

## ПРИВОД ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ ГЛУБОКОВОДНОГО МАГНИТОМЕТРА

И.И. Булуев

Научный руководитель: О.В. Стукач  
Томский политехнический университет  
[ilusha070893@mail.ru](mailto:ilusha070893@mail.ru)

### Введение

*«Мы живем в обществе, которое полностью зависит от науки и технологии и в котором мало кто знает хоть что-нибудь о науке и технологии»* (Карл Саган).

Наука не стоит на месте: постоянное развитие технологий способствует улучшению социальной сферы жизнедеятельности человека. Любое изобретение, производимое человеком для человека, должно обладать высокими технологическими и техническими показателями, среди которых играет немаловажную роль чувствительность устройств и приборов настройки.

Магнитометр представляет прибор для измерения напряжённости магнитного поля и магнитных свойств материалов [1]. Существует множество различных типов магнитометров, однако для данного проекта предполагается использовать феррозондовый магнитометр ввиду его высокой чувствительности. Данный прибор можно применять для измерения и индикации магнитных полей (в основном постоянных или медленно меняющихся) и их градиентов.

Чтобы использовать высокочувствительный датчик без искажений его показаний и иметь максимальную точность результатов измерения, необходимо создать систему калибровки данным датчиком. Стоит отметить, что на сегодняшний день уже реализована масса систем для автоматической калибровки датчиков. Однако эти системы создаются для разных целей, принципы их действия различны, и, как следствие, они обеспечивают разную точность для калибруемых датчиков.

В основе проекта заложена идея создания системы автоматической калибровки глубоководного магнитометра. Калибровка будет производиться посредством привода на основе шагового двигателя.

Областью применения данной системы являются глубоководные аппараты, такие, как глубоководные роботы-исследователи и подводные лодки. Пособством точной калибровки датчиков возможно добиться нахождения объектов под водой на глубине до 10000 м с точностью не менее 10 нТл.

Также, в перспективе, предполагается использовать данную систему для калибровки не только глубоководных магнитометров, но и других датчиков, таких, например, как инклинометры – приборы для определения угла и азимута искривления буровой скважины с целью контроля её пространственного положения (применение в нефтегазовой отрасли).

Основной целью данного проекта является разработка системы управления шаговым двигателем для точного позиционирования калибруемого датчика в полости катушки.

Основной задачей исследования является изучение различных конструктивных подходов к решению проблемы. На основе данных подходов формируется структурная схема будущей системы. После разработки структурной схемы необходимо произвести выбор элементов, которые могут удовлетворять требованиям, заявленным выше.

Уникальность данного проекта заключается в том, что создаваемая система не имеет аналогов ни на территории Российской Федерации, ни за рубежом, а, следовательно, спрос на создаваемый продукт будет высок.

### Разработка структурной схемы проектируемого устройства

Определим основные функциональные части изделий, их назначение и взаимосвязи. Графически структуру схемы проектируемой системы можно представить, как показано на рис. 1.

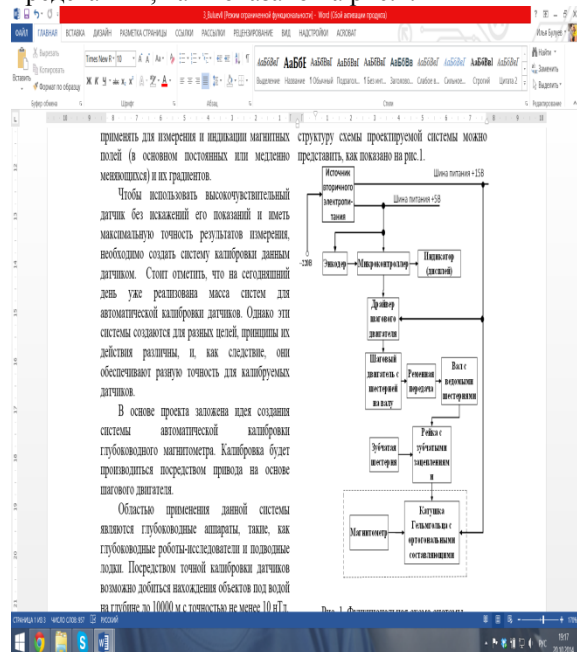


Рис. 1. Функциональная схема системы автоматической калибровки глубоководного магнитометра

Для понимания принципа работы схемы необходимо пояснить механизм работы каждого блока, его назначение, чтобы ориентироваться на дальнейший выбор конкретных типов устройств и их параметров.

*Блок источника вторичного электропитания.* Представляет собой блок устройства, предназна-

ченного для обеспечения питания электроприборов электрической энергией путём преобразования энергии других источников питания. В качестве другого источника выступает сеть переменного напряжения 220В.

*Блок катушки с ортогональными составляющими.* Представляет собой пластиковую катушку, на внешней части которой располагаются медные проводники, создающие магнитное поле. В основе лежит принцип колец Гельмгольца [2].

*Блок магнитометра.* Представляет собой блок, содержащий специальный датчик. В связи с тем, что одним из основных требований, предъявляемых к проектируемой системе, является высокая чувствительность, в работе предполагается использовать феррозондовый магнитометр – прибор для измерения и индикации магнитных полей (в основном постоянных или медленно меняющихся) и их градиентов.

*Блок энкодера.* Блок устройства, преобразующего линейное или угловое перемещение в последовательность сигналов, позволяющих определить величину перемещения [3]. Относительно рассматриваемой системы, энкодер необходим для внешнего воздействия: путём поворота вала производится задание смещения калибруемого магнитометра в катушке.

*Блок микроконтроллера.* Специальная микросхема, предназначенная для управления различными типами электронных устройств. В создаваемой системе предполагается использовать микроконтроллер как устройство управления шаговым двигателем. Управление будет происходить, благодаря внешнему воздействию на энкодер, который, в свою очередь, преобразует угол поворота своего вала в электрические сигналы, поступающие на микроконтроллер.

*Блок индикатора (дисплея).* Электронное устройство, предназначенное для отображения цифровой, цифробуквенной или графической информации электронным способом. Дисплей, используемый для проектируемой системы, должен отображать значение, высчитываемое микроконтроллером по углу поворота вала энкодера, а также стрелку вверх/вниз, указывающая направление движения калибруемого датчика.

*Блок драйвера шагового двигателя.* Драйвер шагового двигателя представляет собой мощную схему питания обмоток двигателя [4]. Выбирается, исходя из модели шагового двигателя.

*Блок шагового двигателя.* Представляет собой блок электромеханического устройства, преобразующего сигнал управления в угловое (или линейное) перемещение ротора с фиксацией его в заданном положении без устройств обратной связи [5]. Шаговый двигатель проектируемой системы осуществляет вращение по/против часовой стрелке, в зависимости от проходящего сигнала с микроконтроллера.

*Блок ременной передачи.* Устройство передачи механической энергии при помощи гибкого элемента – приводного ремня, за счёт сил трения или сил зацепления (зубчатые ремни).

*Блок вала с ведомыми шестернями.* Представляет собой вал с насаженными на него двумя шестернями. При помощи первой шестерни (входящей в ременную передачу) вал будет приводиться в движение, таким образом, вторая шестерня, вращающаяся вместе с валом, будет приводить в движение рейку с зубчатыми зацеплениями.

*Блок зубчатой передачи.* Представляет собой зубчатую шестерню, которая необходима для жёсткой фиксации рейки с зубчатыми зацеплениями с противоположной стороны относительно шестерни, находящейся в блоке вала с ведомыми шестернями.

*Блок рейки с зубчатыми зацеплениями.* Представляет собой рейку, имеющую пазы для зубчатых зацеплений. На конец рейки крепится магнитометр, который будет перемещаться в полости катушки.

#### **Заключение**

К концу 2015 г. планируется создание конечного продукта – системы автоматической калибровки глубоководного магнитометра. К заявленному времени данная система уже будет отлажена и отрегулирована посредством выявления всех её недостатков. На данный момент уже произведены все расчёты, необходимые для работоспособности системы автоматической калибровки, составлено техническое задание, выполнен его анализ и привлечены все необходимые силы, средства и ресурсы.

Работа выполнена за счёт средств субсидии в рамках реализации Программы повышения конкурентоспособности ТПУ.

#### **Литература**

1. Магнитометр: принцип действия, типы, применение. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: [http://qualytest.ru/katalog\\_produkcii/magnitoporoshk\\_ovyjj\\_kontrol/magnitometr](http://qualytest.ru/katalog_produkcii/magnitoporoshk_ovyjj_kontrol/magnitometr)
2. Кольца Гельмгольца. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://www.ngpedia.ru/id95551p1.html>
3. Энкодер. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://robocraft.ru/blog/technology/734.html>
4. «Контроллер шагового двигателя». Каталог принципиальных схем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://kazus.ru/shemes/showpage/0/843/1.html>
5. Электропривод. Шаговый двигатель. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://electropriwod.ru/stepmotor.htm>