

## Создание прототипа наводчика для телескопа на основе горизонтальной системы координат

Л. В. Бережная, А. Д. Кашакова

Н. М. Салтыкова, С. И. Коптева

МАОУ «Гимназия «Вектор», Зеленоградск, Россия

E-mail: [548825uwu@gmail.com](mailto:548825uwu@gmail.com)

Для использования телескопа необходима монтировка: та подвижная конструкция, на которую крепится неподвижная сама по себе труба телескопа. Монтировки для любительских телескопов бывают либо экваториальными (способными вращаться по осям склонения и прямого восхождения), либо азимутальными (способными вращаться по осям высоты и азимута). Их названия соотносятся с тем, в плоскостях какой сферической системы координат они работают. Экваториальная система координат (ЭСК) вращается относительно наблюдателя в течение суток и года (с осью и экваториальной плоскостью, совпадающими с таковыми земли), однако звёзды относительно неё неподвижны и имеют свой фиксированный набор координат. Горизонтальная же система координат (ГСК) строится вокруг наблюдателя (ось проходит через зенит и надир, экваториальной плоскостью является математический горизонт) и относительно него неподвижна, однако все небесные тела постоянно меняют своё положение относительно этой координатной сетки.

Для облегчения процесса наведения телескопа на объект существуют наводчики (англ. telescope pointing systems). Однако большинство из них работает с телескопами на экваториальной монтировке. Внутри системы существует каталог(-и) светил со значениями по ЭСК. Для начала работы системе нужно знать нулевое положение. Зачастую оно выбирается по яркой звезде. Труба выравнивается по указанному объекту, когда его видно в окуляр, положение подтверждается и дальше при выборе звезды из каталога система считает разницу между заданными и предыдущими координатами, подавая сигналы на моторы. Данная система довольно громоздка (требует сложных вычислений), требует от наблюдателя ввода своих географических координат, коллибровки по времени, проведения процедуры традиционного наведения. Данный проект практико-ориентированный: является попыткой избавиться от необходимости использовать оптический искатель посредством применения ГСК в качестве основной.

Таким образом, цель работы – создание прототипа наводчика для телескопа на азимутальной монтировке, которая будет оперировать в рамках ГСК. Для реализации цели поставлены были следующие задачи: выработать план задания начальных координат, разработать физическую систему (зубчатые колёса, подставки под двигатели), собрать логическую систему (микроконтроллер, драйвера двигателей), запрограммировать её.

Для силовой части были выбраны шаговые двигатели NEMA17 и драйвера A4988, подключенные на микрошаговый режим 1/8. Был смоделирован и распечатан набор из 4-х зубчатых колёс на 60 зубьев и с равным радиусом. Роль логического компонента выполняет микроконтроллер Arduino Uno R3. Координаты вводятся с помощью импровизированной клавиатуры. Обе части системы питаются от двух батареек на 9V каждая.

Для определения нулевых координат было принято тривиальное решение – установить их на 0° по высоте и азимуту (труба установлена параллельно земле и смотрит ровно на юг). Выравнивание происходит с помощью пузырькового уровня и компаса вручную. Сами задаваемые координаты нужно постоянно брать новые для каждого объекта, для чего лучше всего подходит мобильное приложение Stellarium.

Работа по изучению ЭСК, выявлению разницы между ГСК и ЭСК, создание физической системы (зубчатые колёса, подставки под двигатели) была проделана Кашаковой А. Д. Подключение и программирование логической системы (микроконтроллер, драйвера двигателей) были выполнены Бережной Л. В.

Проект является лишь прототипом, ценность которого состоит, скорее, в дешевизне и простоте конструкции, чем в презентабельности. В качестве развития проекта могут быть улучшены: внешний вид систем, клавиатура, надёжность подставок для двигателей и т.д.

**Возьмите на заметку:** Поскольку один шаг двигателя в режиме шага 1/8 равен  $0,225^\circ$  или  $13,5'$  (1600 шагов на оборот), необходима вычислительная работа по преобразованию заданного количества градусов в количество шагов двигателя. Для этого заданное число градусов (дробное, с угловыми минутами) умножается на 4.444, округляется, высчитывается разница между данным числом и прошлым значением координат (в шагах) и получившееся число идёт на драйвера.