

СИНТЕЗ ПОЗИЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ РОБОТОМ

¹Крупская М. А., ²Стасевич Н. А.

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь
stasevich@bsuir.by,

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь
krupskaya@bsuir.by

Транспортный робот предназначен для загрузки и разгрузки части оборудования на участках роботизированного комплекса гальванизации. Конструктивно робот выполнен в виде тележки, перемещающейся по монорельсу с двутавровым профилем. На тележке установлен механизм подъема с захватным устройством. Робот в соответствии с заданной программой захватывает в определенных позициях кассету и перемещает ее в другие позиции.

Система управления построена по иерархическому принципу. Самый старший по рангу третий уровень обеспечивает управление заданной последовательностью операций по перевозке кассеты с деталями, скоординированное с работой обслуживаемого оборудования. Программа управления этого ранга представляет собой последовательность векторов, каждый из которых характеризуется численным значением протяженности и направлением перемещения робота по монорельсу. Последовательность векторов хранится в памяти системы.

Второй по рангу уровень управления принимает поступившее по запросу задание и формирует соответствующую последовательность задающих воздействий в виде ступенчатых функций (команд) для исполнительных систем первого ранга, в число которых входят позиционные системы управления горизонтальным движением тележки [1].

На рис. 1 показана структурная схема позиционной системы управления горизонтальным перемещением транспортного робота в требуемую позицию, которая автоматически задается на входе системы при каждом новом требуемом движении.

Неизменяемая часть системы включает в себя асинхронный двухфазный двигатель, редуктор, силовой преобразователь между источником питания и двигателем, регулятор тока и датчики тока, скорости и перемещения.

При описании динамических свойств неизменяемой части системы пренебрегают инерционностью электромагнитных переходных процессов из-за их быстротечности. В этом случае передаточную функцию неизменяемой части описывают передаточной функцией

$$W(s) = \frac{K}{s(T_M s + 1)},$$

где K – общий коэффициент передачи двигательной установки;
 T_M – электромеханическая постоянная времени.

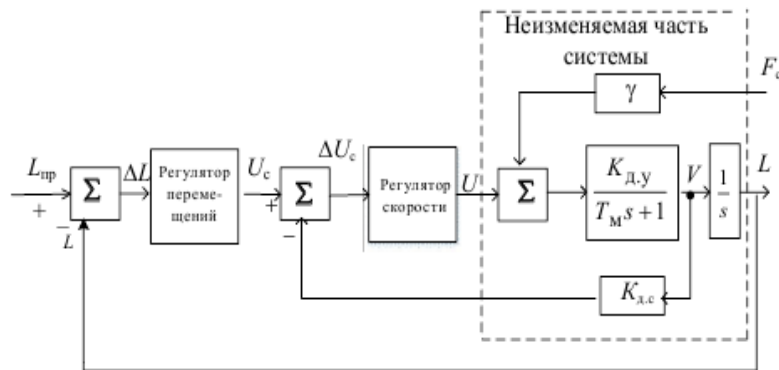


Рисунок 1 – Структурная схема с горизонтальным перемещением транспортного робота

Цикл перемещения робота от позиции к позиции описывается взвешенным орграфом, показанным на рис. 2. Вершинам графа соответствуют позиции, а числа, приписываемые дугам – времени перехода в секундах с учетом времени на захват и подъем. Расстояние между точками – 0,75 метра.

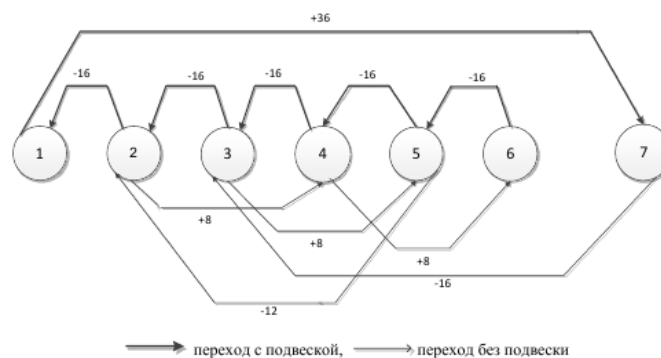


Рисунок 2 – Взвешенный орграф переходов транспортного робота

Гистограмма цикла работы транспортного робота, полученная на основании графа, представлена на рис. 3.

Высота столбцов – расстояние, преодолеваемое роботом для достижения нужной позиции. Цифры – номера позиций.

Расчет расстояния производится по формуле:

$$l = L \cdot |N_i - N_j|,$$

где N_i – номер позиции, в которой находится робот;

N_j – номер позиции, в которой перемещается робот;

$i, j = \overline{1, 7}, i \neq j$.

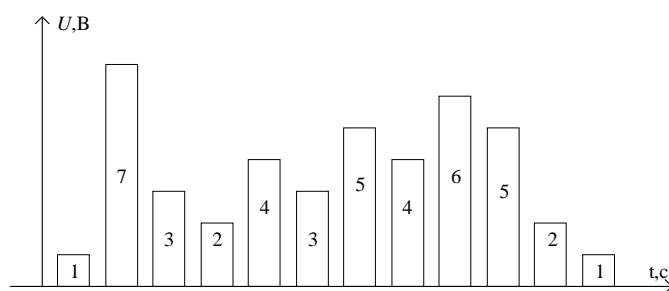


Рисунок 3 – Цикл работы

В табл. 1 приведены рассчитанные расстояния до каждой позиции.

Таблица 1

Переход между позициями	$l, м$	Переход между позициями	$l, м$	Переход между позициями	$l, м$
1→7	4,5	4→3	1,5	6→5	3
7→3	1,5	3→5	3	5→2	0,75
3→2	0,75	5→4	2,25	2→1	0
2→4	2,25	4→6	3,75		

Сигнал управления, представлен в виде (рис. 4).

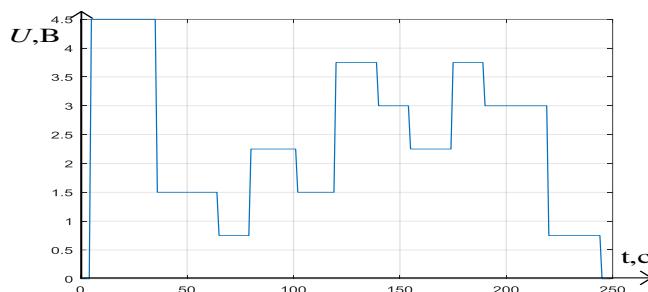


Рисунок 4 – Сигнал управления

Для ограничения тока якоря, а, следовательно, и ускорения инерционной нагрузки используется регулятор тока. С учетом того, что постоянная времени контура тока очень мала по сравнению с контурами скорости и ускорения, передаточная функция регулятора тока представляет собой усилитель с коэффициентом $K_{кт}$.

В качестве регулятора скорости используется ПИ-регулятор, параметры которого выбираются таким образом, чтобы переходной процесс в контуре тока был апериодическим и как можно быстрее достигал требуемого значения скорости.

Всю инерционность объекта исправляют регуляторы скорости и тока. Следовательно, для коррекции сигнала контуром положения применяются П-регулятор.

Параметры для моделирования:

$K_{\partial y} = 0,03 \text{ (В} \cdot \text{с)/рад}$, $T_M = 0,18 \text{ с}$, $a_m = 0,5 \text{ с}$, $V_m = 0,5 \text{ рад/с}$
 Схема модели представлена на рис. 5.

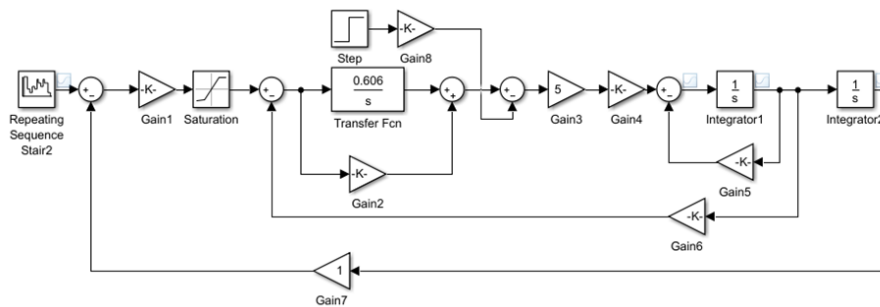


Рисунок 5 – Схема модели

Результаты моделирования представлены на рис. 6.

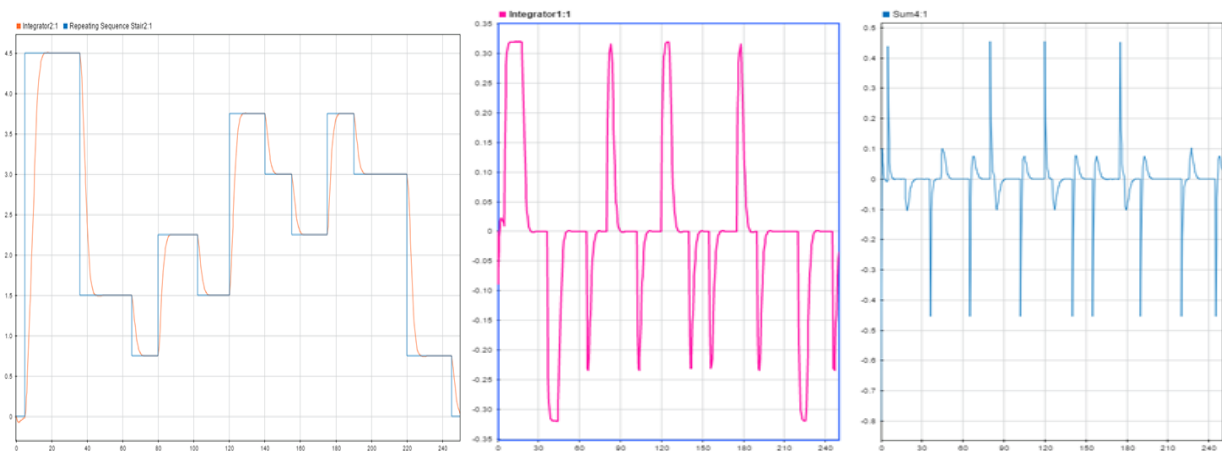


Рисунок 6 – Результаты моделирования

По результатам моделирования можно заметить, что система хорошо реагирует на смену задающих воздействий. Максимальные значения скорости и ускорения входят в допустимые значения.

Литература

1. Доманов, А. Т. Теория автоматического управления: учеб.-метод. пособие/ А. Т. Доманов, Е.В. Тарасюк. – Минск: БГУИР, 2019. – 68 с.
2. Батенко, А. П. Системы терминального управления. – М: Радио и связь, – 1984.