруженной в микроконтроллер.

### Функциональные возможности системы MexBIOS Development Studio

Система MexBIOS является программной платформой для создания программного обеспечения микроконтроллеров. Поддерживаются следующие способы разработки программного обеспечения [2]:

- процедурное программирование (написание процедур и функций на языке С);
- программирование функциональными блок-диаграммами;
- программирование блок-схемами (прорисовывание алгоритмов с учетом ветвлений и последовательностью исполнения формул, в роли которых выступают цепочки функциональных блок-диаграмм);
- автоматное программирование;
- событийное программирование;
- в рамках представляемой работы используется автоматное программирование.

### Создание модели технологического процесса в среде MexBIOS Development Studio

В процессе создания программного обеспечения автоматизированных линий на предприятии часто возникает необходимость визуализировать технологическую цепочку. Для этого требуется создание математической модели механизмов и их взаимодействий.

Рассмотрим работу конвейерной линии. Данный конвейер состоит из:

- 1) концевого датчика поступления коробки на линию;
- 2) концевого датчика прибытия коробки к концу конвейера;
- 3) технологического манипулятора, перемещающего коробку с конвейера на поддон.

Визуализационная схема представляемой автоматизированной конвейерной линии представлена на рисунке 2.

Для создания математической модели и её визуализации было выполнено следующее.

1. Создание структуры программы визуализации для разделения рабочих областей. Такими областями целесообразно выделены следующие области.

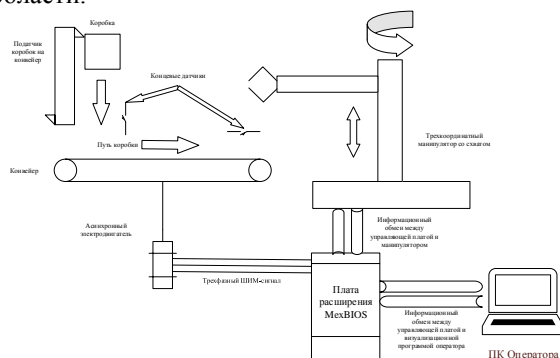


Рис. 2. Схема конвейерной линии

1.1 Область визуализации, представленного на рисунке 3.

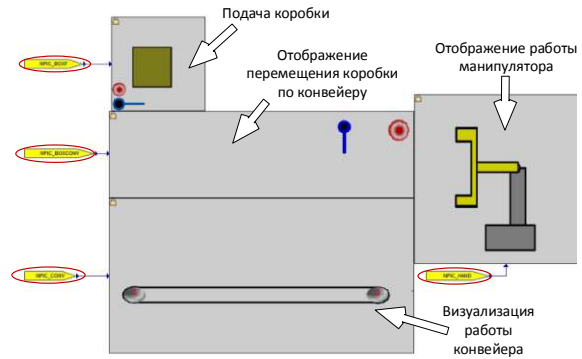


Рис. 3. Область визуализации автоматизированной конвейерной линии в программной среде MexBIOS Development Studio

1.2 Область математической модели конвейерной линии (рис. 4).

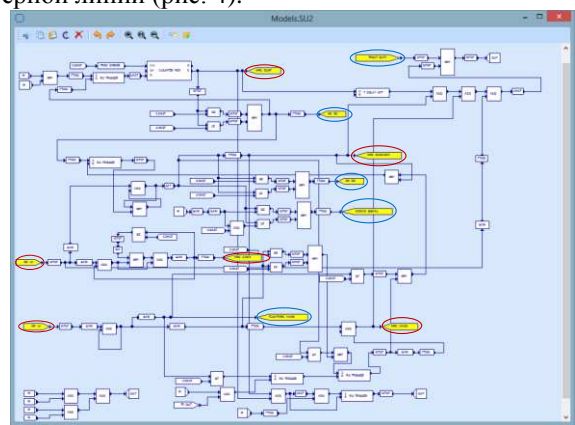


Рис. 4. Область математической модели автоматизированной конвейерной линии в среде MexBIOS Development Studio

1.3 Область программного кода управляющего контролера.

1.4 Панель управления оператора (рис. 5).

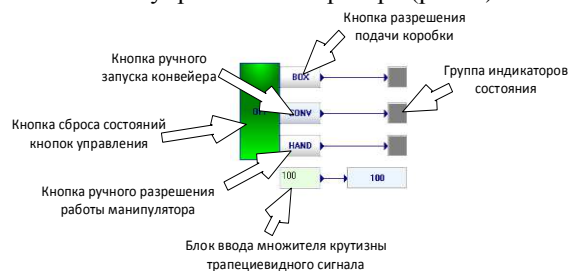


Рис. 5. Панель управления оператора конвейерной линии

1.5 Логическая схема программы.

1.6 Область моделей управляемых контролером электродвигателей.

2. Созданы транспортеры (входы, выходы отдельных функциональных областей).

3. С помощью встроенных блоков программной среды создано приложение, которое состоит из преобразователей сигналов, усилительных элементов, элементов релейной логики, ПИД-регуляторов.

В результате работы была разработана программа, которая позволяет визуализировать производственный процесс, отслеживать внутренние переменные, состояние электродвигателей, параметры производственного процесса в реальном времени. Так же данную программу можно изменять и модернизировать при изменении объекта моделирования.

Возможно усложнение моделируемого объекта и охвата большего участка технологического процесса. Для этого нужно добавить к разработанной модели новые блоки и подпрограммы. Таким образом можно еще более автоматизировать процесс принятия решений о внесении изменений в строение предприятия и сэкономить время на отладке сложных многосоставных участков, имеющих множественные взаимодействия.

#### **Заключение**

Таким образом была получена визуальная модель автоматизированной конвейерной линии в среде MexBIOS Development Studio компании

ООО «НПФ Мехатроника-ПРО». Следует также добавить, что моделируемый объект выполнен в рамках заказа на проверку соответствия программной среды требованиям заказчика «Рязанский завод силикатных изделий».

На основе разработанной модели предприятие имеет возможность проводить оценку эффективности работы объекта (автоматизированной конвейерной линии), подбирать необходимое оборудование, оперативно изменять программу управляющего контроллера, которая, в свою очередь проходит отладку на виртуальной модели.

#### **Литература**

1. Сайт компании ООО «НПФ Мехатроника-ПРО» <http://mechatronica-pro.com/ru/catalog/software/>
2. НПФ «Мехатроника-Про», MexBIOS™ Development Studio V3.25. Начало работы – руководство для новых пользователей, <http://mechatronica-pro.com>

## **ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ В РАБОТЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ**

Савельев Я.А., Котов В.А.

Научный руководитель: Михайлов В.В., к.т.н.

Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

E-mail: saveliev-1991@mail.ru

#### **Введение**

Газораспределительная станция является сложным технологическим объектом, для которого нужны компьютерные системы, способные решать сложные задачи в высоком темпе реального времени. При создании распределенных систем акцент делается на развитие и применение распараллеливаемых интеллектуальных методов управления, распределенных вычислений и интеллектуальной обработки информации. Интеллектуальными узлами систем управления являются уже не только промышленные компьютеры и контроллеры, ими становятся также датчики и исполнительные устройства.

Интеллектуальность датчиков сводится к тому факту, что помимо процесса измерения производится преобразование измеряемых сигналов в типовые аналоговые и цифровые значения. Так же производится самодиагностика работы датчика, дистанционная настройка диапазона измерения, первичная обработка информации и простейшие алгоритмы управления. Датчики совместимы практически с любыми средствами автоматизации за счет использования стандартного интерфейса.

#### **Функциональные возможности интеллектуальных датчиков**

1. *Компенсация основных и дополнительных погрешностей.* Выделяются три вида компенсации:

- компенсация нелинейности;
- компенсация влияний температуры;
- компенсация изменений во времени, вызванная деградацией первичного преобразователя.

При этом, как правило, удается в несколько раз уменьшить основную и дополнительную погрешность. Интеллектуальный датчик способен адаптироваться к условиям эксплуатации и непрерывно производить контроль своей работы для достижения максимальной эффективности.

2. *Оценка достоверности данных.* Возможность обрабатывать данные не только выходного сигнала, но и дополнительных параметров первичного преобразователя, позволяет проводить непрерывную диагностику, отслеживая неисправности и делая выводы о достоверности измерений. В диагностику входит контроль стабильности объекта и состояния сенсора, а так же отслеживание слишком слабого сигнала, предупреждающего об опасности полного отказа датчика. Интеллектуальный датчик способен предоставить пользователю информацию об обрыве на линии, неправильной настройке и некорректной работе датчика. Алгоритмы диагностики первичных преобра-