

УДК 681.581.3

## **Реализация и исследование алгоритмов управления мехатронными комплексами**

*Мозер Н.С., магистрант  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»*

*Научный руководитель: Гаврилов А.И., к.т.н., доцент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана  
[pupkov@iu1.bmstu.ru](mailto:pupkov@iu1.bmstu.ru)*

Рассматриваемый мехатронный комплекс [5] состоит из оптического устройства захвата изображения, установленного на неподвижном основании, головного компьютера, подвижной платформы с закрепленным на ней устройством специального назначения.

Структурная схема разрабатываемой системы представлена на рис.1.

Подвижной платформа с закрепленным на ней устройством специального назначения представляет собой поворотную платформу с двумя степенями свободы, обеспечивающую наведение устройства специального назначения в заданную точку пространства (телесный угол). В качестве устройства специального назначения на платформу может быть установлена длиннофокусная фото- видеокамера, предназначенная для захвата детализированного изображения объекта интереса, рабочий инструмент, выполняющий технологические операции с объектом интереса, или иное устройство.

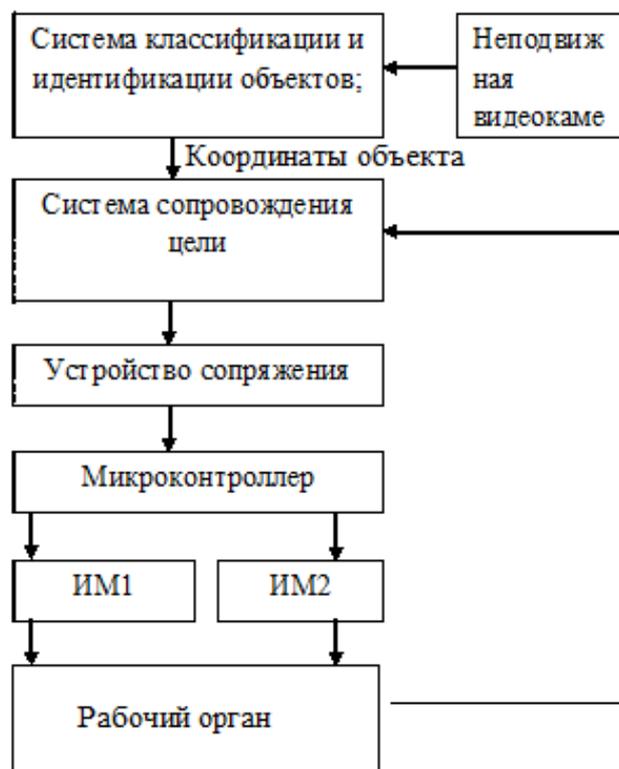


Рис.1. Структурная схема разрабатываемой системы

В системе управления подвижной платформой задействованы следующие элементы:

- Два исполнительных механизма;
- Устройство, осуществляющее выработку управляющего воздействия (МК);
- Устройство, осуществляющее алгоритмизацию управления (ПК);
- Схема питания и сопряжения задействованных устройств.

На персональном компьютере происходит первоначальная обработка текущего изображения и выделения на нем интересующего объекта. Посредством математического аппарата программного комплекса вычисляется центр масс подвижного объекта, угловые координаты которого кодируются согласно установленным соглашениям, после чего пересылаются на вывод последовательного порта RS-232 типа DB-9. Данные поступают на конвертер, выполненный в виде электрической схемы, где преобразуются в последовательность импульсов в доступном для дальнейшего устройства диапазоне. После этого преобразованные данные поступают на вход микроконтроллера, где происходит обработка текущего положения исполнительных органов и генерируется управляющее воздействие согласно имеющейся информации. Управляющее воздействие с микроконтроллера поступает драйвер, затем на исполнительные механизмы.

В качестве датчика обратной связи выступает инкрементный энкодер, с помощью которого отслеживается текущее положение двигателей.

В качестве исполнительных механизмов выступают двигатели постоянного тока. Для управления двигателями был выбран импульсный способ управления.

Сущность импульсного способа состоит в том, что регулирование угловой скорости ротора достигается путем изменения времени, в течение которого подводится номинальное напряжение.

Управление двигателем постоянного тока осуществляется следующим образом: по интерфейсу UART от персонального компьютера микроконтроллер получает информацию о заданном положении двигателей (`zad_pol_1` – заданное положение для двигателя 1; `zad_pol_2` - заданное положение для двигателя 2)(общий вид посылки представлен на рис.3.); по прерыванию встроенного таймера 0 осуществляется расчет регулятора, который производится в соответствии с разницей текущего и заданного положения. Текущее положение и направление вращения двигателя отслеживаются через датчик обратной связи (энкодер). Управляющий сигнал в виде ШИМ формируется на выводах PD4 и PD5 (PD4- для двигателя 1; PD5- для двигателя 2). Направление вращения двигателей контролируется битами PD6 и PD7. В случае установки бита в единицу и присутствии управляющего ШИМ сигнала, двигатель осуществляет вращение в прямом направлении; в случае установки бита в 0 – в обратном направлении. В табл.1 приведено направление вращения двигателя в соответствии с состоянием выводов микроконтроллера.

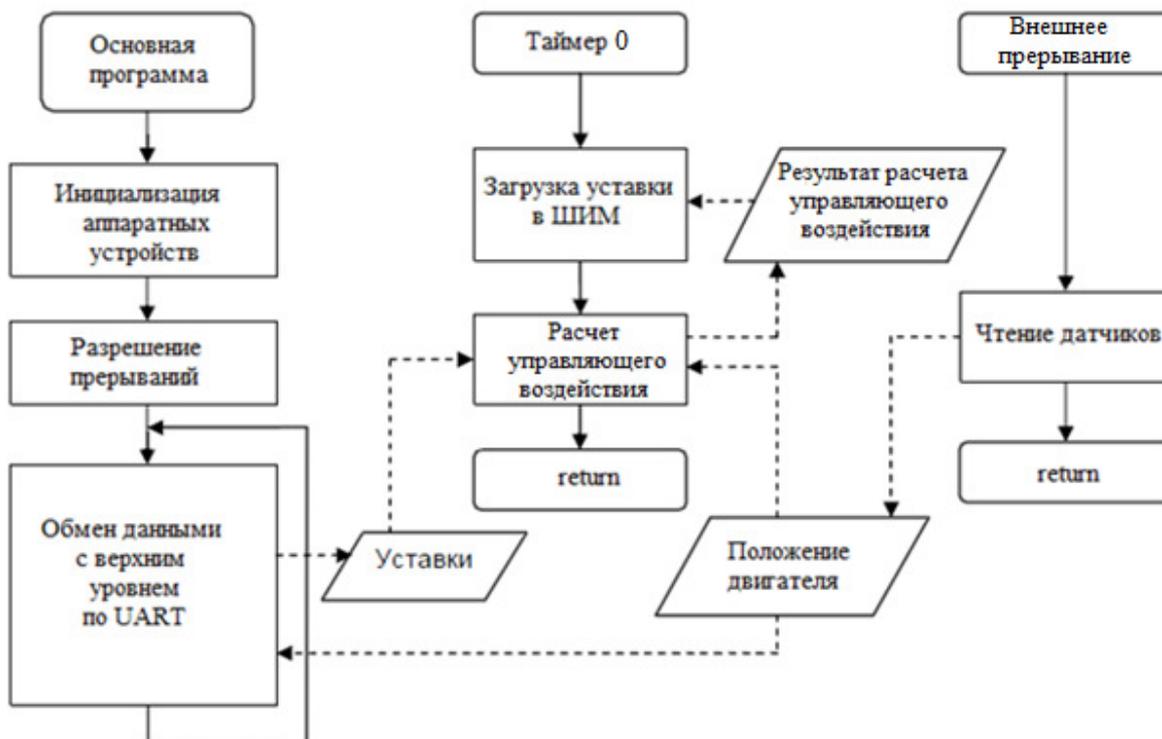


Рис.2. Блок-схема организации алгоритмов в управляющем микропроцессоре

Таблица 1

Направление вращения двигателя в зависимости от состояния управляющих выводов микроконтроллера

Выходы микроконтроллера		Направление вращения двигателя
PD4 = H	PD6=H	Прямое
	PD6=L	Обратное

В табл.1: H – высокий уровень сигнала (соответствует логической единице); L – низкий уровень сигнала (соответствует логическому нулю).

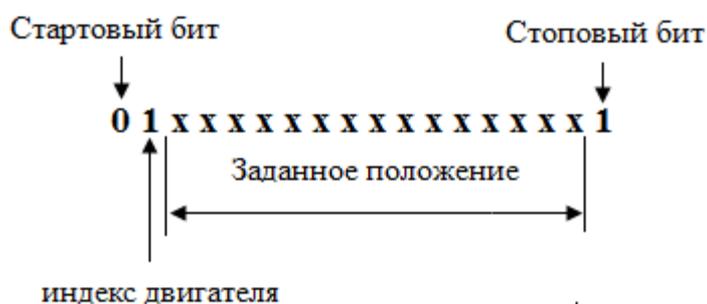


Рис. 3. Вид посылки, получаемой микроконтроллером от персонального компьютера

Коэффициент  $K_p$  выбирался на основе экспериментальных данных.

При  $K_p = 1$  и зоне нечувствительности равной пяти меткам энкодера в системе наблюдаются незатухающие автоколебания (рис.4.)

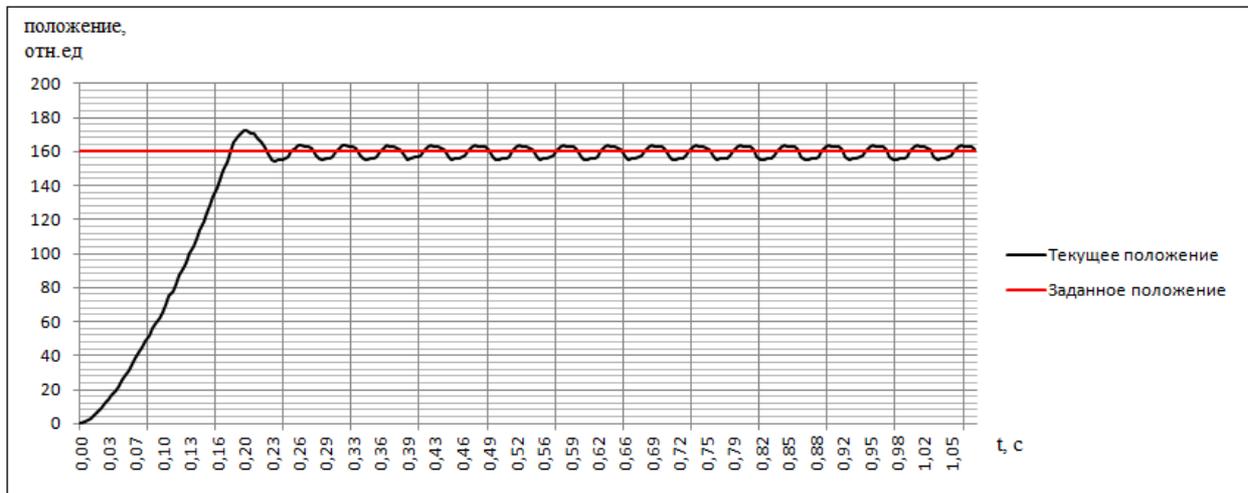


Рис.4. Результат работы алгоритма при  $K_p = 1$

При  $K_p = 0.5$  и зоне нечувствительности равной пяти меткам энкодера в системе наблюдаются затухающие колебания (рис.5.)

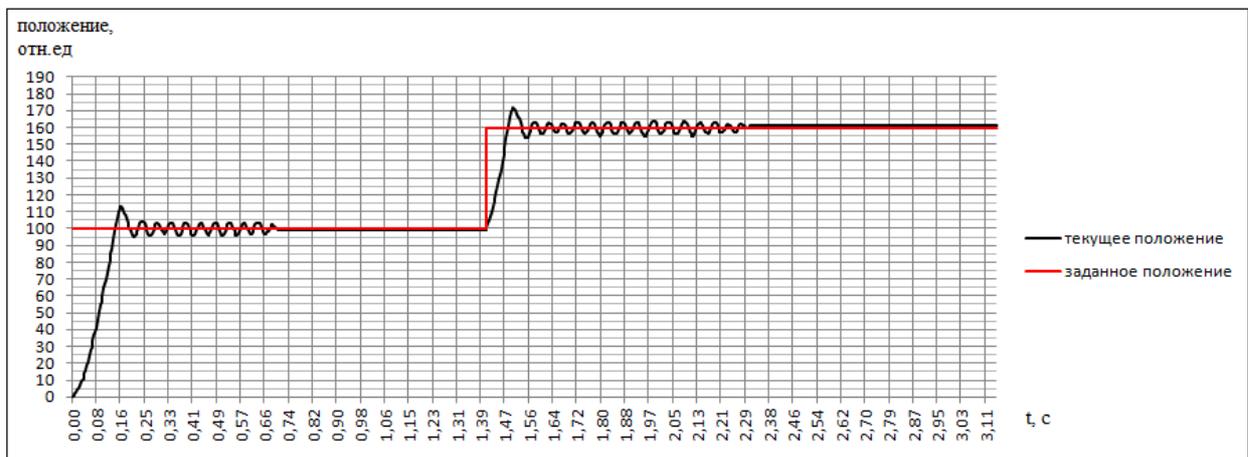


Рис.5. Результат работы алгоритма при  $K_p = 0.5$

При  $K_p = 0.2$  и зоне нечувствительности равной пяти меткам энкодера имеется небольшое перерегулирование и статическая ошибка, равная 3-4 меткам энкодера (рис.6.)

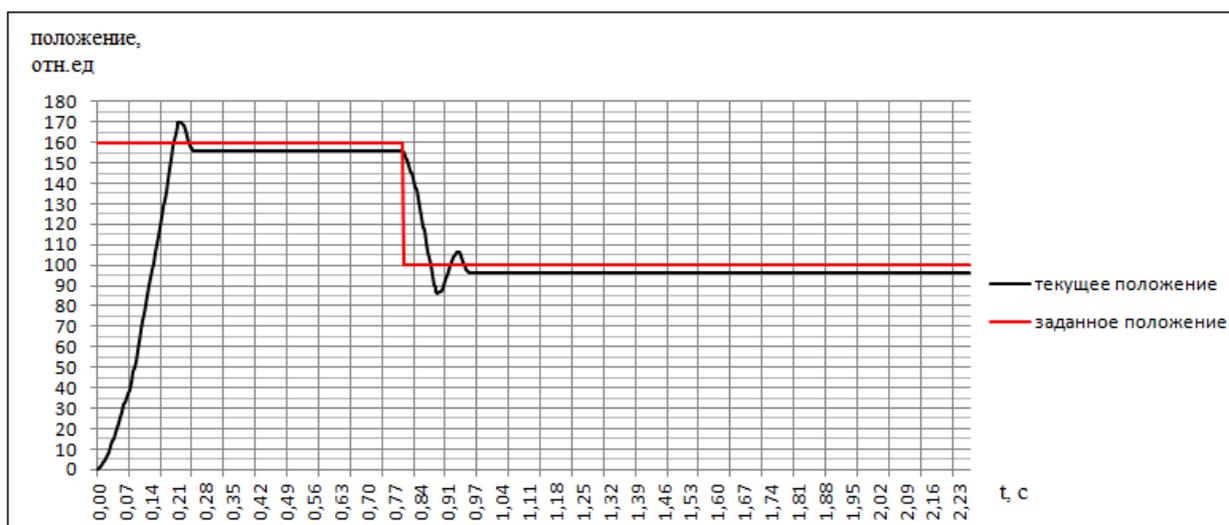


Рис.6. Результат работы алгоритма при  $K_p=0.2$  и с зоной нечувствительности

При  $K_p=0.2$  и без зоны нечувствительности также имеется небольшое перерегулирование, но статическая ошибка равна 1-2 меткам энкодера (рис.7.)

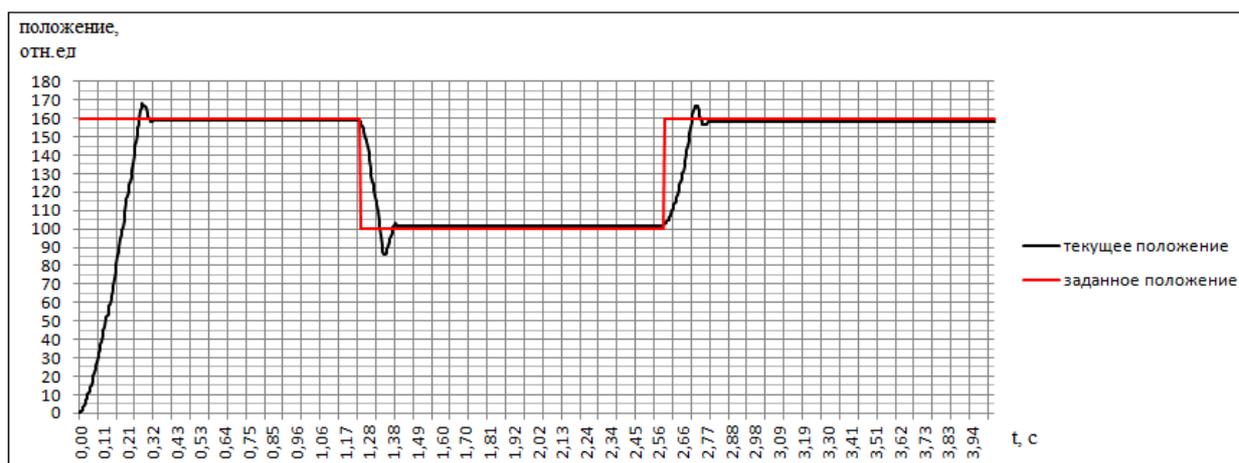


Рис.7. Результат работы алгоритма при  $K_p=0.2$  и без зоны нечувствительности

При использовании ПИ закона регулирования представляется возможным избежать статической ошибки, которая четко видна на рис.7. Но, в целом, это не позволяет избавиться от небольшого перерегулирования ввиду механических особенностей конструкции. Но при этом, статическая ошибка, как в системе с П-регулятором, будет отсутствовать, хоть и увеличиваться время переходного процесса. При этом выигрыш в точности будет не слишком заметен на малом расстоянии до объекта наведения, но усложнит алгоритм программного обеспечения микроконтроллера.

### Заключение

В данной работе была осуществлена реализация алгоритмов управления мехатронной системы. Были решены следующие задачи:

- синтезирован закон регулирования для исполнительных устройств мехатронного комплекса;
- реализован интерфейс микроконтроллера с персональным компьютером;
- реализована система управления мехатронным комплексом в реальном времени.

### **Список литературы**

1. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. – СПб.: Наука и Техника, 2008. – 544 с.
2. Воронин А.В. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 127с.
3. Евстигнеев Д.В. Проектирование роботов и робототехнических систем в среде Dyn-Soft RobSim 5 ЧАСТЬ 2. Москва, 2012
4. Интеллектуальные системы: Труды Десятого Международного И73 симпозиума/ Под ред. К.А. Пупкова. – М.: РУСАКИ, 2012. – 603с. ISBN 978-5-93347-432-6
5. Мачульский И.И., Запятой В.П., Майоров Ю.П. и др. Робототехнические системы и комплексы: учеб. пособие для вузов - М.: Транспорт, 1999г. - 446с.