



## Аппаратно-программный комплекс для управления светильниками по протоколу DALI

*М.В. Абрамов, А.Б. Мышонков, И.И. Гордин, И.А. Котлов*

*Национальный исследовательский Мордовский государственный университет*

**Аннотация:** В данной статье приведено описание разработанного аппаратно-программного комплекса для управления светильниками по протоколу DALI, особенности конструкции и программного кода, рекомендации по эксплуатации.  
**Ключевые слова:** протокол DALI, осветительный прибор, управление освещением, Arduino, световой поток.

Приведенное в статье техническое решение будет актуально для управления осветительными установками общего и специального назначения, общелучательными установками; включающими в себя элементы, управляемые по протоколу DALI [1, 2]. Система отличается гибкостью, малыми габаритами, простотой и надежностью конструкции. Использование разработанного устройства позволяет упростить эксплуатацию осветительных установок с большим количеством осветительных приборов за счет централизации управления и адресного подхода, помимо этого, она позволяет производить задание режима работы действующей осветительной установки и обладает большими потенциалами для дальнейшей автоматизации.

Разработанный аппаратно-программный комплекс представляет широкие возможности для управления светильниками по протоколу DALI, а именно:

- Подключение до 64 устройств;
- Возможности объединения светильников в группы;
- Работа с отдельными каналами;
- Возможность инициализации светильников и изменения адресов;
- Возможность изменения светового потока отдельных светильников, группы светильников.

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) – это протокол, предназначенный для управления осветительными приборами. Он использует манчестерское кодирование, при котором каждый бит данных преобразуется из низкого сигнала в высокий или наоборот.

Скорость передачи данных в рамках этого протокола составляет 1200 бит/с. Диапазон напряжений для логической единицы – от  $16 \pm 6,5$  В, а для логического нуля – от  $0 \pm 4,5$  В. Шина DALI всегда находится под напряжением 16 В, иначе все подключённые светильники перейдут в аварийный режим и включатся. К одной шине можно подключить до 64 светильников. Осветительные приборы можно разделить на 16 групп и настроить до 16 различных режимов освещения. Уровень яркости каждого осветительного прибора может варьироваться от 0 до 255. Этот комплекс позволяет отказаться от применения специализированного контроллера и панели управления, обеспечивая управление осветительной установкой с помощью ПК, смартфона и микроконтроллера Arduino Nano [3], а также предоставляет возможность инициализации светильников в системе и назначения им адресов. Разработанное решение состоит из блока управления, включающего в себя микроконтроллер с разработанной программой, электрическую схему для согласования микроконтроллера и блока питания DALI; блока питания шины DALI и подключаемых осветительных приборов [4]. Структурная схема представлена на рис. 1.

Далее будет рассмотрена аппаратная часть блока управления, принципиальная схема которого представлена на рис. 2. Блок управления можно разделить на две части: микроконтроллер с разработанной программой и электрическая схема, осуществляющая согласование Arduino Nano, и блока питания шины DALI. Это необходимо из-за того, что напряжение на выходах микроконтроллера может изменяться в диапазоне от 0 до 5 В, блок питания шины DALI же работает в диапазоне от 9,5 до 22,5 В.

---

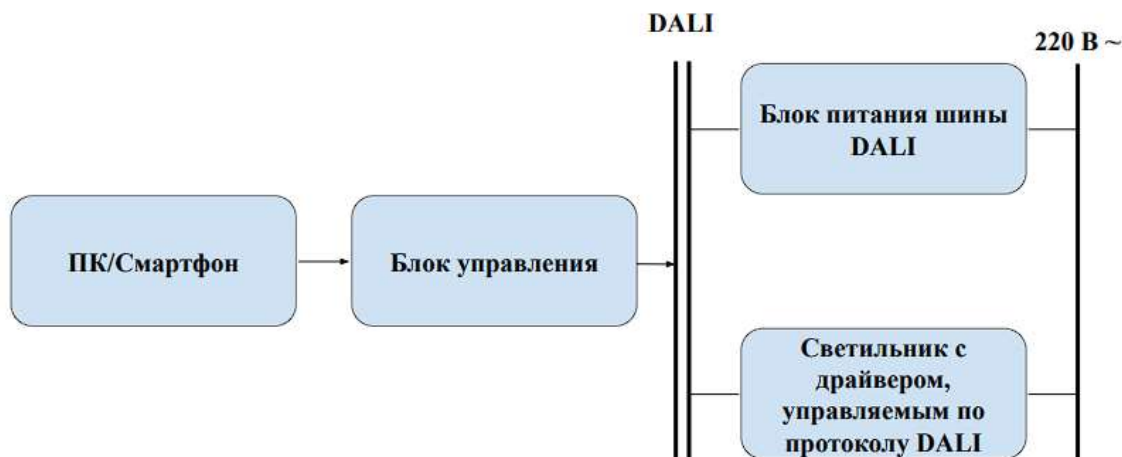


Рис. 1. – Структура разработанного комплекса

Для согласования используется несложная схема на базе биполярного транзистора типа NPN (в данном случае используется КТ601 АМ, также может быть использован 2SC5171). Помимо транзистора, в нее входят резисторы номиналом 68 Ом, 200 Ом, 1 кОм, 3 кОм и 1 светодиод с напряжением питания 3 В. Светодиод необходим для индикации передачи сигнала по шине, транзистор Q1 – для согласования управляющего сигнала микроконтроллера с блоком питания шины DALI. Резистор R3 необходим для ограничения тока через светодиод D1. Резисторы R5 и R1 представляют собой делитель напряжения, его применение обусловлено тем, что аналоговый пин Arduino (A0) имеет предельное напряжение 5 В.

Механизм работы устройства следующий: команда в виде цифрового сигнала со входа D3 микроконтроллера идет на базу транзистора Q1, при этом об отправке сообщения будет сигнализировать светодиод D1. Транзистор позволяет управлять амплитудой напряжения на блоке питания; передача бит данных осуществляется закрытием транзистора на короткие интервалы времени путем перевода цифрового выхода в состояние LOW.

Делитель напряжения из резисторов R1 и R5 позволяет считывать



конкретному светильнику или группе светильников через COM-порт или с помощью задания конкретного значения светового потока для конкретного адреса в заранее определенном массиве. Пример массива представлен на рис. 3.

```
//Первый блок
// Светильник у стены
{27, 222}, // 0 1fr1
{30, 145}, // 1 1r1
{26, 155}, // 2 1b1
{14, 236}, // 3 1w1
// Светильник по центру
{3, 145}, // 4 1r3
{7, 155}, // 5 1b3
{4, 236}, // 6 1w3
// Светильник ближний
{15, 222}, // 7 1fr2
{8, 145}, // 8 1r2
{11, 155}, // 9 1b2
{29, 236}, // 10 1w2
```

Рис. 3. – Массив адресов и значений светового потока

Данное техническое решение находит применение в системах облучения растений для изменения спектра с целью подбора наиболее оптимального спектрального состава излучения для каждого вида растения. С подобными исследованиями можно ознакомиться в публикациях [5-7]. Система эксплуатируется более двух лет в ходе экспериментов по подбору оптимального спектра для выращивания различных видов растений, проводимых в Институте электроники и светотехники ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» [8], за это время она хорошо себя зарекомендовала и значительно повысила удобство эксплуатации и точность задания спектрального состава излучения лабораторных фитоустановок [9, 10].

### Литература

1. Управление светильниками по протоколу DALI с помощью Arduino / Хабр // URL: [habr.com/ru/articles/321888/](https://habr.com/ru/articles/321888/).
2. Хайнрих М. Возможности светорегулирования по стандарту DALI.

Система Comfort DIM. Тезисы докладов V Международной светотехнической конференции «Свет и прогресс». С.-Пб. 2003. С. 58-63.

3. Мышонков А.Б., Ульянова Н.М. Система автоматизированного управления фотосинтетическим облучением растений. // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики. Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием в рамках IV Всероссийского светотехнического форума с международным участием. 2017. С. 214-216.

4. Афонин А.А., Мышонков А.Б., Шиков С.А. Принципы построения интеллектуальных систем управления освещением. // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики. Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием в рамках IV Всероссийского светотехнического форума с международным участием. 2017. С. 199-202.

5. Tikhomirov A.A., Ushakova S.A., Shikhov V.N., Shklavtsova E.S. Conceptual approach to selecting radiation spectrum of lamps for plant cultivation in artificial conditions. // Light & Engineering. 2019. Т. 27. № S1. С. 24-30.

6. Мышонков А.Б., Терехин Д.А., Захватов И.О. Светодиодный световой прибор для фотосинтетического облучения растений с регулируемым спектром излучения. // Научно-технический вестник Поволжья. 2022. № 6. С. 140-142.

7. Кондратьева Н.П., Терентьев П.В., Филатов Д.А., Олонина С.И. Влияние дополнительного светодиодного освещения на урожайность и себестоимость томатов в весенний период. // Светотехника. 2021. № 2. С. 96-99.

8. Kurshev A.E., Bogatyrev S.D., Zheleznikova O.E., Gorbunov A.A., Myshonkov A.B., Prytkov S.V., Lyulyov A.O. Evaluation of photobiological efficiency of spectrum-combined led phyto-irradiators in photo-culture cucumber

---



growing. // Light & Engineering. 2022. Т. 30. № 3. С. 93-100.

9. Айзенберг Ю. Б., Боос Г. В. Справочная книга по светотехнике, 4 изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2019, 892 с.

10. Staudt A., Boer J., and Erhorn H. European Committee for Standardization (CEN), Energy performance of buildings. // Energy requirements for lighting, EN 15193:2007, Brussels, 2007, 78 p.

### References

1. Upravlenie svetil'nikami po protokolu DALI s pomoshh'ju Arduino Habr [Control of fixtures using the DALI protocol using Arduino Habr]. URL: /habr.com/ru/articles/321888/.

2. Hajnrüh M. Tezisy dokladov V Mezhdunarodnoj svetotekhnicheskoy konferencii «Svet i progress». S.-Pb. 2003. Pp. 58-63.

3. Myshonkov A.B., Ul'janova N.M. Materialy XIII Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem v ramkah IV Vserossijskogo svetotekhnicheskogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem. 2017. Pp. 214-216.

4. Afonin A.A., Myshonkov A.B., Shikov S.A. Materialy XIII Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem v ramkah IV Vserossijskogo svetotekhnicheskogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem. 2017. Pp. 199-202.

5. Tikhomirov A.A., Ushakova S.A., Shikhov V.N., Shklavtsova E.S. Light & Engineering. 2019. Т. 27. № S1. Pp. 24-30.

6. Myshonkov A.B., Terehin D.A., Zahvatov I.O. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. 2022. № 6. Pp. 140-142.

7. Kondrateva N.P., Terentev P.V., Filatov D.A., Olonina S.I. Svetotekhnika. 2021. № 2. Pp. 96-99.

8. Kurshev A.E., Bogatyrev S.D., Zheleznikova O.E., Gorbunov A.A., Myshonkov A.B., Prytkov S.V., Lyulyov A.O. Light & Engineering. 2022. Т. 30.



№ 3. Pp. 93-100.

9. Aizenberg Yu. B., Boos G. V. Spravochnaya kniga po svetotehnike [Reference book on lighting engineering], 4 izd. pererab. i dop. M.: Znak, 2019, 892 p.

10. Staudt A., Boer J., and Erhorn H. European Committee for Standardization (CEN), Energy performance of buildings. Energy requirements for lighting, EN 15193:2007, Brussels, 2007, 78 p.

**Дата поступления: 13.06.2024**

**Дата публикации: 07.10.2024**