

## АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РУЧКИ МАНИПУЛЯТОРА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИГНАЛ

*Кособоков А.С., Кособокова Т.А., Баннов В.Я.*

*Пензенский государственный университет, Пенза*

**Ключевые слова:** кноппель, датчик, манипулятор, энкодер, потенциометр, эффект Холла.

**Аннотация.** Рассмотрены варианты построения манипуляторов на основе аналоговых и цифровых датчиков преобразования. Представлены результаты анализа основных принципов преобразования механического перемещения ручки манипулятора в электрический сигнал. Выделены их достоинства и недостатки, знание которых может быть полезным при разработке конструкций новых манипуляторов.

## ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF CONVERTING THE MAGNITUDE OF THE MECHANICAL MOVEMENT OF THE MANIPULATOR HANDLE INTO AN ELECTRICAL SIGNAL

*Kosobokov A.S., Kosobokova T.A., Bannov V.Ya.*

*Penza State University, Penza*

**Keywords:** joystick, sensor, manipulator, encoder, potentiometer, Hall effect.

**Abstract.** Variants of construction of manipulators based on analog and digital conversion sensors are considered. The results of the analysis of the basic principles of converting the mechanical movement of the manipulator handle into an electrical signal are presented. Their advantages and disadvantages are highlighted, the knowledge of which can be useful in the development of designs of new manipulators.

Пульты управления типа «манипулятор» получили широкое распространение в различных отраслях промышленности и жизнедеятельности человека. Основным элементом любого пульта управления является кноппель. Он представляет собой орган управления, предназначенный для формирования управляющих сигналов в соответствии с отклонением ручки манипулятора, что позволяет оператору передавать на исполнительные механизмы необходимые команды [1].

Манипуляторы в состав которых входит кноппель условно можно разделить на два вида, дискретные и аналоговые. Дискретные — датчики на таких кноппелях могут принимать два значения: логически высокой уровень ("1") и логически низкий уровень ("0"). Работа дискретного манипулятора (рисунок 1) осуществляется при помощи нажатия на кнопку. Каждое нажатие генерирует управляющий импульс и при помощи управляющей программы происходит смещение маркера с прежнего положения на одну позицию в поле координат.

Диапазон перемещения маркера при этом ограничивается только количеством нажатий или управляющей программой. Манипуляторы такого типа применяются там, где необходимо перемещать исполнительные механизмы по

линейным траекториям с заранее заданной дискретностью. Так же стоит отметить, что возврат в нулевое положение занимает определенное время.

Аналоговые датчики на таких кноппелях имеют возможность изменять выходной сигнал плавно от нуля до максимума в зависимости от угла отклонения рукоятки: чем больше угол отклонения, тем больше уровень выходного сигнала (рис. 2).



Рис. 1. Манипулятор с дискретным принципом преобразования



Рис. 2. Манипулятор с аналоговым принципом преобразования

Диапазон перемещения маркера ограничен ходом ручки кноппеля и физическим разрешением примененных сенсоров.

Существуют конструкции кноппелей, построенных на различных физических принципах [2, 3]. Рассмотрим основные принципы.

- На основе эффекта Холла. К достоинствам датчиков на эффекте Холла можно отнести их многозадачность и точность измерения таких параметров как положение, направление и скорость движения объекта. Из недостатков можно отметить их восприимчивость к электромагнитным наводкам, ограниченным диапазоном рабочих частот и недостаточную чувствительность в отношении измерения малых токов.

- На основе потенциометра. Достоинствами датчиков на основе потенциометра является их простота, малые габариты и вес, возможность работы на постоянном и переменном токе, стабильность характеристик при малых износах резистивного слоя и неизменной температуры окружающей среды. Из недостатков датчики на основе потенциометра обладают низкой надежностью и точностью при постоянном использовании. Количество срабатываний ограничено, показания сильно меняется от температуры и физического износа токопроводящего слоя. Потенциометры хорошо восприимчивы к ударным и вибрационным нагрузкам, что накладывает ограничение на использование подобных решений в конструкциях где условия работы далеки от идеальных.

- На основе принципа вихревых токов. Использование принципа вихревых токов в датчиках позволяет обеспечить высокую точность снятия показаний. Высокую износостойкость за счет бесконтактного способа измерения. Стойкость к электромагнитным наводкам, широкий диапазон рабочих частот. Из

несущественных недостатков можно отметить: масса-габаритные характеристики, процесс калибровки.

- На основе инкрементного энкодера. Здесь оптический датчик в паре с светоизлучающим диодом формирует поток импульсов, проходящих через диск со специально нанесёнными метками с последующим подсчётом и обработкой полученных данных. Благодаря точной фотоэлектрической технологии с помощью энкодера можно определить положение ручки с точностью до тысячных долей градуса. Из достоинств, следует отметить высокую точность определения отклонения ручки. Из недостатков можно отметить накопительные ошибки в измерениях при сильных вибрационных и механических нагрузках. В некоторых случаях недостаточную разрешающую способность при малых габаритах конструкции.

#### **Список литературы**

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др. Под общ.ред. В.А. Шахнова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с.
2. Белоусов О.А. Основные конструкторские расчеты в РЭС / О.А. Белоусов, Н.А. Кольтюков, А.Н. Грибков. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 84 с.
3. Федоров В.К. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств / В.К. Федоров, Н.П. Сергеев, А.А. Кондрашкин. – М.: Техносфера, 2005. – 504 с.

#### Сведения об авторах:

*Кособоков Андрей Сергеевич* – инженер конструктор 1 категории, АО «НПП «Рубин», Пенза;

*Кособокова Тамара Алексеевна* – бакалавр, Пенза;

*Баннов Валерий Яковлевич* – доцент, РГУ, Пенза.