

**УДК 681.51**

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ:  
УСТРОЙСТВА И АНАЛИЗ ИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

**Светлана Анатольевна Улыбышева<sup>1</sup>**

учитель

svetikleto@mail.ru

**Станислав Олегович Чиркин<sup>2</sup>**

ассистент

stas.chirkin@bk.ru

**Наталья Викторовна Картечина<sup>2</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

kartechnatali@mail.ru

<sup>1</sup>Мичуринский лицей-интернат

<sup>2</sup>Мичуринский государственный аграрный университет

Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье проведен анализ устройств для автоматизации управления освещением, а также рассмотрены их технические параметры.

**Ключевые слова:** автоматизированное управление освещением, выключатель AZ-112, интерфейс RS-485, интерфейс токовой петли.

Рассмотрим устройства для управления освещением, представленные на рынке, и произведем анализ их технических параметров.

Наиболее простым решением для реализации автоматического управления освещением является использование простейшего фотореле или светочувствительного автоматического выключателя. Примером такого выключателя является модель AZ-112 от производителя «Евроавтоматика». Внешний вид данного выключателя представлен на рисунке 1.

Выключатель AZ-112 автоматически включает освещение в сумерках и выключает на рассвете.

Принцип работы основан на управлении интенсивностью света с помощью выносного фотодатчика. При снижении уровня освещенности ниже установленного замыкаются контакты реле 10, 12 и включается нагрузка. При увеличении уровня освещенности контакты 10, 12 размыкаются, нагрузка выключается.



*Рисунок 1 – Внешний вид выключателя AZ-112*

### **Область применения**

Его можно использовать для уличного освещения, витрин, рекламы, парковок, пересечения уровней, автобусных остановок, строительных площадок, управления коттеджами и оборудованием промышленной автоматизации.

Напряжение питания, В/Гц	230 / 50
Максимальной коммутируемый ток, А	16 AC-1 / 250 В
Контакт	1NO (1 нормально открытый)
Индикация	2 светодиода
Задержка включения, с	2...5
Задержка выключения, с	10...15
Порог освещенности, лк	2...100
Потребляемая мощность, не более, Вт	1
Диапазон рабочих температур, °С	-25...+50
Степень защиты	IP20
Коммутационная износостойкость, циклов	>100000

Рисунок 2 – Технические параметры выключателя AZ-112

### 1.3 Интерфейс RS-485

RS-485 — это двухпроводной, полудуплексный, многоточечный стандарт последовательной связи.

Стандарт RS-485 часто использует один провод витой пары для передачи и приема данных. Совместное использование пути передачи требует определенного метода управления направлением потока данных. Распространенным методом является использование сигналов RTS (Request To Send) и CTS (Clear To Send) [1].

RS-485 — это полудуплексный интерфейс. Передача и прием осуществляются с разделением по времени по одной паре проводов. В режиме приема он может быть отключен, что позволяет иметь в сети много передатчиков [2].

Передача данных осуществляется с помощью дифференциальных сигналов. Разность напряжений между проводниками одной полярности логически означает 1, а разность другой полярности - 0.

**Скорость и дальность.** RS-485 может передавать данные со скоростью до 10 Мбит/с [3]. Максимальное расстояние передачи зависит от скорости: 120 м для 10 Мбит/с и 1200 м для 100 кбит/с. С помощью повторителей длина линии может быть увеличена практически до бесконечности. Для реализации

сложных сетевых конфигураций RS-422/RS-485 также доступны различные устройства (концентраторы, повторители, коммутаторы и т.д.).

Стандарт RS-485 допускает использование экранированной витой пары с двумя проводниками, так называемый 2-проводной RS-485, но также может использоваться витая пара с четырьмя проводниками (4-проводной RS-485), что приводит к полному дуплексу.

Из приведенного выше обзора видно, что технические характеристики интерфейсов практически одинаковы. Тот факт, что каждый передатчик может инициировать передачу, является преимуществом интерфейса CAN. Однако в данном проекте ведущий является только контроллером сети и пересылает запросы на получение данных ведомым устройствам, поэтому он остается неиспользуемым. Основным недостатком интерфейса CAN является то, что сетевые драйверы стоят дорого (по сравнению с RS-485) и большое количество датчиков мощности, конечная стоимость проекта может значительно возрасти. Для неразрушающего арбитража, используемого в CAN-интерфейсе, возможна его программная реализация. Тем более что одновременно передается только одно устройство. Поэтому лучшим выбором является интерфейс RS-485.

#### **1.4 Интерфейс связи токовой петли**

Интерфейс токовой петли (RSI: Radial Serial Interface) - один из старейших, но наиболее надежных и бесшумных стандартов для дистанционной передачи данных. Его основное применение - в системах промышленной автоматизации. В последние годы широкое использование цифровых технологий управления привело к разработке Highway Addressable Remote Transducer (HART), промышленного сетевого стандарта связи для систем на основе токовых контуров 4-20 мА.

Этот стандарт начал использоваться в качестве интерфейса для передачи данных в 1950-х годах. Первоначально с рабочим током 60 мА, интерфейс

токовой петли диаметром 20 мм широко используется в системах управления и автоматизации с 1962 года [4].

Организация связи по данному интерфейсу представлена на рисунке 3

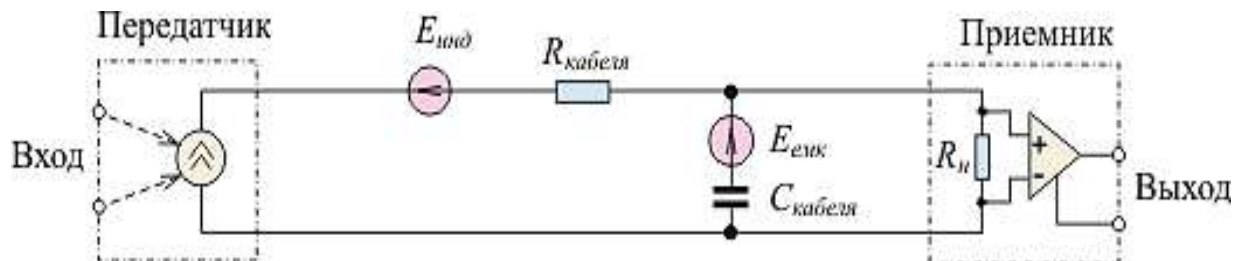


Рисунок 3 – Схема организации связи

Технические параметры данного интерфейса описаны в стандарте ИРПС/IFFS (ОСТ 11305.916-84), а также в зарубежных стандартах: IEC 62056-21 / DIN 66258.

Технические параметры интерфейса представлены в таблице 1

Таблица 1

Технические параметры интерфейса связи ИРПС

Параметр	Значение
Топология	Радиальный интерфейс
Линия связи	4 провода (2 витые пары)
Режим обмена данными	Асинхронный, дуплексный
Гальваническая развязка	Со стороны приемника, напряжение 500 В
Способ передачи сигнала	Токовая петля.
Уровень логической 1	Ток 15 ... 25 мА (для ИРПС 20 мА) Ток 30 ... 50 мА (для ИРПС 40 мА)
Уровень логического 0	Ток 0 ... 3 мА (для ИРПС 20 мА) Ток 5 ... 10 мА (для ИРПС 40 мА)
Длительность фронта сигнала на выходе передатчика	Не более 1 мкс
Длительность фронта сигнала на входе приемника	Не более 50 мкс
Скорость передачи информации	9600 бод, на расстояние до 500 м. При большем расстоянии скорость снижается пропорционально.

Режимы обрыва и замыкания линии связи	Долговременные.
Падение напряжения на входе приемника	Не более 5 В для телетайпа. Не более 2,5 В для других устройств.
Входная емкость приемника	Не более 10 нФ.

В отличие от распространенных интерфейсов типа RS-485, в интерфейсе ИРПС для передачи данных используется изменение тока, но не напряжения.

Данная особенность позволяет стандарту обеспечить высокую помехозащищенность от внешних воздействий, а полностью снизить зависимость от сопротивления кабеля, сопротивлению нагрузки, или даже от ЭДС индуктивной помехи

Цикл тока не зависит от напряжения питания самого источника тока, а может меняться только из-за протекания через кабель, обычно незначительны. Эта особенность текущего цикла полностью определяет способы его применения.

Преимущества стандарта ИРПС перед другими интерфейсами обеспечиваются следующими особенностями его реализации.

Перым преимуществом является то, что низкоомная цепь токовой петли обеспечивает высокую устойчивость к внешним шумам. Согласно закону Кирхгофа, сумма токов замкнутого контура равна нулю. По этой причине невозможно ослабить ток в токовой петле. На практике токовая петля питается от источника напряжения 12-30 В, но электронная схема в передатчике преобразует напряжение в ток. С другой стороны, интерфейсы, использующие сигналы напряжения, особенно чувствительны к помехам из-за использования высокоимпедансных цепей.

Вторым преимуществом является то, что, ИРПС имеет естественную функцию самодиагностики: если цепь отключается, ток обнуляется, что автоматически определяется схемой. Затем генерируется предупреждение о тревоге и обнаруживается разрыв.

Помимо этого, имеются следующие преимущества: маленькая стоимость разработки, простота конфигурирования и отладки, простота диагностики,

высокая безопасность и способность создания больших линий связи до нескольких сотен метров (если источник питания может компенсировать падение напряжения в кабеле).

Емкостный ЭДС наводка прикладывается, в данном случае, параллельно источнику тока, а экранирование используется для ослабления его паразитного действия.

По этой причине экранированный кабель с витой парой обычно выступает в качестве сигнальной линии, которая, работая в сочетании с дифференциальным приемником, сама по себе усиливает общий режим и индуктивный шум.

С помощью калиброванных резисторов ток, на приемной стороне контура тока преобразуется в напряжение. А при 20 мА напряжение получается из стандартного диапазона 2,5 В, 5 В, 10 В, для этого используются резисторы 125, 250 и 500 Ом.

Основной недостаток интерфейса токовой петли заключается в том, что он медленный, ограниченный скоростью зарядки емкости самого кабеля передачи от вышеупомянутых источников тока на стороне передатчика.

На следующем графике показана зависимость максимальной скорости передачи данных, при которой используется "токовая петля", от длины кабеля, оцененная так же, как и для интерфейса РС-485, с использованием различных уровней искажений (дрожание) и при различных напряжениях [5].

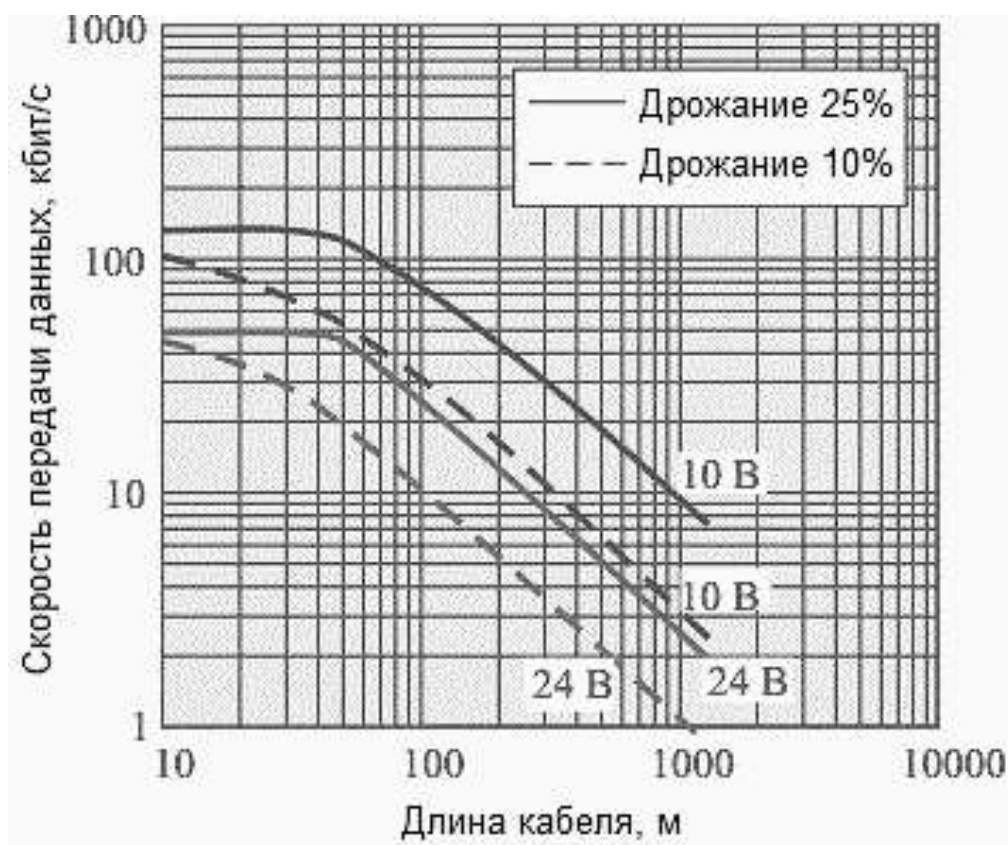


Рисунок 4 – Зависимость скорости передачи информации от длины линии

Наиболее перспективные разработки, требующие использования интерфейсов токовой петли, сегодня в основном используют только интерфейсы 4...20 мА, что облегчает диагностику обрыва канала.

Прежде всего, диапазон изменения измеренного значения находится в пределах стандартного диапазона, что позволяет варьировать компоненты системы. Стоит также отметить, что высокая точность (погрешность  $\pm 0,05\%$  или менее) возможна на больших расстояниях.

Токовая петля 4...20 мА имеет минимальный ток источника сигнала 4 мА. Поэтому, если кабель оборвется, ток будет равняться нулю. Токовая петля 0... 20 мА затрудняет диагностику обрыва кабеля, поскольку 0 мА может быть минимальным значением передаваемого сигнала. Еще одно преимущество 4... 20 мА является то, что даже при 4 мА датчик может получать питание без проблем, даже при 4 мА.

На рисунке 5 показаны две аналоговые диаграммы токовой петли. Первый имеет встроенный источник питания в передатчике, а второй - внешний источник питания.



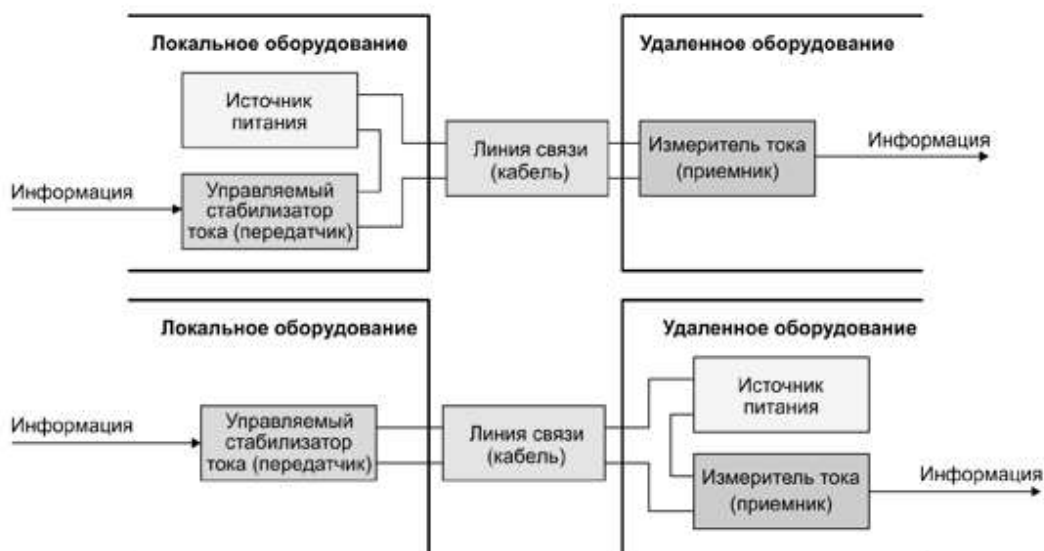


Рисунок 5 – Варианты организации питания датчика

Внутренний источник питания легко устанавливается, а внешний источник питания может быть настроен в соответствии с назначением и условиями эксплуатации оборудования с помощью токовой петли.

### Список литературы:

1. Николайчук О.И. Современные средства автоматизации. М.: СОЛОН. Пресс. 2010. 256 с.
2. Нсанов М. П. Цифровые устройства: учебник для колледжей 2018. 400 с.: 284 ил. ISBN 9785449318817.
3. Чиркин С.О., Коцев П.Ю., Кузнецова А.П., Хатунцев И.В., Бобрович Л.В., Картечина Н.В. Системы навигации в рамках точного земледелия, Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. С. 219.
4. Кузнецова А.П., Пчелинцева Н.В., Улыбышева С.А. Прорывные технологии современности в агропромышленном комплексе. В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2018. С. 191-194.
5. Abaluev R.N., Kartechina N.V., Bobrovich L.V., Kartechina O.S., Chirkin S.O., Shatsky V.A. Structure of software package for bioenergy assessment

of agricultural production. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, Russian Federation. 2020. С. 32059.

**UDC 681.51**

**AUTOMATED LIGHTING CONTROL: DEVICES AND ANALYSIS OF  
THEIR TECHNICAL PARAMETERS**

**Svetlana A. Ulybysheva<sup>1</sup>**

Lyceum Teacher

svetikleto@mail.ru

**Stanislav O. Chirkin<sup>2</sup>**

Department Assistant

stas.chirkin@bk.ru

**Natalya V. Kartechina<sup>2</sup>**

candidate of agricultural sciences,

docent

kartechnatali@mail.ru

<sup>1</sup>Michurinsk Boarding School

<sup>2</sup>Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russian Federation

**Annotation.** The article analyzes devices for automation of lighting control, and their technical parameters will also be considered.

**Key words:** automated lighting control, AZ-112 switch, RS-485 interface, current loop interface.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.