

УДК 629. 12. 066

**Е.И. Есипенко**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

### **РАЗРАБОТКА ИНДИКАТОРА ДЛИНЫ ВЫТРАВЛЕННОГО КАБЕЛЯ ЛЕБЕДКИ ЗОНДА**

*Проанализированы частые порывы кабеля лебедки ультразвукового зонда при тралении. Проблема применения кабеля – это провисание кабеля. Решение этой проблемы – применение индикатора длины вытравленного кабеля лебедки зонда. Сконструирован индикатор, предназначенный для получения напряжения, пропорционального длине кабеля для подтягивания кабеля. Индикатор длины вытравленного кабеля состоит из блока положения и схемы вычисления длины вытравленного кабеля. Описана конструкция датчика положения. Приведены схемы формирователя импульсов, вычисления длины. Схема вычисления длины состоит из цифрового реверсивного счётчика, цифро-аналогового преобразователя, усилителей тока. Индикатор длины вытравленного кабеля поддерживает необходимое усилие в кабеле в большом диапазоне глубин.*

**Ключевые слова:** лебедка, кабель, зонд, индикатор, длина, схема, счетчик.

**E.I. Esipenko**

### **INDICATOR CABLE STRETCH LENGTH OF PROBE HOIST IS DEVELOPED**

*Frequent tears the ultrasonic probe cable hoist trawling analysis in article. Problem of the application probe is hangetion of the cable. Problem solving is application indicator cable stretch length of ultrasonic probe hoist. An indicator is designed to produce voltage of cable proportionate stretch. Indicator scope of cable slacken out consist of position unit and circuitry for calculation cable stretch length. Construction of position sensor described. Circuitries of pulse former, count pulse former reduced. Circuitry for calculation cable stretch length consist of digital reversible counter, digital-analog converter, current amplifiers. Indicator cable stretch length support effort in cable for great depths range.*

**Key words:** hoist, cable, probe, indicator, length, circuitry, counter.

#### **Введение**

В настоящее время широкое применение получили приборы траловой телеметрии (зонды), которые используются для обеспечения морского промысла и рыболовства [1]. Зонд закрепляется непосредственно на трале, на его верхнем подборе, и соединяется с находящейся на судне глубоководной лебедкой зонда кабелем [2]. С увеличением глубины погружения зонда возникает провис кабеля, который может привести к его обрыву. Электропривод лебедки зонда не устраняет провис, поэтому необходимо провести аналитическое исследование причины провиса кабеля. Целью данной работы является разработка индикатора длины вытравленного кабеля лебедки зонда, который, действуя на электропривод лебедки зонда, устранит провис кабеля.

#### **Объект и методы исследования**

Объектом исследования данной работы являлся способ травления кабеля, который не исключал его обрыв. Метод исследования – аналитическое исследование провиса кабеля и определения причин его обрыва. При тралении кабель под действием собственной массы провисает, может зацепиться за дно и оборваться. Анализ причин провиса показал, что электропривод лебедки зонда не устраняет провис, потому что момент на валу электродвигателя не зависит от глубины погружения зонда. Целью разработки является создание устройства, определяющего длину вытравленного кабеля лебедки зонда и подающего сигнал в систему управления электроприводом лебедки для исключения провиса.

Таким устройством является индикатор длины вытравленного кабеля лебедки зонда. Индикатор длины вытравленного кабеля должен подавать в электропривод лебедки зонда напряжение, пропорциональное длине вытравленного кабеля, для поддержания необходимого момента, создаваемого электродвигателем лебедки зонда для устранения провиса.

### Результаты и их обсуждение

В схему индикатора длины вытравленного кабеля входят:

- блок положения;
- схемы вычисления длины вытравленного кабеля.

Для проводки кабеля за борт судна служит специальный канифас-блок, на котором размещены элементы датчика положения. На шкиве блока, совершающим один оборот при прохождении одного метра длины кабеля, закреплена ферромагнитная перемычка. При каждом обороте, проходя над крышкой датчика, магнит своим полем возбуждает два П-образных магнитопровода с катушками индуктивности, расположенных над крышкой датчика. Последовательность замыкания магнитопроводов катушек индуктивности определяется направлением вращения шкива.

Токосъёмник предназначен для осуществления электрической связи между кабелем, намотанным на барабан лебёдки, и зондом, применяемым совместно с лебёдкой.

Принцип работы датчика положения показан на рис. 1: на катушке барабана лебёдки 3 закреплена ферромагнитная перемычка 1, а на неподвижном основании закреплён чувствительный элемент (два П-образных магнитопровода с катушками индуктивности L1 и L2 2). При вращении барабана перемычка проходит под магнитопроводами катушек индуктивности с минимальным зазором, при этом изменяется магнитное сопротивление в магнитной цепи системы и, как следствие, меняется индуктивное сопротивление катушек индуктивности [3].

Схема формирователя импульсов (рис. 2.) состоит из генератора питающего напряжения (ГПН) и двух преобразователей положения (ПП). В качестве генератора питающего напряжения взят генератор прямоугольных импульсов. Генератор собран на одной микросхеме, в которую входят четыре элемента 2И-НЕ. Логические элементы используются для поворота фазы на 180 градусов (это необходимо для самовозбуждения) и для того чтобы ослабить влияние выходной цепи на частоту и режим работы генератора. Импульсы с генератора поступают на усилитель мощности. Усилитель мощности выполнен на транзисторах VT1 и VT2. С усилителя мощности питающее напряжение поступает во входную обмотку трансформатора W1. Трансформатор TU1 служит для повышения напряжения и потенциальной развязки. Две вторичные обмотки W1 и W2 соединены с катушками индуктивности (L1, L2) датчика положения. Сигнал, снимаемый с катушек, выпрямляется, проходя через выпрямительный мост VD3-VD6 и VD7-VD10, и фильтруется фильтрами R4-C2 и R5-C3 [4].

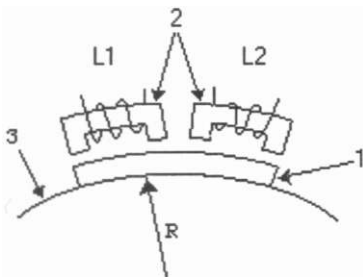


Рис. 1. Датчик положения  
Fig. 1. Position sensor

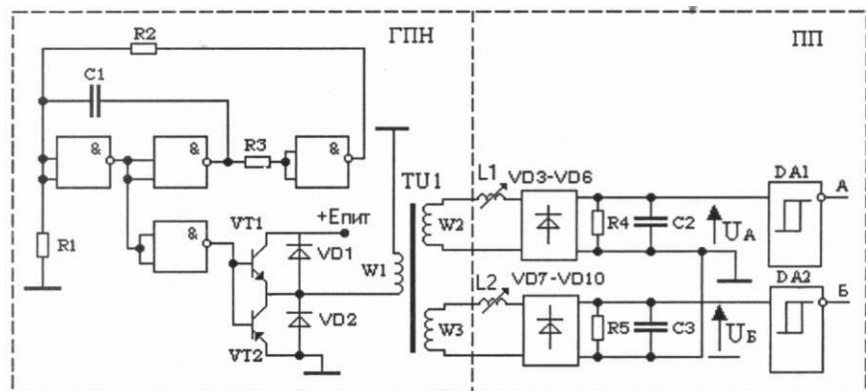


Рис. 2. Схема формирователя импульсов  
Fig. 2. Pulse former circuitry

Компаратор DA1 и DA2, на который поступает сигнал, преобразует напряжение в логические уровни А и Б. Когда ферромагнитная переключатель находится под П-образными магнитопроводами, индуктивное сопротивление большое, при этом в цепи протекает малый ток, и соответственно напряжение в цепи минимальное. Это соответствует логическому нулю. А при маленькой индуктивности напряжение максимально, это соответствует логической единице. Временные диаграммы магнитоэлектрического датчика изображены на рис. 3.

Из логических уровней А и Б, в схеме формирования счётных импульсов (рис. 3), формируются счётные импульсы С. Частота следования импульсов пропорциональна числу оборотов барабана. Схема формирования счётных импульсов также формирует сигнал направления вращения U, который принимает единичное значение при тралении кабеля, нулевое – при выборке.

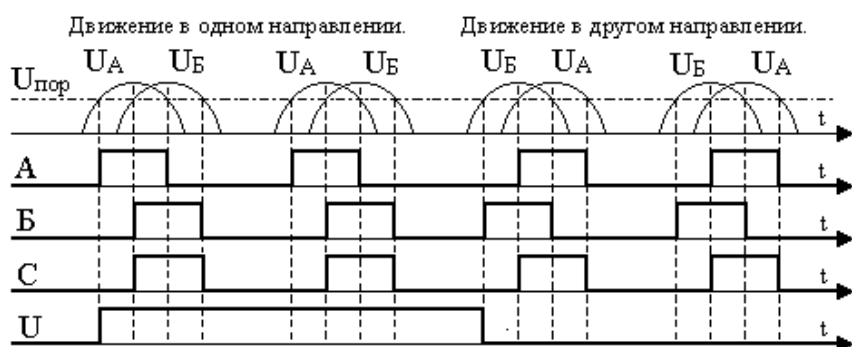


Рис. 3. Временные диаграммы формирователя импульсов  
Fig. 3. Timing chart of pulse former

Синтезируем логическую схему, формирующую сигналы С и U, составив таблицу функционирования.

По таблице функционирования составим карты Карно для логических сигналов С и U, которые приведены на рис. 4. Карты Карно позволяют получить логические уравнения и построить принципиальную электрическую схему для формирования счётных импульсов и сигнала направления вращения [5].

**Функционирование схемы формирования сигналов С и U**  
**Signal C and U conditioning circuitry functioning**

$a^n$	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$b^n$	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
$U^n$	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
$C^n$	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
$U^{n+1}$	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
$C^{n+1}$	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1

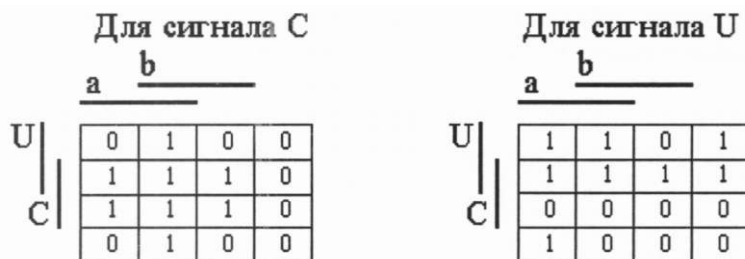


Рис. 4. Карты Карно для сигналов С и U  
Fig. 4. Karno card for Signal C and U

Минимизируя карты Карно, получаем логические уравнения для сигналов:

$$C = \overline{a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c} = \overline{a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c} = \overline{a \cdot b} \cdot \overline{a \cdot c} \cdot \overline{b \cdot c}$$

$$U = \overline{a \cdot b \cdot c + b \cdot u + a \cdot u + c \cdot u} = \overline{a \cdot b \cdot c + b \cdot u + a \cdot u + c \cdot u} = \overline{a \cdot b \cdot c} \cdot \overline{b \cdot u} \cdot \overline{a \cdot u} \cdot \overline{c \cdot u}$$

Принципиальная схема, реализующая получение сигналов C и U на логических элементах И-НЕ, приведена на рис. 5.

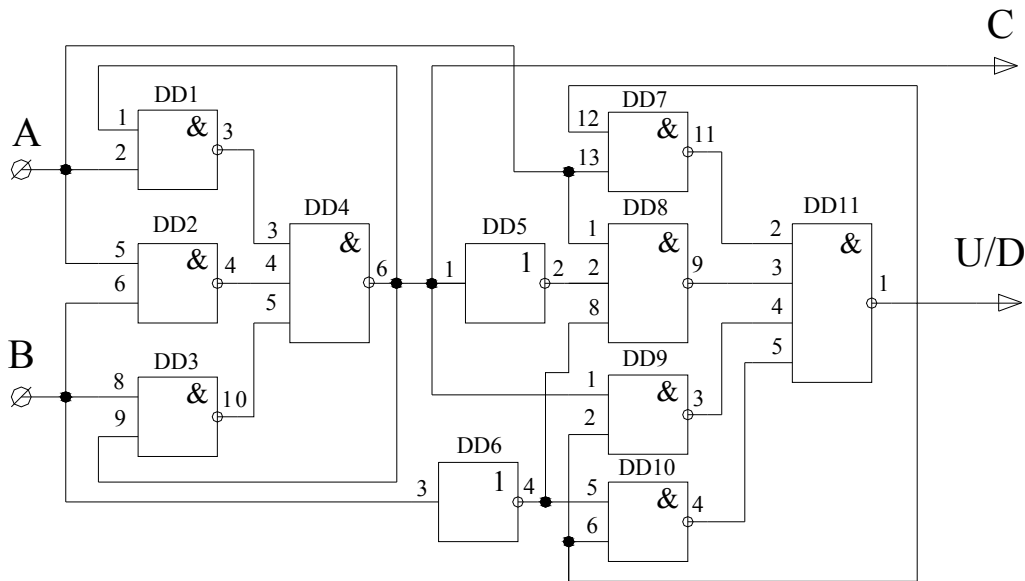


Рис. 5. Схема формирователя счётных импульсов  
Fig. 5. Circuitry of count pulse former

Количество вытравленного кабеля подсчитывается путём суммирования или вычитания счётных импульсов (в зависимости от направления вращения). Эту операцию выполняет цифровой реверсивный счётчик, построенный на трёх интегральных микросхемах К561ИЕ11. Счётчик формирует двоичный код, который пропорционален количеству импульсов, подаваемых на его счётный вход.

Схема формирователя напряжения состоит из следующих элементов:

- цифровой реверсивный счётчик;
- ЦАП.

Схема формирователя напряжения от длины кабеля представлена на рис. 6. Сигнал со счётчика подаётся на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), который выдаёт напряжение, соответствующее коду на входе. В качестве ЦАП выбрано К572ПА1, с 12 разрядами. Для повышения точности 11-й разряд счётчика и 0-й разряд ЦАП не использовались.

Схема соединения ЦАП со счётчиком представлена на рис. 6. Напряжение будет пропорционально усилию, которое должно быть добавлено. На выходе сумматора формируется сигнал, который является уровнем ограничения.

При включении лебёдки в работу счётчик должен сброситься, т.е. обнулиться. Это происходит при подаче на его сбрасывающий вход единичного импульса. В начале зарядки конденсатора компаратор формирует единицу. А при достижении напряжения конденсатора определённого порогового значения компаратор переключается в уровень ноль [5].

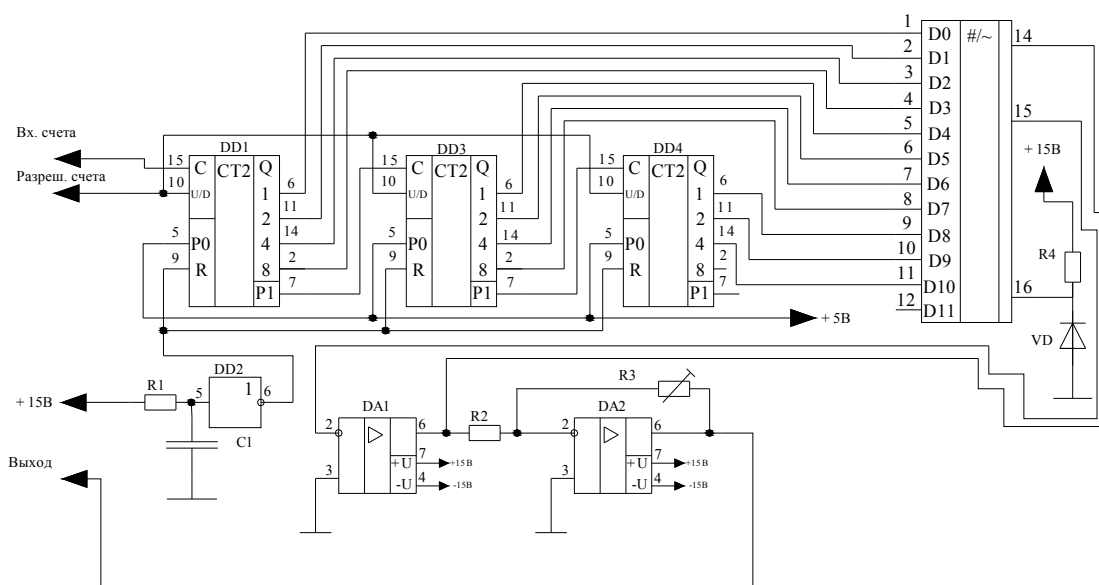


Рис. 6. Схема формирователя напряжения от длины кабеля  
 Fig. 6. Circuitry of voltage former from cable length

Количество вытравленного кабеля подсчитывается путём суммирования или вычитания счётных импульсов (в зависимости от направления вращения). Эту операцию выполняет цифровой реверсивный счётчик, построенный на трёх интегральных микросхемах К561ИЕ11. Счётчик формирует двоичный код, который пропорционален количеству импульсов, подаваемых на его счётный вход.

**Выводы**

Разработанный индикатор длины вытравленного кабеля реализовал поставленную цель. Индикатор длины вытравленного кабеля лебедки зонда подает на электропривод лебедки зонда напряжение, пропорциональное длине вытравленного кабеля. Электропривод лебедки, предназначенной для отдачи и выборки кабеля с подвешенными на нём гидрологическими приборами, поддерживает необходимое усилие в кабеле, устраняя провис кабеля.

**Список литературы**

1. Бакланов, Е.Н. Физическая модель дальнего обнаружения сформированных рыбных косяков / Е.Н. Бакланов, Е.П. Стародубцев, П.А. Стародубцев // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – № 33.
2. Герасимов, В.Г. Методы и приборы электромагнитного контроля промышленных изделий / В.Г. Герасимов, В.В. Клюев, В.Е. Шатерников. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 272 с.
3. Редько, В.В. Методы и средства контроля в кабельной промышленности / В.В. Редько, Е.М. Федоров. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 55 с.
4. Гынгазова, Г.С. Разработка измерителя длины немагнитных протяженных изделий вихретоковым методом / Г.С. Гынгазова, Д.В. Миляев, Н.И. Ермошин // Вестн. науки Сибири. – 2013. – № 1. – С. 117–128.
5. Есипенко, Е.И. Измеритель напряжения / Е.И. Есипенко // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Ч. I. – С. 302–304.

**Сведения об авторе:** Есипенко Евгений Иванович, старший преподаватель, e-mail: mi\_esa@dgtru.ru.