

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЛАТФОРМЫ НАВЕДЕНИЯ КАМЕРЫ

Рассматривается система управления наземной платформы наведения для камеры слежения. Представлены алгоритмы проектирования и расчёта параметров системы управления приводами наведения, структурные схемы и наглядные графики, отражающие особенности функционирования системы.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире системы наведения используются во многих сферах от тяжёлой промышленности, где не требуется большой точности настроек системы управления, до изготовления микрочипов, где в силу техпроцесса, измеряемого в нанометрах, требуется точно откалиброванная система.

I. СТРУКТУРА ПЛАТФОРМЫ И ПРИВодОВ

Платформа состоит из неподвижно закреплённого на земле основания, привода горизонтального наведения (ГН) и привода вертикального наведения (ВН). Приводы, в свою очередь, состоят из датчиков угла поворота (задающих потенциометров и потенциометра обратной связи), предварительных усилителей, корректирующих устройств, усилителей мощности, двигателей постоянного тока, тахогенераторов и редукторов. Приводы наведения предназначены для вращения камеры в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

II. РАБОТА ПРИВОДА ВН

Рассмотрим работу приводов на структурной схеме (см. рис. 1). Задающий потенциометр предназначен для формирования управляющего сигнала. Управляющий сигнал приходит на вход устройства сравнения, где формируется сигнал рассогласования. Сформированный сигнал поступает на усилительно-преобразовательные устройства для предварительного усиления и коррекции. Скорректированный сигнал поступает на усилитель мощности, где он достигает достаточной для нормальной работы двигателя мощности. Усиленный сигнал поступает на исполнительный двигатель, который через редуктор поворачивает камеру в вертикальной плоскости. Одновременно редуктор поворачивает ось потенциометра обратной связи на заданный угол. С потенциометра обратной связи снимается напряжение, пропорциональное положению камеры в вертикальной плоскости, и подаётся на вход устройства сравнения с обратным знаком управляющему сигналу. При достижении камерой заданного угла разностное напряжение на выходе устройства сравнения будет равным нулю и исполнительный двигатель остановится. Кроме того, на вход устройства сравнения поступа-

ет сглаживающее напряжение с тахогенератора, что обеспечивает плавность отработки камерой заданного угла. Мгновенное значение скорости вращения вала двигателя преобразуется в эквивалентный сигнал и подаётся на сумматор контура управления по скорости с противоположным знаком задающему сигналу, затем соответствующим регулятором приводится к нужному значению. Тем самым мы получаем сглаживание задающего сигнала на разгоне и торможении.

Также стоит отметить, что в данной системе требуется точная регулировка скорости вращения камеры, что обуславливает выбор двигателя постоянного тока. Когда к обмотке подключается источник напряжения, возникающий ток способствует созданию вращающегося магнитного поля (МП) якоря, которое при взаимодействии с магнитным полем статора создаёт момент вращения.

Передачная функция двигателя постоянного тока имеет следующий вид:

$$W_{trn}(p) = \frac{k_{en}}{T_m T_a p^2 + T_m p + 1}$$

где k_{en} - коэффициент усиления электродвигателя, T_m - электрохимическая постоянная времени двигателя, T_a - электромагнитная постоянная времени якоря двигателя.

III. РАБОТА ПРИВОДА ГН

Привод ГН работает аналогично, тахогенератор также сглаживает разностный сигнал на разгоне и торможении, однако в нём отсутствует потенциометр обратной связи.

Камера обрабатывает заданный угол в горизонтальной плоскости, до того момента пока оператор не повернёт ручку ГН в исходное положение, тем самым обнуляя задающее напряжение. Для упрощения на структурной схеме опущен датчик тока, а сумматоры и регуляторы объединены в блоки «Устройство сравнения» и «Усилительно-преобразовательные устройства». Суть остаётся такой же: на соответствующий сумматор приходит задающее напряжение и напряжение с соответствующего датчика с противоположным знаком задающему, после чего полученный сигнал поступает на регулятор и в итоге на усилитель мощности, а проходя через него, на двигатель.

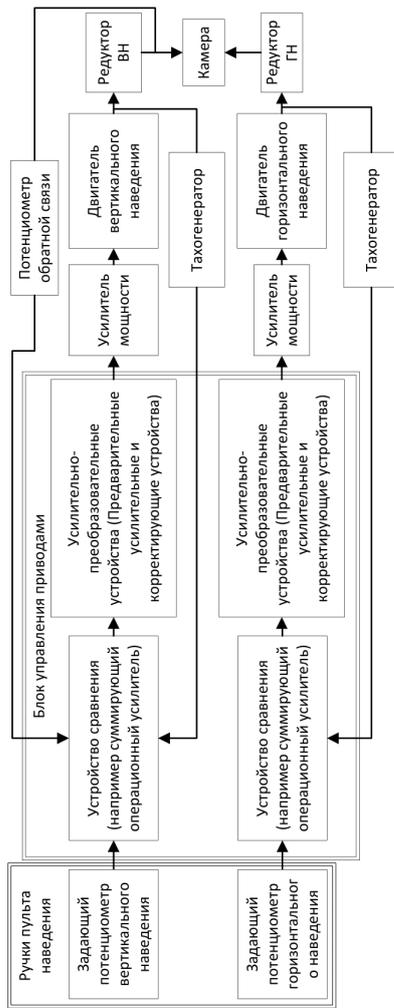


Рис. 1 – Структурная схема

IV. КОНТУР УПРАВЛЕНИЯ ПО ПОЛОЖЕНИЮ

Рассмотрим более подробно потенциометр обратной связи (ПОС) в ветви привода ВН. Отличие ветви ВН от ГН в том, что в качестве датчика положения выступает положительная обратная связь (ПОС), в качестве интегрирующего звена и ещё одного сумматора с регулятором положения - редуктор. Они составляют контур управления по положению, обеспечивая автоматическую остановку двигателя ВН, когда камера достигнет нужного угла в вертикальной плоскости, за счёт того что сигнал с ПОС компенсирует задающий и разностный сигнал станет равным нулю.

Роднев Тимофей Вячеславович, Путырский Станислав Павлович, студенты кафедры систем управления БГУИР, rometuor@gmail.com.

Научный руководитель: Шабанович Роман Александрович, ассистент кафедры систем управления БГУИР, r.shabanovich@bsuir.by.

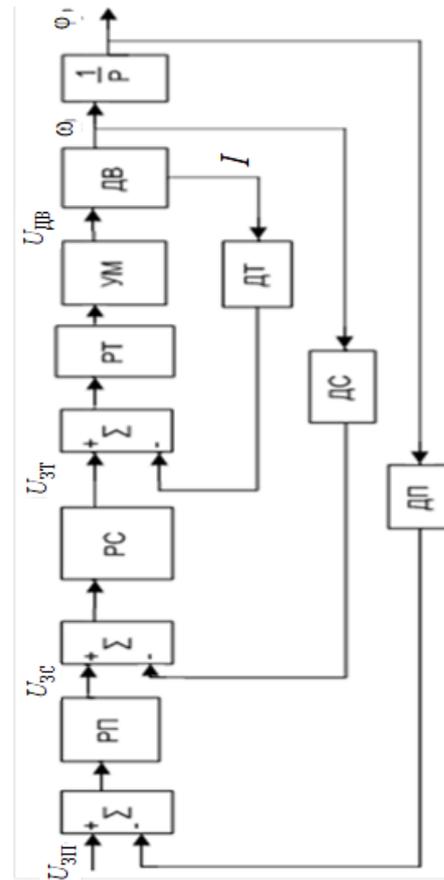


Рис. 2 – Функциональная схема трехконтурной системы регулирования электропривода

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная система наведения обеспечивает автоматическое управление вертикальным и горизонтальными приводами, настроена на оптимальные время и качество регулирования и имеет возможность гибкой настройки каждого из параметров за счёт многоконтурных подсистем. Также система превосходит аналоги за счёт наличия контура управления по положению в приводах ВН, реализована автоматическая остановка.

1. Кузнецов, В. П. Теория автоматического управления / В. П. Кузнецов, С. В. Лукьянец, М. А. Крупская // Линейные непрерывные системы. – 2007.
2. Сорока, Н. И. Телемеханика / Н. И. Сорока, Г. А. Кривинченко, // Модуляция информации. – 2020.