

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2830058

### Адаптивная система наружного освещения

Патентообладатель: *Общество с ограниченной ответственностью "Айти Электроникс" (RU)*

Авторы: *Алёшин Сергей Викторович (RU), Филиппов Игорь Юрьевич (RU), Руденко Марина Михайловна (RU), Чердинцев Андрей Николаевич (RU), Воронова Мария Алексеевна (RU)*

Заявка № 2023115846

Приоритет изобретения 16 июня 2023 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 11 ноября 2024 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 16 июня 2043 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 11.11.2024)

(52) СПК  
**H05B 33/10 (2024.08)**(21)(22) Заявка: **2023115846**, 16.06.2023(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**16.06.2023**Дата регистрации:  
**11.11.2024**Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: **16.06.2023**(45) Опубликовано: **11.11.2024** Бюл. № **32**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 9.253,847 B2, 02.02.2016. US 11026317 B2, 01.01.2021. EP 3356732 B1, 08.08.2018. US 8588830 B2, 19.11.2013.**Адрес для переписки:  
**121087, Москва, ул. Баркляя, 6, стр. 5, этаж 5, помещ. 1, комн. 23Б (А512), ООО "Айти Электроникс", ген. директор Воронова Мария Алексеевна**

(72) Автор(ы):

**Алёшин Сергей Викторович (RU),  
Филиппов Игорь Юрьевич (RU),  
Руденко Марина Михайловна (RU),  
Чердинцев Андрей Николаевич (RU),  
Воронова Мария Алексеевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной  
ответственностью "Айти Электроникс"  
(RU)**

(54) Адаптивная система наружного освещения

(57) Реферат:

Изобретение относится к осветительным системам и может быть использовано при создании компьютеризированных систем освещения автомобильных дорог, городских улиц и площадей, обеспечивающих комфортное освещение для всех участников движения в темное время суток, а также при неблагоприятной метеорологической обстановке. Адаптивная система наружного освещения содержит центральный контроллер, подключенные к нему диспетчерское устройство и одно или несколько осветительных устройств, каждое из которых содержит интеллектуальный блок управления, подключенные к нему датчик освещенности, датчик температуры воздуха и управляемый светодиодный светильник. В каждом осветительном устройстве дополнительно установлен подключенный к интеллектуальному блоку управления датчик относительной влажности воздуха. Интеллектуальный блок управления выполнен с возможностью отслеживания трендов изменения температуры воздуха, относительной влажности воздуха и температуры точки росы, а также с возможностью сопоставления текущих и прогнозируемых значений температуры воздуха и температуры точки росы, при этом управляемый светодиодный светильник содержит, по меньшей мере, две группы светодиодов с разной цветовой температурой, каждая из которых подключена к своему управляемому блоку питания. Технический результат - повышение надежности заблаговременного и оптимального изменения параметров освещения при угрозе образования тумана и



несколько осветительных устройств, каждое из которых содержит интеллектуальный блок управления, подключенные к нему датчик освещенности, датчик температуры воздуха и управляемые светодиодные светильники. Эта известная система является наиболее близким аналогом предложенной адаптивной системы наружного освещения и принимается за прототип.

Известная адаптивная система наружного освещения обладает возможностью изменения параметров освещения при ухудшении видимости из-за влияния метеорологических факторов, например, дождя или тумана. Предусматривается также заблаговременное изменение параметров освещения на основании прогноза погоды, получаемого из внешних погодных ресурсов, например, Accuweather™ и др.

При создании и эксплуатации интеллектуальных систем наружного освещения необходимо соблюдать оптимальный баланс между безопасностью участников дорожного движения (освещенность прямо влияет на вероятность дорожно-транспортных происшествий) и энергоэффективностью системы. Для обеспечения безопасности дорожного движения целесообразно заранее, за некоторое (по возможности, небольшое) время упреждения до наступления момента ухудшения видимости из-за неблагоприятных погодных условий изменить параметры освещения: увеличить излучаемый световой поток, изменить цветовую температуру светильников.

Недостатки известной адаптивной системы наружного освещения заключаются в недостаточной надежности заблаговременного изменения параметров освещения при угрозе образования тумана и в невысокой энергоэффективности системы вследствие неоптимального момента изменения параметров освещения.

Оба эти недостатка обусловлены тем, что в работе известной адаптивной системы наружного освещения используется информация о прогнозе погоды от внешних погодных ресурсов, в силу чего имеют место следующие обстоятельства.

Во-первых, любой интерактивный глобальный сервис не учитывает локальные проблемы на конкретном участке, в связи с чем заблаговременное изменение параметров освещения под ухудшающиеся метеорологические факторы оказывается невозможным из-за отсутствия прогноза по конкретному участку, а алгоритмы анализа информации от датчиков адаптивной системы освещения используют текущие значения и не учитывают поведение измеряемых параметров на сравнительно больших отрезках времени вплоть до нескольких суток.

Во-вторых, информация глобальных погодных сервисов, как правило, весьма неточна по времени наступления критического метеорологического события (до нескольких часов). В результате необходимая корректировка параметров освещения производится в неоптимальный момент времени (намного заранее), что приводит к неоправданному перерасходу электрической энергии.

Технической проблема, решаемая настоящим изобретением, заключается в недостаточной детализации и недостаточной временной точности используемого прогноза погоды.

Технический результат от использования предложенной адаптивной системы наружного освещения заключается в устранении недостатков известной системы, а именно в повышении надежности заблаговременного и оптимального изменения параметров освещения при угрозе образования тумана и в повышении энергоэффективности системы.

Указанный технический результат обеспечивается благодаря детализации прогноза образования тумана вплоть до отдельного осветительного устройства и благодаря повышению точности прогноза образования тумана по времени.

Указанный технический результат обеспечивается тем, что в адаптивной системе наружного освещения, содержащей центральный контроллер, подключенные к нему диспетчерское устройство и одно или несколько осветительных устройств, каждое из которых содержит интеллектуальный блок управления, подключенные к нему датчик освещенности, датчик температуры воздуха и управляемый светодиодный светильник, в каждом осветительном устройстве дополнительно установлен подключенный к интеллектуальному блоку управления датчик относительной влажности воздуха, интеллектуальный блок управления выполнен с возможностью отслеживания трендов изменения температуры воздуха, относительной влажности воздуха и температуры точки росы, а также с возможностью сопоставления текущих и прогнозируемых значений температуры воздуха и температуры точки росы, при этом управляемый светодиодный светильник содержит, по меньшей мере, две группы светодиодов с разной цветовой температурой, каждая из которых подключена к своему управляемому блоку питания.

Первая группа светодиодов может содержать светодиоды с цветовой температурой от 4500 К до 5500 К, а вторая группа светодиодов может содержать светодиоды с цветовой температурой от 2700 К до 3000 К.

Подключение управляемых светодиодных светильников к интеллектуальным блокам управления может быть осуществлено с использованием протокола передачи данных DALI 2.0.

Изобретение поясняется графическими материалами, где на фиг. 1 изображена укрупненная структурная функциональная схема предлагаемой адаптивной системы наружного освещения. Одинаковые номера позиций на структурной схеме фиг.1 означают полную конструктивную идентичность обозначенных таким образом компонентов.

Ядром предложенной адаптивной системы наружного освещения является центральный контроллер 1 в конфигурации, позволяющей принимать, обрабатывать, запоминать, информацию в цифровом виде от компонентов системы и внешних источников, а также передавать управляющие команды между компонентами системы по линиям передачи данных.

К центральному контроллеру 1 подключены диспетчерское устройство 2, внешние погодные ресурсы 3 и одно или несколько осветительных устройств 4.

Диспетчерское устройство 2 представляет собой автоматизированное рабочее место, оборудованное устройствами ввода-вывода (дисплей, клавиатура, компьютерная мышь и пр.) с установленным прикладным программным обеспечением для оперативного и удобного отображения информации о текущих параметрах работы, диспетчерского контроля и удаленной настройки всех составных частей предложенной адаптивной системы наружного освещения.

В качестве внешних погодных ресурсов 3 могут быть использованы такие источники, как, например, API GISMETEO, Accuweather™ и др. Информация от внешних источников 3 может поступать в центральный контроллер 1, например, по сети Internet.

Осветительные устройства 4 размещаются на столбах освещения, установленных непосредственно в зоне освещения.

Каждое осветительное устройство 4 содержит интеллектуальный блок управления 5 на основе микроконтроллера и устройства памяти (внутренней или внешней). В примере выполнения интеллектуальный блок управления реализован на отечественном микроконтроллере K1986BE92QI компании МИЛАНДР. Этот микроконтроллер управляет всей внутренней логикой работы осветительного устройства 4, имеет интерфейсы RS-485, DALI 2.0, PLC и I2C.

К интеллектуальному блоку управления 5 по интерфейсу связи I2C подключены датчик освещенности 6, датчик температуры воздуха 7 и датчик относительной влажности воздуха 8.

Цифровой датчик освещенности 6 реализован на основе широкополосного фотодиода и амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП), который преобразует фототок фотодиода, отражающий уровень внешней освещенности, в цифровой 16-битный сигнал.

Датчик температуры воздуха 7 и датчик относительной влажности воздуха 8 построены по той же схеме: аналоговый сигнал чувствительного элемента, зависящий от температуры или влажности окружающего воздуха, с помощью АЦП преобразуется в выходной цифровой 16-битный сигнал.

Точность измерения температуры воздуха составляет  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ , диапазон измерения температуры воздуха от  $-40$  до  $125^{\circ}\text{C}$ . Точность измерения влажности воздуха составляет  $\pm 2\%$ , диапазон измерения влажности воздуха 0-100%.

Признак независимого пункта формулы изобретения, касающийся выполнения интеллектуального блока управления с возможностью отслеживания трендов изменения температуры воздуха, относительной влажности воздуха и температуры точки росы, а также с возможностью сопоставления текущих и прогнозируемых значений температуры воздуха и температуры точки росы, означает следующее:

1) интеллектуальный блок управления 5 имеет в своем составе встроенные часы реального времени (календарь);

2) числовые значения освещенности, температуры и влажности воздуха, измеренные соответственно датчиками освещенности 6, температуры воздуха 7 и влажности воздуха 8 имеют метки времени, т.е. привязаны к конкретным моментам времени;

3) в памяти интеллектуального блока управления 5 имеются данные о связи температуры и относительной влажности воздуха с температурой точки росы (например, в виде таблицы 1), которые позволяют по измеренным значениям температуры и относительной влажности воздуха определить соответствующую им температуру точки росы и это значение также будет иметь метку времени;

4) по значениям температуры воздуха, относительной влажности воздуха и температуры точки росы, привязанным к определенным моментам времени, могут быть построены временные тренды изменения этих величин;

5) путем экстраполяции трендов на определенный временной интервал могут быть получены прогнозируемые на момент окончания этого временного интервала числовые значения температуры воздуха и температуры точки росы;

6) сопоставление значений температуры воздуха и температуры точки росы позволяет сделать суждение о наличии тумана и его интенсивности как в текущий момент времени, так и в предстоящий момент времени, соответствующий окончанию выбранного временного интервала прогноза, т.е. осуществить прогноз появления тумана на локальном участке освещения.

Дальнейшее обсуждение алгоритма определения и прогноза наличия тумана представлено ниже в той части описания изобретения, которая посвящена описанию работы предложенной адаптивной системы наружного освещения.

Таблица 1

Температура воздуха	Температура точки росы при относительной влажности воздуха (%)													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
-10°C	-23.2	-21.8	-20.4	-19	-17.8	-16.7	-15.8	-14.9	-14.1	-13.3	-12.6	-11.9	-10.6	-10
-5°C	-18.9	-17.2	-15.8	-14.5	-13.3	-11.9	-10.9	-10.2	-9.3	-8.8	-8.1	-7.7	-6.5	-5.8
0°C	-14.5	-12.8	-11.3	-9.9	-8.7	-7.5	-6.2	-5.3	-4.4	-3.5	-2.8	-2	-1.3	-0.7
+2°C	-12.8	-11	-9.5	-8.1	-6.8	-5.8	-4.7	-3.6	-2.6	-1.7	-1	-0.2	-0.6	1.3
+4°C	-11.3	-9.5	-7.9	-6.5	-4.9	-4	-3	-1.9	-1	0	0.8	1.6	2.4	3.2
+5°C	-10.5	-8.7	-7.3	-5.7	-4.3	-3.3	-2.2	-1.1	-0.1	0.7	1.6	2.5	3.3	4.1
+6°C	-9.5	-7.7	-6	-4.5	-3.3	-2.3	-1.1	-0.1	0.8	1.8	2.7	3.6	4.5	5.3
+7°C	-9	-7.2	-5.5	-4	-2.8	-1.5	-0.5	0.7	1.6	2.5	3.4	4.3	5.2	6.1
+8°C	-8.2	-6.3	-4.7	-3.3	-2.1	-0.9	0.3	1.3	2.3	3.4	4.5	5.4	6.2	7.1
+9°C	-7.5	-5.5	-3.9	-2.5	-1.2	0	1.2	2.4	3.4	4.5	5.5	6.4	7.3	8.2
+10°C	-6.7	-5.2	-3.2	-1.7	-0.3	0.8	2.2	3.2	4.4	5.5	6.4	7.3	8.2	9.1
+11°C	-6	-4	-2.4	-0.9	0.5	1.8	3	4.2	5.3	6.3	7.4	8.3	9.2	10.1
+12°C	-4.9	-3.3	-1.6	-0.1	1.6	2.8	4.1	5.2	6.3	7.5	8.6	9.5	10.4	11.7
+13°C	-4.3	-2.5	-0.7	0.7	2.2	3.6	5.2	6.4	7.5	8.4	9.5	10.5	11.5	12.3
+14°C	-3.7	-1.7	0	1.5	3	4.5	5.8	7	8.2	9.3	10.3	11.2	12.1	13.1
+15°C	-2.9	-1	0.8	2.4	4	5.5	6.7	8	9.2	10.2	11.2	12.2	13.1	14.1
+16°C	-2.1	-0.1	1.5	3.2	5	6.3	7.6	9	10.2	11.3	12.2	13.2	14.2	15.1
+17°C	-1.3	0.6	2.5	4.3	5.9	7.2	8.8	10	11.2	12.2	13.5	14.3	15.2	16.6
+18°C	-0.5	1.5	3.2	5.3	6.8	8.2	9.6	11	12.2	13.2	14.2	15.3	16.2	17.1
+19°C	0.3	2.2	4.2	6	7.7	9.2	10.5	11.7	13	14.2	15.2	16.3	17.2	18.1
+20°C	1	3.1	5.2	7	8.7	10.2	11.5	12.8	14	15.2	16.2	17.2	18.1	19.1
+21°C	1.8	4	6	7.9	9.5	11.1	12.4	13.5	15	16.2	17.2	18.1	19.1	20
+22°C	2.5	5	6.9	8.8	10.5	11.9	13.5	14.8	16	17	18	19	20	21
+23°C	3.5	5.7	7.8	9.8	11.5	12.9	14.3	15.7	16.9	18.1	19.1	20	21	22
+24°C	4.3	6.7	8.8	10.8	12.3	13.8	15.3	16.5	17.8	19	20.1	21.1	22	23
+25°C	5.2	7.5	9.7	11.5	13.1	14.7	16.2	17.5	18.8	20	21.1	22.1	23	24
+26°C	6	8.5	10.6	12.4	14.2	15.8	17.2	18.5	19.8	21	22.2	23.1	24.1	25.1
+27°C	6.9	9.5	11.4	13.3	15.2	16.5	18.1	19.5	20.7	21.9	23.1	24.1	25	26.1
+28°C	7.7	10.2	12.2	14.2	16	17.5	19	20.5	21.7	22.8	24	25.1	26.1	27
+29°C	8.7	11.1	13.1	15.1	16.8	18.5	19.9	21.3	22.5	22.8	25	26	27	28
+30°C	9.5	11.8	13.9	16	17.7	19.7	21.3	22.5	23.8	25	26.1	27.1	28.1	29
+32°C	11.2	13.8	16	17.9	19.7	21.4	22.8	24.3	25.6	26.7	28	29.2	30.2	31.1
+34°C	12.5	15.2	17.2	19.2	21.4	22.8	24.2	25.7	27	28.3	29.4	31.1	31.9	33
+36°C	14.6	17.1	19.4	21.5	23.2	25	26.3	28	29.3	30.7	31.8	32.8	34	35.1
+38°C	16.3	18.8	21.3	23.4	25.1	26.7	28.3	29.9	31.2	32.3	33.5	34.6	35.7	36.9
+40°C	17.9	20.6	22.6	25	26.9	28.7	30.3	31.7	33	34.3	35.6	36.8	38	39

К интеллектуальному блоку управления 5 по интерфейсу связи DALI 2.0 подключен также управляемый светодиодный светильник 9, который содержит, по меньшей мере, две группы светодиодов с разной цветовой температурой. В конкретном примере выполнения использованы две группы светодиодов: первая группа содержит светодиоды 10 с цветовой температурой от 4500 К до 5500 К и подключена к первому управляемому блоку питания 11, вторая группа светодиодов содержит светодиоды 12 с цветовой температурой от 2700 К до 3000 К и подключена ко второму управляемому блоку питания 13. Первый 11 и второй 13 управляемые блоки питания подключены к интеллектуальному блоку управления 5.

В вариантах реализации могут использоваться более, чем две группы светодиодов и, соответственно, управляемых блоков питания, с цветовой температурой, отличной от указанных диапазонов.

На фиг. 1 не показаны обязательные узлы и компоненты, обеспечивающие работоспособность и функционирование в штатном режиме основных функциональных узлов и блоков предлагаемой адаптивной системы наружного освещения. К таким непоказанным компонентам, наличие которых в предлагаемой адаптивной системе наружного освещения однозначно предусматривается, относятся источники первичного и вторичного электропитания, преобразователи, стабилизаторы, устройства защиты, реле, устройства охлаждения и пр. Их конструктивное выполнение не связано с решаемой технической задачей и достигаемым техническим результатом, т.е. не относится к изобретательскому замыслу.

Каждое осветительное устройство 4 размещается на своем столбе освещения. Однако, изобретением охватывается и вариант размещения узлов осветительного устройства 4 на нескольких столбах, например, к одному интеллектуальному блоку управления 5 подключаются параллельным способом несколько управляемых светодиодных светильников 9, каждый из которых установлен на отдельном столбе. В этом случае для экономии затрат на монтаж и эксплуатацию системы освещения весьма актуальным становится предусмотренное зависимым пунктом формулы изобретения подключение управляемых светодиодных светильников к интеллектуальным блокам управления с использованием протокола передачи данных DALI 2.0, для реализации которого необходима лишь одна двухпроводная линия связи с частотной модуляцией, которая одновременно используется для подвода силового питания.

Работа предложенной адаптивной системы наружного освещения осуществляется следующим образом.

В исходном состоянии запитаны и функционируют центральный контроллер 1, диспетчерское устройство 2 и интеллектуальные блоки управления 5. Управляемые светодиодные светильники 9 обесточены.

Интеллектуальные блоки управления 5 с помощью датчиков освещенности 6 определяют уровень освещенности на каждом из подключенных осветительных устройств 4. При снижении уровня уличной освещенности ниже определенного программируемого порога интеллектуальный блок управления 5 выдает

команду на включение управляемого светодиодного светильника 9 на минимальной яркости, для чего срабатывает соответствующее реле (на фиг. 1 не показано) и силовое питание подается на первый управляемый блок питания 11. Одновременно по той же двухпроводной линии в соответствии с протоколом DALI 2.0 от интеллектуального блока управления 5 поступают сигналы управления. Первый управляемый блок питания 11 дешифрует сигналы управления и подает на первую группу светодиодов 10 с цветовой температурой от 4500 К до 5500 К напряжение и ток, соответствующие минимальной яркости свечения светодиодов 10. Излучение светодиодов 10 с такой цветовой температурой максимально приближено к естественному солнечному свету и создает наиболее комфортные условия освещения при отсутствии неблагоприятных метеорологических факторов.

Далее периодически проводятся измерения и усреднение уровней освещенности и в зависимости от величины освещенности интеллектуальным блоком управления 5 вырабатываются команды на увеличение яркости светодиодов 10 и увеличения светового потока, вырабатываемого управляемым светодиодным светильником 9. Всего управляемый светодиодный светильник 9 имеет 32 уровня яркости светодиодов, что достаточно для плавного динамического освещения дорожного полотна, а также значительного снижения уровня потребления электроэнергии. Например, ночью при яркой луне яркость свечения светодиодов 10 снижается и, наоборот, в темную безлунную ночь яркость свечения светодиодов 10 увеличивается. Этот алгоритм позволяет предложенной системе адаптироваться под фактическую продолжительность светового дня в зоне действия системы, что повышает энергоэффективность предложенной адаптивной системы наружного освещения.

При этом вторая группа светодиодов 12 с цветовой температурой от 2700 К до 3000 К, подключенные ко второму управляемому блоку питания 13 либо не задействованы вообще, либо задействованы в минимальной степени, что определяется настройкой интеллектуального блока управления 5.

Все параметры работы алгоритма могут быть удаленно сконфигурированы с помощью диспетчерского устройства 2 через центральный контроллер 1, что позволяет гибко настроить работу предложенной адаптивной системы наружного освещения в зависимости от мест установки столбов освещения, а также уровня естественной освещенности дорожного полотна.

Описанный алгоритм соответствует работе в простых метеорологических условиях, когда отсутствуют неблагоприятные метеорологические факторы, снижающие дальность видимости и ухудшающие условия восприятия дорожной обстановки (дождь, снег, туман и пр.).

При наличии тумана или возможности его появления предложенная адаптивная система наружного освещения работает по более сложному алгоритму.

Туман принадлежит к числу явлений погоды, особо неблагоприятных для движения всех видов транспорта. Наличие тумана сильно осложняет или даже делает невозможным взлет и посадку самолетов, затрудняет работу автомобильного транспорта, повышает опасность дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Основная причина образования тумана - охлаждение нижнего влажного слоя воздуха, соприкасающегося с холодной подстилающей поверхностью.

Если температура воздуха опустится до температуры точки росы, то водяной пар становится насыщенным и при дальнейшем охлаждении избыток влаги выделяется в виде росы и в виде дымки, состоящей из мельчайших капелек воды. Чем ниже опускается температура воздуха относительно температуры точки росы, тем больше влаги выделяется и дымка переходит в слабый туман, затем в умеренный туман, затем в сильный туман.

Основным стандартом использования уличных светодиодных светильников на автомагистралях является "белый" (4500 К - 5500 К) свет, который в нормальных условиях обеспечивает оптимальную видимость. Во время тумана или дождя ухудшается освещенность дороги, затрудняется восприятие объектов, снижается безопасность дорожного движения. Это связано с низкой проникающей способностью «белого» света, вызванной рассеянием молекулярным (Рэлея) и аэрозольным (Ми). Световое излучение с разной длиной волны по-разному проходит через туман: величина рэлеевского рассеивания обратно пропорциональна длине световой волны в 4-ой степени, а величина рассеивания Ми, обратно пропорциональна длине волны.

Поэтому излучение светодиодов с более низкой цветовой температурой, спектр которого сдвинут в более длинноволновую область, обладает большей проникающей способностью в дождь и туман, и тем самым позволяет улучшить восприятие объектов в ночное время и повысить безопасность дорожного движения. Световое излучение более низкой цветовой температуры на мокром асфальте намного меньше бликует, что крайне важно при движении автомобилей в дождь и на мокром асфальте.

В предложенной адаптивной системе наружного освещения интеллектуальные блоки управления 5 с помощью соответствующих датчиков 7 и 8 периодически производят измерение величин температуры и влажности воздуха в зоне расположения конкретного осветительного устройства 4.

Измеренные значения температуры воздуха и относительной влажности воздуха имеют метку текущего времени. Каждая пара измеренных значений температуры воздуха и относительной влажности воздуха, относящихся к одной метке времени, с помощью данных таблицы 1, «зашитых» в память микроконтроллера интеллектуального блока управления 5, образует определенное значение температуры

точки росы, которое также относится к той же метке времени. Промежуточные числовые значения параметров таблицы 1 находятся интерполяцией.

Затем каждая из последовательностей значений температуры воздуха, относительной влажности воздуха и температуры точки росы обрабатывается микроконтроллером интеллектуального блока управления 5 и отображается в виде линии тренда. Экстраполяция линий тренда на определенный временной отрезок (время прогнозирования) позволяет получить прогнозируемые значения температуры воздуха, относительной влажности воздуха и температуры точки росы на момент окончания времени прогнозирования.

Далее микроконтроллер интеллектуального блока управления 5 сопоставляет значения температуры воздуха и температуры точки росы как в текущий момент времени, т.е. фактически имеющие место, так и в момент окончания времени прогнозирования. Если температуры воздуха оказывается ниже температуры точки росы, то имеет место туман, причем его плотность будет тем больше, чем температура воздуха ниже температуры точки росы.

Интеллектуальный блок управления 5 по двухпроводной линии с использованием протокола DALI 2.0 передает управляющую команду на второй управляемый блок питания 13, который дешифрует сигналы управления и подает на вторую группу светодиодов 12 с цветовой температурой от 2700 К до 3000 К напряжение и ток, соответствующие плотности тумана. При этом яркость светодиодов 10 снижается. Световое излучение светодиодов 12 характеризуется «теплым» спектром свечения, сдвинутым по шкале длин волн в более длинноволновую (желтую) область по сравнению с «белым» излучением первой группы светодиодов 10. Излучение «теплого» спектра за счет меньшего рассеяния обеспечивает лучшую видимость в условиях тумана и дождя и, тем самым, снижение риска ДТП в плохих погодных условиях.

Таким образом, в предложенной адаптивной системе наружного освещения обеспечивается возможность изменения результирующего спектра излучения управляемых светодиодных светильников в зависимости от плотности тумана для обеспечения наилучших условий освещения улиц и дорог при максимально возможной энергоэффективности. Все параметры работы алгоритма изменения цветовой температуры также могут быть удаленно сконфигурированы, что позволяет гибко настроить работу адаптивной системы наружного освещения в зависимости от мест установки столбов освещения, а также уровня естественной освещенности и особенностей покрытия дорожного полотна.

Важно отметить, что выполнение предложенной адаптивной системы наружного освещения в объеме совокупности признаков независимого пункта формулы изобретения придает системе новые свойства и возможности:

- 1) информация о наличии тумана и прогноз образования тумана детализированы до уровня каждого осветительного устройства 4, что позволяет оптимизировать работу буквально каждого отдельного столба освещения;
- 2) информация о тумане и о его прогнозе содержит сведения о плотности тумана, что позволяет оптимальным образом изменить спектр излучения управляемого светодиодного светильника 9;
- 3) прогноз по времени образования тумана позволяет заранее в оптимальный момент времени перестроить режим излучения конкретного осветительного устройства 4 и тем самым снизить вероятность ДТП.

Технические возможности используемого в интеллектуальном блоке управления 5 микроконтроллера позволяют опрашивать датчики освещенности 6, температуры 7 и относительной влажности воздуха 8 и, соответственно, формировать информацию о прогнозе тумана с частотой 1 Гц. На практике во избежание переполнения памяти целесообразно обновлять погодную информацию значительно реже, например, с интервалом 1-10 минут. Величина этого интервала задается удаленно через диспетчерское устройство 2 и центральный контроллер 1.

В предложенной адаптивной системе наружного освещения информация о тумане и прогноз образования тумана формируются внутри самой системы на уровне каждого осветительного устройства 4 и используется для управления режимом работы управляемого светодиодного светильника 9. Вместе с тем имеется возможность использовать любую информацию от внешних погодных сервисов 3, поступающую на центральный контроллер 1. Это придает предложенной системе гибкость и универсальность.

Все параметры работы каждого конкретного осветительного устройства 4 и локальные прогнозы образования тумана с помощью разработанного программного обеспечения отражаются на дисплее диспетчерского устройства 2, что позволяет, при необходимости, оперативно и удаленно скорректировать работу осветительных устройств 4.

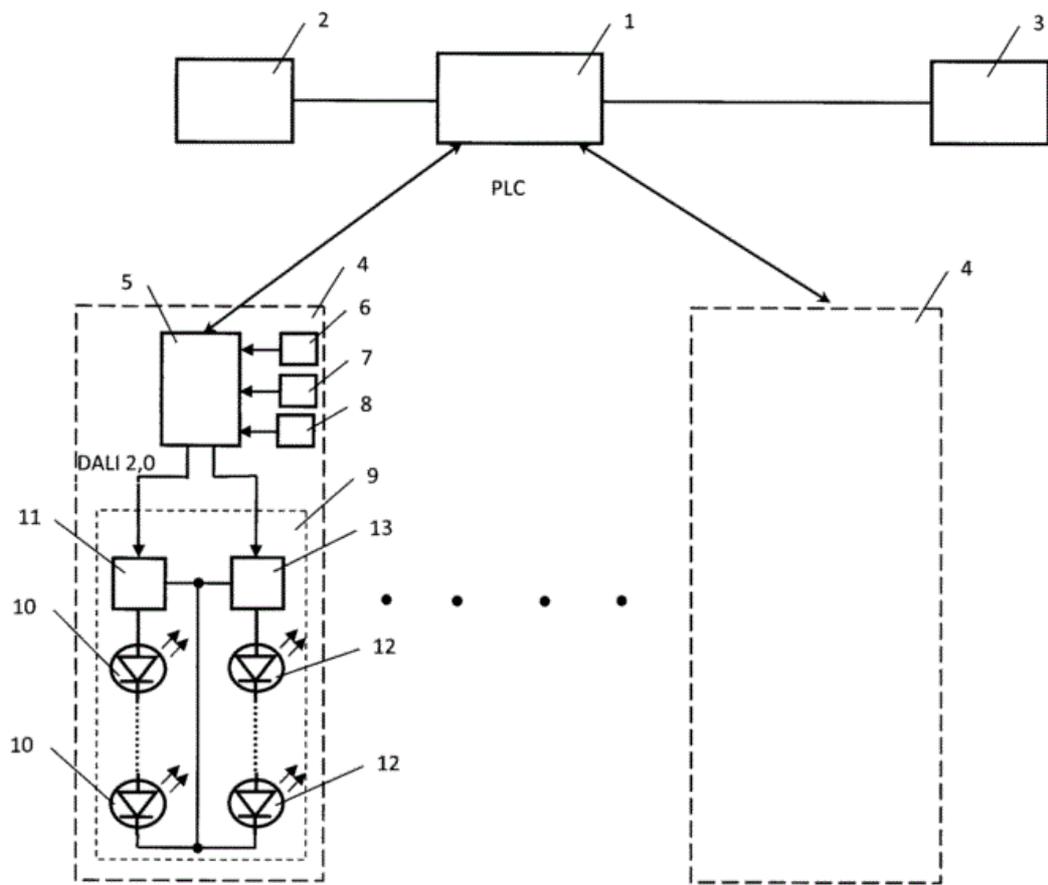
#### Формула изобретения

1. Адаптивная система наружного освещения, содержащая центральный контроллер, диспетчерское устройство и одно или несколько осветительных устройств, датчик освещенности, температуры воздуха, относительной влажности воздуха и управляемый светодиодный светильник с управляемым блоком

питания, отличающаяся тем, что в каждое осветительное устройство введен интеллектуальный блок управления, выполненный с возможностью определения температуры точки росы по значениям относительной влажности и температуры воздуха, отслеживания трендов изменения температуры воздуха, относительной влажности воздуха и их экстраполяции, а также с возможностью сопоставления текущих и прогнозируемых значений температуры воздуха и температуры точки росы, датчики освещенности, температуры воздуха, относительной влажности воздуха размещены в каждом осветительном устройстве и подключены к интеллектуальному блоку управления, а управляемый светодиодный светильник выполнен, по меньшей мере, из двух групп светодиодов с разной цветовой температурой, каждая из которых подключена к своему управляемому блоку.

2. Адаптивная система наружного освещения по п. 1, отличающаяся тем, что первая группа светодиодов содержит светодиоды с цветовой температурой от 4500 К до 5500 К, а вторая группа светодиодов содержит светодиоды с цветовой температурой от 2700 К до 3000 К.

3. Адаптивная система наружного освещения по п. 1, отличающаяся тем, что подключение управляемых светодиодных светильников к интеллектуальным блокам управления осуществляется с использованием протокола передачи данных DALI 2.0.



Фиг. 1