1. **Анализ влияния алгоритма управления приводами СПН на величину некомпенсированных моментов в приводе пернацеливания и отработка алгоритма путём физического моделирования**

**Алгоритм линейного разгона в реальном времени**

Шаговый двигатель управляется через драйвер импульсами с микроконтроллера. При подаче одного импульса на драйвер – двигатель поворачивается на один шаг, угол шаг выставляется на драйвере (обычно 1.8).

Импульсы могут быть генерированы 16-битным таймером, расположенном в микроконтроллере. Это позволит шагам быть приуроченными к разрешению одного периода таймера.

Задержка, программируемая таймером счётчиком:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Скорость двигателя:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Ускорение двигателя:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Предполагается, что скорость между импульсами постоянна.

При линейном профиле разгона ускорение постоянно, скорость в таком случае будет равна:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Проинтегрировав скорость получим угол поворота двигателя:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

n =число шагов

Время для совершения количества шагов n определяется формулой:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Количество отсчётов таймер для программирования задержки межу шагом n и n+1 определяется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| Задержка после первого импульса высчитывается по формуле |  |
|  |  |

Тогда задержка на n-ом шаге определяется как

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

При использовании уравнения (8) квадратный корень будет высчитываться на каждом шагу, это займёт много времени и ухудшит точность вычислений.

Отношении задержек на шаге n и n+1 имеет следующий вид

|  |  |
| --- | --- |
| = |  |

Разложим в ряд Тейлора

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Аппроксимация второго порядка уравнения (9)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Итоговое уравнения для задержки на n-ом шаге при ускорении имеет вид:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Формула для расчёта профиля торможения имеет вид:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Где, m – количество заданных шагов.

Профили разгона, полученные на основе массива импульсов с микроконтроллера представлены на рисунках

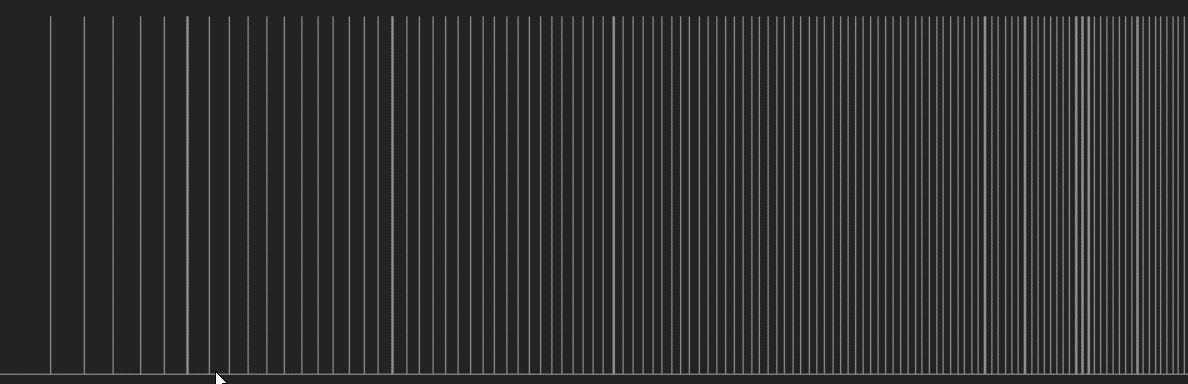


Рисунок 1 – импульсы, генерируемые микроконтроллером

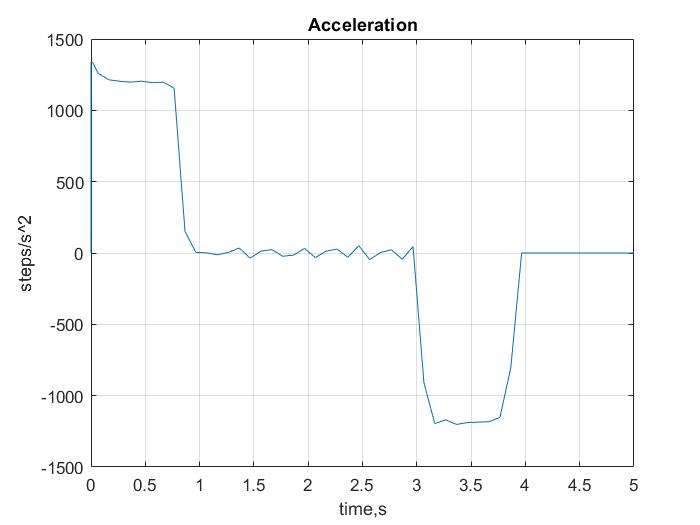
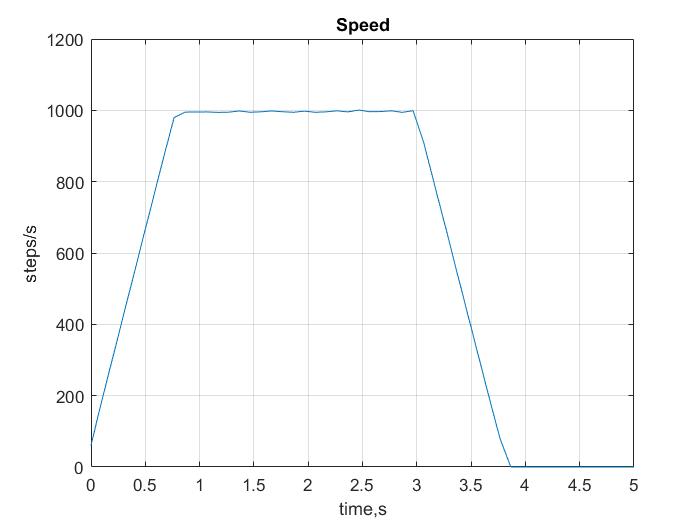


Рисунок 2 Трапециевидный профиль разгона

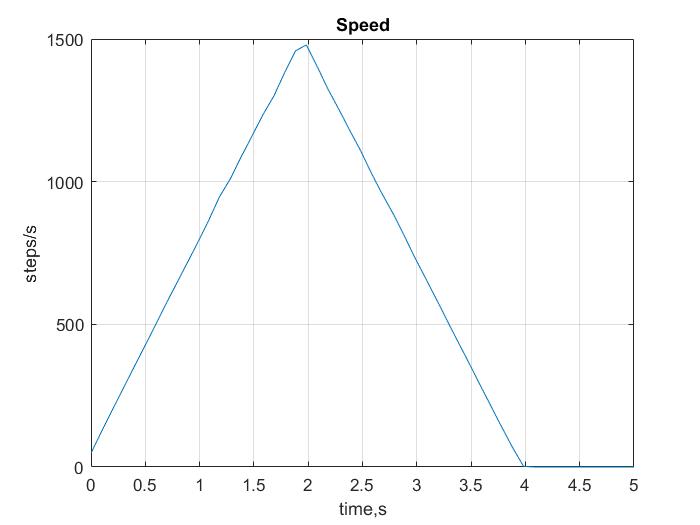
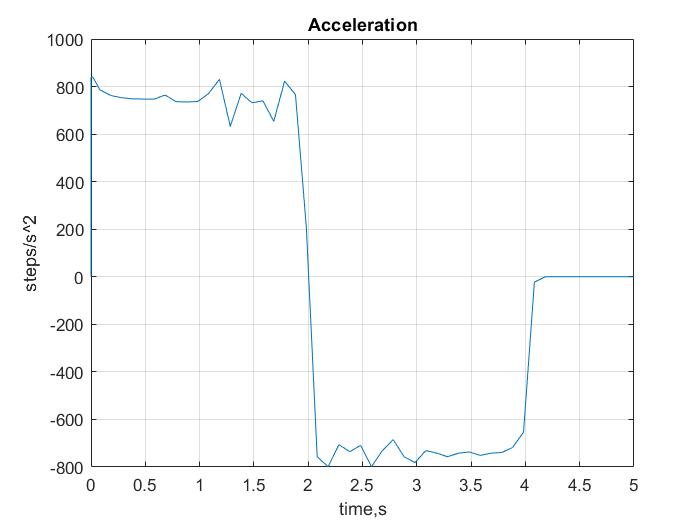
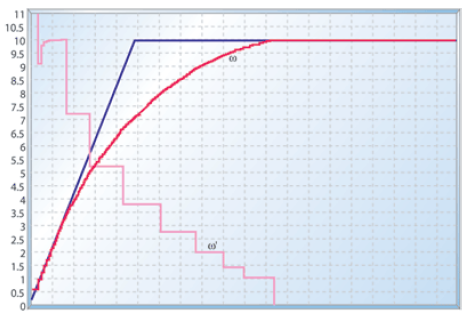
 

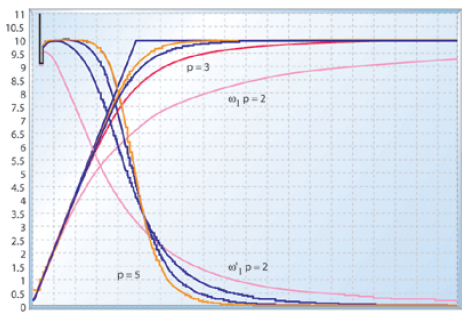
Рисунок 3 Треугольный профиль разгона

Для более гладкого перехода к максимальной скорости, необходимо снизить ускорение на вершине профиля разгона. Существует 3 способа это сделать

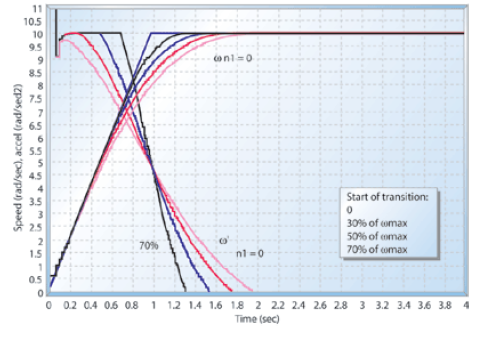
1. Уменьшить ω ’поэтапно, давая кусочно-линейный переход.



1. Добавить степень в знаменатель аллгоритма



1. Масштабировать изменения от линейным коэффициентом.



**Масштабирование линейным коэффициентом**

В данном алгоритме расчёт задержек *с* выполняется по формуле (12) до достижения шага *n2.*

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Коэффициент при достижении шага движемся с постоянной скоростью до шага *n3.* При достижении шага *n3* начинаем торможение по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

С ростом **n** коэффициент увеличивается, следовательно увеличивается.

Профили разгона, полученные на основе массива импульсов с микроконтроллера представлены на рисунках

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

