



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
894—
2023

Интеллектуальные транспортные системы

**СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
СВЕТОФОРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ**

Общие технические требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным автономным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ») и ООО «Разработка и Производство Автоматизированных Систем СПб» (ООО «РИПАС СПб»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 57 «Интеллектуальные транспортные системы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 декабря 2023 г. № 100-пнст

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: 127083 Москва, ул. Мишина, д. 35, и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

II

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки.	1
3 Термины, определения и сокращения	2
3.1 Термины и определения	2
3.2 Сокращения	4
4 Классификация адаптивных дорожных контроллеров	5
5 Общие требования	8
6 Требования к способу формирования цикла	9
7 Требования к способу формирования промежуточных тактов	9
8 Требования к способу взаимодействия с центром управления	9
9 Требования к способу взаимодействия с управляющим контроллером, многофункциональным устройством	10
10 Требования к способу взаимодействия с пользовательскими сценариями	11
11 Требования к обеспечению защиты информации	11
12 Требования к дорожным контроллерам, учитывающие работу со вспомогательными техническими средствами	11
12.1 Требования к ДК при работе с ТООВ	11
12.2 Требования к ДК при работе с ТВП	12
12.3 Требования к ДК при работе с детекторами транспорта	12
12.4 Требования к ДК при работе со вспомогательными техническими средствами для лиц с нарушением функций зрения и слуха	12
12.5 Требования к ДК при работе с оборудованием V2X	13
13 Требования к обозначению классов адаптивных дорожных контроллеров в документации	13
Приложение А (справочное) Протокол обмена с табло обратного отсчета времени	14
Библиография	17

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Интеллектуальные транспортные системы

СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
СВЕТОФОРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Общие технические требования

Intelligent transport systems. Technical equipment for adaptive control of traffic light objects. General technical requirements

Срок действия — с 2024—06—01
до 2027—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к средствам адаптивного управления светофорными объектами, включающим дорожные контроллеры, многофункциональные устройства-адаптеры, а также вспомогательное периферийное оборудование, входящее в состав светофорного объекта с адаптивным управлением.

Настоящий стандарт не распространяется на дорожные контроллеры, обеспечивающие адаптивное управление светофорным объектом посредством прямых управляющих воздействий внешнего центра управления или оператора.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 34.401 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Средства технические периферийные автоматизированных систем дорожного движения. Типы и технические требования

ГОСТ 33385 Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные светофоры. Технические требования

ГОСТ Р 52282 Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ Р 52289 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

1

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 адаптивное управление светофорным объектом (adaptive traffic signal control): Процесс изменения элементов светофорного цикла (длительность цикла и фаз регулирования, последовательность фаз регулирования, временной сдвиг систем координации), выполняемый на основании показаний детекторов, запросов от кнопок пешеходного вызывного табло, запросов от подключенных транспортных средств, а также иных источников данных о транспортных потоках.

3.1.2 адаптивный дорожный контроллер (adaptive signal controller): Дорожный контроллер, обеспечивающий адаптивное управление локальным светофорным объектом без участия внешнего центра управления или оператора.

Примечание — Требование к дорожному контроллеру — согласно ГОСТ 34.401. Далее по тексту под дорожным контроллером подразумевается адаптивный дорожный контроллер.

3.1.3 активирующее событие (actuation): Получаемый дорожным контроллером запрос на обслуживание по определенному регулируемому направлению движения и соответствующей ему сигнальной группе, который инициируется при обнаружении детектором прохождения автомобиля или пешехода, нажатии кнопки пешехода, запросе от подключенного автомобиля или иным событием.

3.1.4 барьер (barrier): Точка синхронизации колец в многокольцевом сигнальном плане для обеспечения бесконфликтных сигналов светофоров при комбинации подфаз.

3.1.5 внеочередной проезд (preemption): Процесс изменения светофорного цикла, характеризующийся безотлагательной вставкой специальной фазы (направления) независимо от текущего состояния цикла.

3.1.6 дорожные контроллеры интервального типа (interval-based controller): Дорожные контроллеры, реализующие светофорный цикл как заданную сигнальным планом последовательность дискретных шагов (интервалов, или тактов), каждый из которых оперирует примитивными состояниями сигнальных групп и имеет заданную длительность.

Примечание — При реализации адаптивного дорожного контроллера интервального типа некоторые шаги в последовательности могут быть пропущены или удерживаться в основном такте в зависимости от активирующих событий.

3.1.7 дорожные контроллеры с активным многокольцевым управлением по направлениям (actuated signal controllers): Дорожные контроллеры, реализующие светофорный цикл как заданные сигнальным планом бесконфликтные комбинации сигналов светофоров, управляемых подфазами, в ответ на активирующие события и с использованием временных ограничений, запрограммированных в настройках сигнального плана.

3.1.8 дорожные контроллеры фазного [поэтапного] типа (stage-based controller): Дорожные контроллеры, реализующие светофорный цикл как заданную сигнальным планом последовательность фаз, каждая из которых является predetermined набором сигнальных групп в состоянии «движение разрешено» и имеет заданную длительность.

Примечание — В случае реализации адаптивного дорожного контроллера фазного типа фазы в светофорном цикле выполняются как в predetermined, так и произвольном порядке в соответствии с логикой работы алгоритма адаптивного управления. Процесс формирования промежуточных тактов для перехода между фазами осуществляется отдельной логикой, позволяющей дорожному контроллеру выдерживать безопасные временные интервалы задержки включения для конфликтующих между собой сигнальных групп.

3.1.9 кольцо (ring): Заданная в сигнальном плане последовательность подфаз.

3.1.10 конфликтующие подфазы (conflicting phases): Две или более подфазы, которые при одновременном включении вызовут движение транспорта по направлениям, имеющим конфликтные пересечения.

3.1.11 матрица переходов (intergreen matrix): Таблица, описывающая для светофорного объекта задержки включения разрешающего движение сигнала относительно выключения конфликтующего с ним запрещающего сигнала при переходе обслуживания от одного регулируемого направления движения к другому.

3.1.12 многофункциональное устройство; МФУ (multi-functional device): Дополнительное устройство (адаптер), которым при развитии системы управления дополнительно оснащается ранее установленный дорожный контроллер любого типа с целью унификации протокола взаимодействия с центром, функциональных возможностей и алгоритмов управления светофорными объектами.

3.1.13 основной такт (steady state): Такт цикла светофорного регулирования с устойчивыми примитивными состояниями всех сигнальных групп, в котором светофорный объект может находиться продолжительное время.

3.1.14 переходные [промежуточные] такты (transient states): Последовательность тактов цикла светофорного регулирования, предназначенная для обеспечения безопасного перехода от одного основного такта к другому.

3.1.15 подключенное транспортное средство (connected vehicle): Транспортное средство, оснащенное средствами беспроводной связи и осуществляющее во взаимодействии с дорожным контроллером адаптивное управление светофорным объектом, а также использующее данные от дорожного контроллера для оптимизации собственного движения.

3.1.16 подфаза (phase): Объект организации внутренней программной логики алгоритма многокольцевого дорожного контроллера, который управляет ассоциированным набором не конфликтующих между собой сигнальных групп, имеет собственный набор временных параметров для транспортных средств и пешеходов, а также может использовать активирующие события.

Примечание — Подфазы в разных кольцах могут отображать состояние «движение разрешено» ассоциированных сигнальных групп одновременно (см. «совместимые подфазы»).

3.1.17 последовательность (sequence): Набор параметров сигнального плана, позволяющих задать порядок подфаз в каждом кольце.

3.1.18 примитивные состояния сигнальных групп (elementary signal group states): Допустимые правилами дорожного движения элементарные комбинации цветов сигналов светофора («красный», «красно-желтый», «зеленый», «зеленое мигание», «желтый», «желтое мигание», «выключено»), а также комбинации сигналов разрешенных направлений движения для светофора типа Т.5 и сигналы для информационных световых секций.

Примечание — Требования к сигналам для информационных световых секций — согласно ГОСТ Р 52289 и ГОСТ 33385.

3.1.19 приоритетный проезд (priority): Процесс изменения элементов светофорного цикла (длительности и/или последовательности фаз в цикле, сдвига), выполняемый с целью сокращения времени проезда светофорного объекта для определенной категории транспортных средств.

3.1.20 расщепление (split): Набор параметров сигнального плана, позволяющий задать соотношения длительностей подфаз в кольце в виде абсолютных временных значений или в виде их процентного соотношения, приведенного к длительности цикла.

3.1.21 регулируемая группа направлений движения (controlled movements group): Направления движений транспорта или пешеходов, управляемые одной сигнальной группой дорожного контроллера.

3.1.22

светофорный объект (signalized intersection): Группа дорожных светофоров (далее — светофоров), установленных на участке улично-дорожной сети, очередность движения по которому конфликтующих транспортных средств или транспортных средств и пешеходов регулируется светофорной сигнализацией, работающей в едином цикле.

[ГОСТ 52289—2019, пункт 3.13]

3.1.23 сигнальная группа (signal group): Набор ассоциированных между собой выходных каналов дорожного контроллера, подключенных к сигнальным секциям светофора для управления одним направлением движения (или группой направлений одного подхода к светофорному объекту) и имеющих в цикле светофорного регулирования три основных состояния: «движение разрешено», «движение запрещено», «отсутствие регулирования (разрешено движение с осторожностью)».

Примечание — Состояние сигнальной группы может дублироваться на дополнительные светофоры, сигнальные секции которых подключены параллельно и изменяют свое состояние одновременно с секциями основного светофора.

3.1.24

сигнальная секция (signal head): Структурный элемент дорожного светофора, обеспечивающий формирование светового сигнала определенного размера, формы, цвета, с установленными параметрами силы света.

[ГОСТ 33385—2015, пункт 3.2]

3.1.25 **сигнальный план (программа регулирования)** (signal plan): Набор параметров, определяющих цикл светофорного регулирования, заданный в соответствии с условиями транспортного спроса и схемой организации движения на данном конкретном светофорном объекте.

3.1.26 **смещение** (offset): Набор параметров сигнального плана, позволяющий задать синхронизацию подфаз данного дорожного контроллера к общему плану координации группы светофорных объектов.

3.1.27 **совместимые подфазы** (concurrent phases): Две или более подфазы, которые могут быть заданы как совместимые в том случае, если сигнальные группы подфаз в разных кольцах не имеют конфликтов и могут одновременно безопасно находиться в состоянии «движение разрешено».

3.1.28 **такт цикла светофорного регулирования** (state): Период действия определенной комбинации примитивных состояний всех сигнальных групп.

3.1.29 **фаза светофорного регулирования** (stage): Часть цикла светофорного регулирования, состоящая из основного и промежуточного тактов.

3.1.30 **цикл светофорного регулирования** (cycle): Заданная сигнальным планом периодически повторяющаяся последовательность элементов, определяемых выбранным способом задания цикла светофорного регулирования (такты фазы или подфазы в кольцах).

Примечание — В адаптивных дорожных контроллерах некоторые части цикла могут пропускаться или меняться местами.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АДК — адаптивный дорожный контроллер с активным регулированием движения транспорта по направлениям;

АСУДД — автоматизированная система управления дорожным движением;

АУ — адаптивное управление;

ДК — дорожный контроллер;

ДУ — диспетчерское управление;

ЖМ — режим «желтое мигание всех светофоров»;

ИТС — интеллектуальная транспортная система;

ОС — режим «отключение всех светофоров»;

РУ — ручное управление;

ТВП — табло вызывное пешеходное;

ТООВ — табло обратного отсчета времени;

ТС — транспортное средство;

ФСБ — Федеральная служба безопасности Российской Федерации (ФСБ России);

API — программный интерфейс приложения (Application programming interface);

ASCII — название таблицы (кодировки, набора), в которой некоторые распространенным печатным и непечатным символам сопоставлены числовые коды (American standard code for information interchange);

CAN — стандарт промышленной сети, ориентированный прежде всего на объединение в единую сеть различных исполнительных устройств и датчиков (Controller Area Network);

CV — подключенное транспортное средство (Connected Vehicle);

HEX (hexadecimal) — формат файла, предназначенного для представления произвольных двоичных данных в текстовом виде;

IP — маршрутизируемый протокол сетевого уровня стека TCP/IP (Internet Protocol);

MAP — локальная карта — стандартные сообщения V2X (map data);

RFID — радиочастотная идентификация (Radio Frequency IDentification);

RSU — устройство придорожной инфраструктуры V2X (Roadside unit);

SPaT — текущие сигналы светофоров и прогнозные времена их переключения, входящие в стандартные сообщения V2X (Signal Phase and Timing);

SSH — сетевой протокол прикладного уровня, предназначенный для безопасного удаленного доступа к UNIX-системам (Secure Shell);

TLS/SSL — криптографические протоколы транспортного уровня, обеспечивающие защищенную передачу данных между узлами в сети (Transport Layer Security/Secure Sockets Layer);

VPN — обобщенное название технологий, позволяющих обеспечить одно или несколько сетевых соединений поверх чьей-либо другой сети (Virtual Private Network);

V2X — связь между ТС и любым объектом, который может повлиять на ТС (Vehicle-To-Everything).

4 Классификация адаптивных дорожных контроллеров

4.1 По способу адаптации к изменению параметров транспортных потоков (критерий А)

4.1.1 [A0] — дорожные контроллеры временно-зависимого управления.

ДК используют предварительно рассчитанный набор программ регулирования (сигнальных планов) и осуществляют выбор активной программы регулирования на основе расписания, без использования данных от детекторов транспорта.

4.1.2 [A1] — дорожные контроллеры транспортно-зависимого (ситуационного) управления (traffic responsive).

ДК используют предварительно рассчитанный набор сигнальных планов и производят выбор активной программы регулирования из набора на основе измерения параметров транспортных потоков.

4.1.3 [A2] — дорожные контроллеры адаптивного управления по транспортному спросу (traffic adaptive).

ДК используют непрерывную корректировку временных параметров светофорного цикла (длительности цикла, сдвига и распределения эффективной длительности зеленого) в зависимости от спроса на движение, определяемого по сигналам детектора и (или) иными способами (в том числе по сигналам, получаемым от оборудования смежного светофорного объекта или от подключенных автомобилей). Изменение параметров может производиться ДК как в режиме реального времени, так и с некоторым отсроченным действием, определяемым периодом накопления статистических данных о транспортных потоках и временем их обработки.

4.1.4 [A3] — дорожные контроллеры активного управления (actuated, Vehicle actuated, VA — актуальные, активные, актуализируемые, активируемые).

ДК в режиме реального времени выполняют обработку активирующих событий и принимают решение о вызове/продлении основного такта, фазы или любой отдельной подфазы в кольцах (в зависимости от используемого способа организации цикла светофорного регулирования). Решение принимается на основе измерения интервалов между ТС с учетом соблюдения ограничений максимальной и минимальной длительностей, заданных сигнальным планом.

4.1.5 [A.....] — дорожные контроллеры комбинированного типа управления.

ДК соответствуют сразу нескольким классам, перечисленным в 4.1.1—4.1.4. Такие контроллеры позволяют выбрать и применить алгоритм в зависимости от особенностей светофорного объекта и предпочтений транспортного инженера.

4.2 По способу организации цикла светофорного регулирования (критерий О)

4.2.1 [O1] — дорожные контроллеры интервального типа.

4.2.2 [O2] — дорожные контроллеры фазного типа.

4.2.3 [O3] — дорожные контроллеры с активным управлением по направлениям.

4.2.4 [O.....] — дорожные контроллеры комбинированного типа.

ДК по выбору пользователя могут реализовывать несколько из перечисленных способов формирования цикла. Необходимо указать поддерживаемое данным дорожным контроллером множество способов.

4.3 По способу размещения логики адаптивного управления (критерий Р)

4.3.1 [P1] — дорожные контроллеры локального управления.

Длительность элементов цикла регулирования светофорного объекта или текущее состояние сигнальных групп определяется дорожным контроллером самостоятельно, без взаимодействия с другими ДК или подсистемами ИТС.

4.3.2 [P2] — дорожные контроллеры системного управления.

Длительность элементов цикла регулирования светофорного объекта или текущее состояние сигнальных групп определяется подсистемами ИТС.

4.3.3 [P3] — дорожные контроллеры комбинированного управления.

Длительность элементов цикла регулирования светофорного объекта или текущее состояние сигнальных групп определяется ДК с учетом взаимодействия с другими ДК или подсистемами ИТС. Взаимодействие может быть реализовано путем:

- установки ограничений на длительность элементов цикла регулирования светофорного объекта или текущее состояние сигнальных групп, в том числе ограничений по условиям функционирования координированного управления (фиксированной длительности цикла и сдвига);
- модификации параметров целевой функции управления или установки ограничений для адаптивного управления по транспортному спросу;
- передачи прогноза параметров транспортного потока и (или) режимов работы смежного светофорного объекта;
- иными способами.

4.4 По наличию и компоновке аппаратных блоков дорожного контроллера (критерий М)

Требования относятся к способу компоновки в дорожном контроллере следующих функциональных модулей: силовые электрические цепи, цепи управляющего микроконтроллера, слаботочные цепи ввода-вывода и детекции.

4.4.1 [M1] — моноблочные.

Модули конструктивно объединены на одной электрической плате.

4.4.2 [M2] — модульные.

Модули конструктивно выполнены в виде несущей платы и одного, двух или нескольких субмодулей, установленных на несущей плате через межплатные соединители.

4.4.3 [M3] — блочные с использованием корзины («крейта»).

Модули конструктивно выполнены в виде отдельных блоков, устанавливаемых в корзину. Корзина контроллеров этого типа не является стандартной по габаритным размерам, посадочным размерам для разъемов или по типу межблочных соединителей.

4.4.4 [M4] — блочные с использованием стандартной корзины («крейта»).

То же, что М3, но с использованием корзины для установки в 19-дюймовую стойку по стандарту Евромеханика (Eurocard — «Европейская плата»). Требования к конструкции плат и корзин для их установки приведены в [1]. Стандарт [1] определяет:

- формат и типоразмер используемых печатных плат;
- форму, профиль, расположение и допуски на элементы крепления (требования распространяются на платы и корзины);
- общее расположение разъема на плате.

4.4.5 [M5] — программные интеллектуальные ядра (IP-ядро АДК).

ДК не имеет собственных аппаратных модулей и поставляется как IP-ядро (IP Core — Intellectual Property core). Программные модули выполняют на несущей сторонней аппаратной платформе (ДК или МФУ), используют силовые электрические цепи, ресурсы управляющего микроконтроллера, слаботочные цепи ввода-вывода и детекции. IP-ядро реализует унифицированную стандартом базовую программную логику АДК, также, при необходимости, проприетарные расширения базовой логики АДК, востребованные в локальном проекте ИТС.

4.5 По обеспечению режима координированного управления (критерий К)

4.5.1 [K0] — не обеспечивает координированного управления в бесцентровом режиме.

4.5.2 [K1] — обеспечивает бесцентровую координацию способом локальной связи между соседними дорожными контроллерами и передачей синхросигнала.

4.5.3 [K2] — обеспечивает режим координации в бесцентровом режиме, с коррекцией локального времени и автоматической привязкой встроенных часов к мировому времени для интервального способа задания цикла.

4.5.4 [K3] — обеспечивает режим координации в бесцентровом режиме, с коррекцией локального времени и автоматической привязкой встроенных часов к мировому времени для фазного способа задания цикла.

4.5.5 [K4] — обеспечивает режим координации в бесцентровом режиме, с коррекцией локального времени и автоматической привязкой встроенных часов к мировому времени для способа задания цикла контроллера с активным управлением по направлениям.

4.5.6 [K...,...] — комбинированного типа (должны быть перечислены все варианты, например, [K2], [K3], [K4]).

4.6 По наличию средств обеспечения приоритетного или внеочередного проезда (критерий Т)

4.6.1 [T0] — не обеспечивает функции внеочередного или приоритетного проезда.

4.6.2 [T2] — обеспечивает функции внеочередного проезда.

4.6.3 [T3] — обеспечивает функции приоритетного проезда.

4.7 По наличию средств формирования данных, взаимодействия с подключенными ТС (V2X) (критерий Х)

4.7.1 [X0] — не имеет средств формирования данных для систем V2X и интерфейса для взаимодействия с RSU.

4.7.2 [X1] — имеет интерфейс взаимодействия с RSU и реализует на нем:

- данные текущего и прогнозного состояния сигналов светофоров по сигнальным группам (SPaT);
- данные, описывающие топологию и связи на светофорном объекте (MAP);
- обработку данных о текущем местоположении CV для обеспечения функций приоритетного проезда.

4.8 По способности АДК работать в группе контроллеров, взаимодействующих между собой (критерий Г)

4.8.1 [G0] — не поддерживает взаимодействия с соседними дорожными контроллерами.

4.8.2 [G1] — обеспечивает взаимодействие с соседними дорожными контроллерами по IP-сети для реализации совместного алгоритма поведения в ответ на транспортную ситуацию или запросы на обслуживание.

4.9 По способности АДК задавать произвольную пользовательскую логику алгоритма (критерий Л)

4.9.1 [L0] — не поддерживает задание пользовательского алгоритма с произвольной логикой.

4.9.2 [L1] — позволяет пользователю задать произвольную расширяемую логику алгоритма при помощи специального языка программирования и набора команд, обеспечивающего доступ к внутренним программным объектам дорожного контроллера (API).

4.9.3 [L2] — позволяет пользователю задать произвольную расширяемую логику алгоритма при помощи общеприменимого языка программирования, обеспечивающего доступ к внутренним программным объектам дорожного контроллера (API).

4.10 Поддержка динамически загружаемых сигнальных планов или динамической коррекции параметров сигнального плана (критерий Д)

Обеспечивается на уровне загрузки сигнальных планов и/или коррекции параметров выполняемого в текущий момент сигнального плана.

4.10.1 [D0] — динамические изменения сигнальных планов не предусмотрены.

4.10.2 [D1] — обеспечивается для сигнального плана интервального типа.

4.10.3 [D2] — обеспечивается для сигнального плана фазного типа.

4.10.4 [D3] — обеспечивается для сигнального плана типа «активный по направлениям».

4.10.5 [D...,...] — комбинированного типа (должны быть перечислены все варианты, например, [D2], [D3], [D4]).

4.11 По способу формирования промежуточных тактов (критерий П)

4.11.1 [П0] — промежуточные такты задаются непосредственно в сигнальном плане (контроллеры интервального типа).

4.11.2 [П1] — с фиксированными промежуточными тактами (жесткими). Длительность и структура промежуточного такта для каждого варианта перехода между структурами цикла светофорного регулирования устанавливаются при настройке дорожного контроллера и фиксированы в процессе его функционирования.

4.11.3 [П2] — с динамическим формированием промежуточных тактов, вычисляемых на основе полных матриц переходов. Промежуточные такты рассчитываются дорожным контроллером самостоятельно, с учетом текущего состояния сигнальных групп и набора условий, задаваемых, как правило, матрицами переходов (IntergreenMatrix и OffsetTimeMatrix). Матрицы переходов задаются при настройке дорожного контроллера. Они описывают взаимные условия включения, выключения и переключения пар сигнальных групп. Обеспечивается формирование оптимальных безопасных переходных интервалов для любых комбинаций переключаемых сигналов светофоров.

4.12 По поддерживаемым интерфейсам подключения детекторов транспорта и наличию реализованного протокола взаимодействия с детекторами (критерий С)

4.12.1 [С1] — подключение детекторов транспорта типа «сухой контакт».

4.12.2 [С2] — подключение детекторов транспорта по локальным последовательным интерфейсам CAN, RS-232, RS-422, RS-485.

4.12.3 [С3] — подключение детекторов транспорта по сетевому интерфейсу IP-сети, Ethernet.

4.12.4 [С...,...] — комбинация интерфейсов (перечисляются все поддерживаемые).

4.13 По наличию в дорожном контроллере интерфейса взаимодействия с МФУ (критерий Ф)

4.13.1 [Ф0] — отсутствует интерфейс подключения МФУ.

4.13.2 [Ф1] — имеется интерфейс подключения МФУ с доступом на уровне фаз.

4.13.3 [Ф2] — имеется интерфейс подключения МФУ с доступом на уровне сигнальных групп.

4.13.4 [Ф3] — имеется интерфейс подключения МФУ с доступом на уровне примитивных состояний сигнальных групп.

4.13.5 [Ф...,...] — комбинация интерфейсов (перечисляются все поддерживаемые).

4.14 По наличию в дорожном контроллере средств криптографической защиты (критерий Ш)

4.14.1 [Ш0] — не поддерживает средств криптографического шифрования.

4.14.2 [Ш1] — поддерживает криптографическую защиту внешних соединений по протоколу TLS/SSL.

4.14.3 [Ш2] — поддерживает криптографическую защиту внешних соединений посредством протокола TLS в соответствии с рекомендациями [2].

4.14.4 [Ш3] — поддерживает криптографическую защиту внешних соединений посредством протокола TLS в соответствии с рекомендациями [2] и имеет сертификат ФСБ для средств криптозащиты.

Пример условного обозначения ДК, который поддерживает АУ по транспортному спросу и активное управление в реальном времени; может формировать цикл как контроллер фазного типа и как контроллер с активным регулированием движения транспорта по направлениям (по выбору пользователя), позволяет пользователю задать произвольную расширяемую логику алгоритма при помощи общеприменимого языка программирования; использует динамический расчет промежуточных тактов, вычисляемых на основе полных матриц переходов:

Дорожный контроллер типа [А2,3 О2,3 Л2 П2]

5 Общие требования

5.1 АДК должны соответствовать требованиям к ДК, определенным в ГОСТ 34.401.

5.2 Не рекомендуется объединение в одну сигнальную группу электрических цепей светофоров двух и более независимых регулируемых направлений движения на светофорном объекте (например, встречных транспортных направлений, транспортного и пешеходного).

5.3 При реализации алгоритмов приоритетного пропуска для ТС экстренных служб следует применять внеочередной проезд (при включенных на них специальных световых и звуковых сигналах), а для маршрутного пассажирского транспорта общего пользования — приоритетный проезд.

5.4 Состояние сигнальных групп АДК должно отображаться на сигнальные секции всех типов транспортных и пешеходных светофоров по ГОСТ 33385, ГОСТ Р 52289, ГОСТ Р 52282, включая лунно-белые светофоры Т.5 по ГОСТ 33385, информационные световые секции по ГОСТ Р 52289, светофоры типа Т.7 по ГОСТ 33385, кольца красного цвета на черном фоне дополнительных секций светофоров Т.1.пк, Т.1.лк, Т.1.плк, Т.3.пк, Т.3.лк по ГОСТ Р 52282.

5.5 АДК при смене отображения основных состояний сигнальных групп на светофорах должен формировать промежуточные такты примитивных состояний сигнальных групп согласно заданным временным параметрам длительности состояний «ЗМ», «красно-желтый», «желтый».

6 Требования к способу формирования цикла

6.1 Для унификации АДК, используемых при построении ИТС, рекомендуется использование принципа задания параметров цикла с управлением по направлениям в многокольцевом режиме. В частном случае при количестве колец, равном единице, такой способ полностью обеспечивает традиционную фазную схему формирования цикла, а адаптивный режим в этом случае поддерживается за счет возможности пропуска фаз, продления по признаку «разрыв» транспортного потока, вызова фаз по срабатыванию детекторов или кнопок ТВП для пешеходов, координации, приоритетного пропуска, а также за счет взаимодействия с подключенными автомобилями.

6.2 Не рекомендуется использование контроллеров интервального типа для реализации АУ. Подключение к ИТС установленных ранее контроллеров интервального типа, а также подключение к ИТС вновь разрабатываемых интервальных контроллеров должны осуществляться при помощи МФУ, через интерфейс доступа к управлению на уровне примитивных состояний сигнальных групп. Программная логика формирования цикла и интерфейсы связи с центром в модуле МФУ обеспечивают необходимые для построения ИТС требования настоящего стандарта.

6.3 ДК фазного типа рекомендуется использовать в адаптивном режиме на несложных светофорных объектах (Т-образные перекрестки, пешеходные переходы через одну проезжую часть, перекрестки, не имеющие левоповоротных маневров с использованием дополнительных секций светофоров).

6.4 ДК с активным управлением по направлениям допускается применять на перекрестках любой сложности и пешеходных переходах.

7 Требования к способу формирования промежуточных тактов

В целях уменьшения задержек движения транспорта и пешеходов для АДК рекомендуется формирование промежуточных тактов самим ДК с учетом фактически переключаемых сигнальных групп. Расчеты задержки включения разрешающего сигнала для безопасного завершения предшествующего маневра должны вычисляться ДК на основе полных матриц переходов, заданных в конкретной конфигурации ДК и учитывающих геометрические параметры конфликтующих траекторий движения ТС и пешеходов.

8 Требования к способу взаимодействия с центром управления

8.1 АДК, применяемый в составе ИТС, должен выполнять все требования по минимальному набору команд взаимодействия с центром управления, которые обеспечивает обычный (неадаптивный) ДК:

- получение справочных данных о размещении ДК, его идентификационных данных, имеющихся фазах, сигнальных планах;
- получение события (или опрос) текущего состояния ДК: авария, режим «ОС», режим «ЖМ», номер текущего сигнального плана, номер текущей фазы, состояния сигнальных групп;
- установка состояния ДК: «отключение светофоров», «желтое мигание», номер требуемого сигнального плана, требуемой фазы.

Дополнительно набор команд взаимодействия с центром должен поддерживать следующие минимальные функции для обеспечения АУ системного уровня:

- возможность загрузки динамически переопределенных сигнальных планов;
- изменение параметров текущего сигнального плана для всех унифицированных параметров алгоритма многокольцевого активного управления по направлениям (длительности и их допуски, последовательности фаз регулирования, смещения);
- обеспечение передачи событий срабатываний детекторов транспорта и других сенсоров (кнопок ТВП, запросов приоритета) в целях диагностики.

8.2 При динамической загрузке сигнальных планов или переопределении параметров действующего сигнального плана алгоритм формирования цикла в ДК должен обеспечивать плавный переход из старого набора параметров в новый, исключая резкие изменения длительностей сигналов. Плавное втягивание в новые параметры смещения координации рекомендуется выполнять за два-три цикла. Алгоритм формирования цикла не должен требовать перезапуска ДК в начальное состояние после загрузки динамических параметров.

8.3 АДК должен обеспечивать взаимодействие с центром управления через сети TCP/IP.

9 Требования к способу взаимодействия с управляющим контроллером, многофункциональным устройством

9.1 ДК, независимо от их функциональных возможностей, должны иметь интерфейс для подключения МФУ. ДК должен обеспечивать низкоуровневый доступ МФУ к управлению на уровне примитивных состояний сигнальных групп, получение статуса сигнальных групп, статуса детекторов и кнопок запросов обслуживания для пешехода.

9.2 При установке МФУ подключаемый ДК должен самостоятельно обеспечивать требования безопасности, предусмотренные ГОСТ 34.401 для исключения самопроизвольного включения конфликтующих сигналов:

- контроль недопустимости появления разрешающих сигналов в конфликтных направлениях должен производиться путем контроля наличия паразитного напряжения в выходных силовых каналах (контроль «зеленых» сигналов);
- контроль перегорания «красных» сигналов должен осуществляться путем контроля отсутствия или существенного изменения токов нагрузки в силовых цепях («контроль перегорания» или «контроль красного»).

При поступлении команд от МФУ, противоречащих заданным в ДК установкам параметров безопасности, ДК должен передать на интерфейс МФУ статус «отказ в обслуживании» и перевести светофорный объект в безопасное аварийное состояние светофорной сигнализации («ЖМ» или «ОС»).

9.3 Протокол подключения ДК к МФУ должен обеспечивать:

- возможность единообразного подключения изделий различных производителей за счет использования унифицированного протокола;
- расширение возможностей установленного ДК в ходе эксплуатации — адаптивный алгоритм любого уровня сложности или требуемый протокол взаимодействия с центром управления может быть реализован при появлении необходимости на уровне МФУ;
- подключение к АСУДД по имеющимся каналам связи там, где это было изначально не предусмотрено при установке ДК.

9.4 Используемый протокол подключения ДК к МФУ должен обеспечивать следующие принципы:

- нетребовательность к ресурсам и простота реализации;
- лаконичная спецификация в свободном доступе для всех участников рынка;
- для диагностики и отладки не должны требоваться специальные программные и аппаратные средства проверки команд;
- малый трафик для возможности работы по низкоскоростным каналам связи;
- пригодность для работы с различным физическим уровнем интерфейса (232, RS-485, Ethernet, CAN);
- расширяемость;
- надежный контроль за состоянием ДК;
- управление на уровне переключения примитивов сигнальных групп, позволяющем реализовать произвольный алгоритм.

10 Требования к способу взаимодействия с пользовательскими сценариями

10.1 Для ДК, применяемых в составе ИТС, рекомендуется наличие интерфейса API и механизма обеспечения программного доступа к внутренним функциям управления и параметрам унифицированных алгоритмов, а также наличие возможности задания сигнального плана «определенный пользователем алгоритм». Последовательность действий такого алгоритма должна быть описана сценарием, подготовленным с помощью скриптового языка программирования для автоматического выполнения определенных пользователем задач.

10.2 Для отладки пользователем алгоритмов рекомендуется наличие у АДК возможности запуска портированных копий в виртуальном окружении имитационной модели, позволяющей имитировать поступление данных виртуальных детекторов и иных сенсоров, а также осуществлять управление виртуальными светофорами имитационной модели с использованием заданной логики сигнального плана виртуального ДК.

10.3 Низкоуровневый доступ, предоставляемый API пользовательских сценариев, должен быть не ниже уровня сигнальных групп. Контроль безопасного включения сигналов светофоров должен осуществляться ДК вне логики, задаваемой пользовательским сценарием. ДК должен обеспечивать невозможность включения конфликтных сигналов, а также осуществлять контроль формирования безопасных промежуточных интервалов для любых последовательностей переключений, заданных пользовательским сценарием. Для этих целей рекомендуется динамическое формирование интервалов безопасности с использованием полных матриц переходов, как указано в разделе 9.

11 Требования к обеспечению защиты информации

11.1 При доступе через веб-интерфейс для дорожного контроллера и МФУ должна быть обеспечена процедура аутентификации и авторизации доступа пользователя при обеспечении защиты соединения с веб-сервером посредством протокола TLS.

Протокол TLS рекомендуется реализовывать в соответствии с рекомендациями [2] или [3].

11.2 Специальных требований защиты информации в протоколах взаимодействия МФУ-ДК, ДК-центр, МФУ-центр не предусматривается, т. к. предполагается физическое изолирование сетей, в которых взаимодействуют эти компоненты. При использовании публичных сегментов сети или работе оборудования в слабозащищенных сетях передачи данных шифрование обеспечивается типовыми внешними средствами организации VPN-каналов.

12 Требования к дорожным контроллерам, учитывающие работу со вспомогательными техническими средствами

12.1 Требования к ДК при работе с ТООВ

12.1.1 На светофорных объектах, где применяется АУ, недопустимо применение самообучающихся ТООВ, формирующих сигналы отсчета исходя из данных по предыдущему интервалу горения сигналов.

12.1.2 Применяемые ТООВ должны поддерживать работу по управляющему интерфейсу ДК.

12.1.3 Рекомендуется использование протокола на базе физического интерфейса RS-485, описанного в приложении А.

12.1.4 Допустимо использование прикладной части протокола из приложения А или иных прикладных протоколов при организации взаимодействия ДК и ТООВ на базе технологии Ethernet.

12.1.5 При активном управлении ТООВ по регулируемым направлениям, не имеющим фиксированной длительности, должны переводиться в режим индикации «АУ», «--», или принудительно гаситься при помощи команды, предусмотренной протоколом «ТООВ»¹⁾.

¹⁾ Выбор способа индикации определяется региональными предпочтениями, реализуемыми единообразно в рамках города или агломерации.

12.1.6 При установке из центра управления требуемой фазы ТООВ должны переводиться в режим индикации «РУ», «--», или принудительно гаситься при помощи команды, предусмотренной протоколом «ТООВ»¹⁾.

12.1.7 При управлении фазами при помощи выносного пульта управления (ВПУ) ТООВ должны переводиться в режим индикации «РУ», «--», или принудительно гаситься при помощи команды, предусмотренной протоколом «ТООВ»¹⁾.

12.2 Требования к ДК при работе с ТВП

12.2.1 Следует использовать подключение каждого ТВП на отдельный входной канал ДК, без параллельного включения. Такой способ подключения обеспечивает диагностику неисправности каждой кнопки ТВП по признаку отсутствия нажатий в течение времени агрегации, заданного при конфигурировании ДК. ДК должен обеспечивать блокировку механизма контроля неисправности по признаку долгого отсутствия нажатий в заданный при конфигурировании ДК ночной период.

12.2.2 Следует выводить сигналы подтверждения получения ДК запроса на обслуживание на элементы индикации ТВП или на световые индикаторы на противоположной стороне пешеходного перехода.

12.2.3 На регулируемых пешеходных переходах, оснащенных ТВП, следует дополнительно использовать детекторы транспорта для обеспечения адаптивного минимального времени ожидания пешехода при двух последовательных запросах на обслуживание. Этим обеспечивается адаптивное время ожидания, зависящее от величины интервалов между ТС на пересекаемой проезжей части.

12.3 Требования к ДК при работе с детекторами транспорта

12.3.1 Рекомендуется использовать детекторы, подключаемые к ДК по последовательным интерфейсам Ethernet, CAN и RS-485 с целью минимизации возможных ошибок при коммутации большого количества проводников интерфейса «Сухой контакт» и увеличения надежности.

12.3.2 Для ДК активного типа управления детекторы должны обеспечивать активирующие события. Передача состояний детекторов должна производиться в режиме реального времени. Должны быть включены данные о занятии каждой из зон детектирования и об освобождении каждой зоны детектирования. Следует избегать группировки зон детектирования разных полос движения. Могут группироваться только детекторы соседних полос, соответствующие отдельному регулируемому направлению движения на светофорном объекте и управляемые одной сигнальной группой ДК.

12.4 Требования к ДК при работе со вспомогательными техническими средствами для лиц с нарушением функций зрения и слуха

12.4.1 В случае использования вспомогательными техническими средствами прогнозных времен включения сигналов не допускается работа в самообучающемся режиме. Следует обеспечивать получение данных о длительностях горения сигнала от ДК по интерфейсу.

12.4.2 Следует использовать интерфейсное подключение устройств к ДК для обеспечения функций:

- формирования особых запросов для лиц с ограниченными возможностями, таких как увеличение длительностей промежуточных тактов или длительности разрешающего сигнала, вызов обслуживания, предупреждение других участников движения;
- коррекции громкости звуковых сигналов в зависимости от времени суток;
- выдачи сигналов или коррекции длительностей для обеспечения движения лиц с нарушением функций зрения и слуха только при фактическом их нахождении в зоне регулируемого пешеходного перехода (используется локальная детекция, V2X или прием директивы сопровождения из центра управления).

12.4.3 Рекомендуемыми методами детектирования людей с ограниченными возможностями в зоне регулируемого пешеходного перехода являются:

- различные механические средства вызова типа «кнопка/табло вызова для пешехода» (ТВП), имеющие дополнительные специализированные кнопки для лиц с ограниченными возможностями;

¹⁾ Выбор способа индикации определяется региональными предпочтениями, реализуемыми единообразно в рамках города или агломерации.

- средства обеспечения локального беспроводного взаимодействия с персональным носимым устройством, активные или с использованием радиометок (технология RFID);
- средства обеспечения беспроводного взаимодействия с персональным носимым устройством через центр управления, в т. ч. по каналам сотовой связи;
- средства видеоаналитики и другие технологии, обеспечивающие формирование вызова на обслуживание при обнаружении лиц с ограниченными возможностями.

12.5 Требования к ДК при работе с оборудованием V2X

12.5.1 При построении ИТС рекомендуется использовать ДК, обеспечивающие унифицированный интерфейс взаимодействия с оборудованием V2X на базе локальной IP-сети светофорного поста.

12.5.2 ДК, обеспечивающие функции взаимодействия с оборудованием V2X, должны:

- получать и обрабатывать данные подключенных автомобилей о текущих параметрах их движения — с целью обеспечения дополнительного канала детекции транспортной ситуации для оптимизации управления, а также для предоставления приоритетного или внеочередного проезда;
- формировать данные локальной карты MAP (дорожную сеть, разрешенные маневры и их распределение по полосам, связь направлений движения на перекрестке с номерами сигнальных групп ДК);
- формировать данные текущих сигналов светофоров и прогнозных времен их переключения SPaT.

12.5.3 ДК, обеспечивающие функции взаимодействия с оборудованием V2X, могут передавать сообщения рекомендательного и предписывающего характера, с помощью которых АДК управляет движением отдельных оснащенных ТС, с целью оптимизации движения на уровне как индивидуального ТС, так и совокупности подключенных ТС.

13 Требования к обозначению классов адаптивных дорожных контроллеров в документации

13.1 При обозначении свойств ДК в соответствии с приведенной классификацией следует пользоваться системой буквенно-цифровых обозначений свойств.

13.2 При необходимости указания признаков из разных категорий следует указать перечисление, например, в виде [A3 O3].

13.3 При наличии в ДК сразу нескольких свойств, применение которых зависит от предпочтений, свойства следует указывать через запятую, например [A2,3 O2,3 L2 P2]¹⁾.

¹⁾ ДК, поддерживающий АУ по транспортному спросу и активное управление в реальном времени, может формировать цикл как контроллер фазного типа и как контроллер с активным регулированием движения транспорта по направлениям (по выбору пользователя), позволяет пользователю задать произвольную расширяемую логику алгоритма при помощи общеприменимого языка программирования, использует динамический расчет промежуточных тактов, вычисляемых на основе полных матриц переходов.

Приложение А (справочное)

Протокол обмена с табло обратного отсчета времени

А.1 Назначение

На светофорных объектах, где применяется АУ, длительности отображения сигналов постоянно изменяются. В таких случаях становится недопустимым применение самообучающихся ТООВ, формирующих показания исходя из измеренного интервала по предыдущему светофорному циклу. Возможно использование ТООВ, которые взаимодействуют с ДК по управляющему интерфейсу и заранее получают данные о прогнозной длительности горения сигналов.

А.2 Общие сведения

Табло по интерфейсу принимает команду и немедленно ее выполняет. Команды передаются только тогда, когда табло должно изменить свое состояние (при изменении состояния сигнальных групп). Табло самостоятельно формирует обратный отсчет времени каждую секунду.

Протокол обмена с ТООВ обеспечивает контроль наличия связи и исправности табло.

Табло функционально делит на две основные группы:

- табло типа «Ждите», отображающее оставшуюся длительность запрещающего сигнала светофора;
- табло типа «Двигайтесь», отображающее оставшуюся длительность разрешающего сигнала светофора.

Табло может совмещать оба типа.

Несколько ТООВ, связанных с одной сигнальной группой, образуют группу табло. Команды на группу ТООВ, как правило, передаются не отдельно каждому табло, а всей группе одновременно. Так как в одной группе могут быть табло и типа «Ждите» и типа «Двигайтесь», существуют две различные команды старта отсчета времени, для каждого типа табло своя. Каждое табло выполняет отсчет времени по команде для своего типа табло и игнорирует команду для другого типа.

Табло может иметь вход контроля состояния светофора (включен или выключен). Это позволяет ТООВ в некоторых случаях работать не по интерфейсу, а в режиме обучения, измеряя время включенного разрешающего сигнала. Этот же сигнал может использоваться для безопасности — для принудительного гашения табло при отсчете времени через секунду после гашения светофора. Это предотвращает в случае каких-либо неисправностей аварийную ситуацию — работающее табло «Двигайтесь» при выключенном разрешающем сигнале светофора.

Табло не должно получать питание от светофорной секции. Это нарушает диагностику состояния светофорных секций и может вызвать нарушения в работе ДК, а также не позволяет контролировать исправность и наличие табло при выключенном светофоре.

А.3 Физический интерфейс

А.3.1 Интерфейс RS485 с гальванической изоляцией.

Схема подключения — 3-проводная, допускается со стороны табло 2-проводная без общей цепи.

Линия связи — экранированная витая пара, экран подключается к общей цепи со стороны ДК, суммарная длина до 1200 м.

Конфигурация — возможны варианты. Соединение «цепочка» с согласованием на двух концах либо «звезда» с согласованием со стороны ДК, не превышая суммарной длины линии связи.

Число табло, подключаемых к линии связи, — до 32.

А.3.2 Параметры связи представлены в таблице А.1.

Таблица А.1 — Параметры связи

Параметр	Значение
Формат фрейма, без контроля четности	8 бит, 1 старт, 1 стоп
Скорость обмена, бит/с	115200
Минимальный интервал между посылками, мкс	500
Время ожидания начала ответа от табло, мс	3
Число повторных запросов при отсутствии ответа	2..3

А.4 Транспортный уровень

Режим обмена — полудуплекс. Обмен происходит по инициативе ДК. В сторону ТООВ посылается телеграмма-запрос, табло возвращает ответ, если это предусмотрено протоколом. При отсутствии ответа или ошибке приема ответа запрос повторяется установленное число раз, в том числе широковещательный запрос будет повторен несколько раз, что повышает надежность исполнения команды.

Формат телеграммы имеет две модификации — рабочая и терминальная. Терминальная модификация не использует контроль целостности сообщения и применяется для ручной отправки команд через программу-терминал в диагностических и сервисных целях (см. таблицу А.2).

Таблица А.2 — Модификации

Маркер «старт»	Сообщение	Маркер «контроль»	Контрольное значение	Маркер «стоп»
'#'	ASCII последовательность	'\$'	XX	<CR> или <LF>
'!'	ASCII последовательность	Отсутствует		<CR> или <LF>

Маркер «Старт» — ASCII — символ открывает сообщение.

Сообщение — последовательность символов ASCII, содержит команду, данные.

Маркер «Контроль» указывает на то, что следующие два символа читаются как контрольное значение для проверки целостности телеграммы.

Контрольное значение — 1-байтовая величина, записанная в строковом HEX-формате (например, E7). Символы (A..F) — в верхнем регистре. Контрольное значение считается начиная с маркера «Старт» (включительно) и до маркера «Контроль» (не входит), алгоритм описан ниже.

Маркер «Стоп» завершает сообщение. Так как телеграмма состоит только из ASCII-символов, то концом сообщения будет любой символ с кодом меньше, чем у символа «пробел».

А.5 Подсчет контрольного значения

Подсчет контрольного значения выполняется по следующему алгоритму:

- начальное значение — ноль;
 - к текущему значению добавляется код следующего символа сообщения;
 - результат сдвигается влево на один разряд;
 - к младшему байту результата прибавляется старший байт;
 - текущему значению присваивается младший байт результата.
- Шаги, приведенные в перечислениях а)–д), повторяются для каждого символа выражения.

Пример реализации на языке программирования C:

```
uint16_t val = 0; // шаг 1
while (len) { // шаг 6
    val += *msg++; // шаг 2
    val <<= 1; // шаг 3
    val += val >> 8; // шаг 4
    val &= 0xff; // шаг 5
    len--; // шаг 6
}
```

А.6 Адресация

Каждое табло имеет два адресных параметра — идентификатор группы от 0 до 65534 и номер в группе от 1 до 8. Табло с одинаковыми идентификаторами группы образуют группу табло, каждое табло группы должно иметь уникальный номер. Это позволяет обращаться как к группе табло, так и к каждому отдельному табло. Идентификатор группы 65535 является широковещательным для обращения ко всем табло, номер 0 является широковещательным для обращения к группе табло. При любом широковещательном обращении ответ не возвращается. Предполагается, что группа табло связана с сигнальной группой дорожного контроллера и имеет тот же идентификатор для удобства.

А.7 Уровень сообщений

Сообщение состоит из полей, разделенных пробелами:

- <команда> <группа> <номер> <параметр1> <параметр.>
 - команда — ASCII — символ, следует сразу за стартовым маркером;

- 2) группа — идентификатор группы табло 0...65534, 65535 широковещательный для всех. Десятичное число в строковом формате;
- 3) номер — номер в группе табло, 1...8, 0 — широковещательный для группы. Десятичное число в строковом формате;
- 4) параметр — числовое значение 0...65535. Десятичное число в строковом формате;
- б) ответ: <код ошибки>:
 - 1) код ошибки — десятичное число в строковом формате:
 - 0 — успешное выполнение, нет ошибки;
 - 1 — неисправность табло (результат самодиагностики);
 - 2 — ошибка контрольного значения в запросе;
 - 3 — команда не может быть выполнена (неизвестная команда, недостаточно параметров и т. п.).

A.8 Система команд

A.8.1 Рабочие команды

Перечень рабочих команд однозначно определен:

'n' — контроль, команда не производит никаких действий. Без параметров. Назначение команды — получить ответ для диагностики наличия связи и исправности табло;

'g' — начать обратный отсчет от указанного в параметре значения для табло типа «Двигайтесь». Табло типа «Ждите» эту команду игнорируют. Параметр один — время отсчета в секундах от 1 до max. Параметр два — необходимый (может отсутствовать) — длительность мигающего режима отображения в конце отсчета либо голосового предупреждения об окончании разрешенного состояния. Если значение параметра 1 превышает 600 с (9:59), табло отображает прочерки «-:--», отсчет времени не ведется, табло «Двигайтесь» (если оно есть) светится. Табло начинает отсчет от момента поступления команды, значение уменьшается до 0. Например, при времени отсчета 4 с табло отобразит 3..2..1..0.. гашение;

'w' — начать обратный отсчет для табло типа «Ждите». Табло «Двигайтесь» эту команду игнорирует. Параметр 1 — время отсчета в секундах. Параметр два, если он есть, игнорируется (нет мигающего режима), в остальных работа аналогична предыдущей команде;

'x' — погасить табло. Без параметров;

'h' — включить отображение режима РУ. Без параметров;

'v' — включить отображение АУ. Без параметров;

'd' — включить отображение ДУ. Без параметров.

A.8.2 Сервисные команды

Перечень сервисных команд зависит от потребностей производителя табло, предлагается лишь необходимый минимум. ДК может использовать сервисные команды только для отображения параметров, не для их изменения:

а) 'a' — установка и отображение значения «группа». Отображается актуальный параметр — попеременно индицируется «A1» и десятичное значение номера группы:

1) без параметров — только отображение номера группы;

2) 2 параметра: Параметр1 = Параметр2 = значение «группа» для записи в энергонезависимую память. Запись производится только при совпадении значений двух параметров;

б) 'A' — установка и отображение значения «номер табло». Отображается актуальный номер — попеременно индицируется «A2» и десятичное значение номера:

1) без параметров — только отображение номера;

2) 2 параметра: Параметр1 = Параметр2 = значение номера для записи в энергонезависимую память. Запись производится только при совпадении значений двух параметров;

в) 't' — тест дисплея табло. Без параметров. Вариант теста дисплея — на всех знакоместах поочередно меняются цифры 0...9;

г) 'f' — выбор режима и индикация работы табло — «Ждите» или «Двигайтесь» (для тех табло, которые поддерживают смену режима) и запись его в энергонезависимую память:

1) без параметров — только отображение режима, вариант отображения «F1»/«F2» («Ждите»/«Двигайтесь»);

2) два параметра: Параметр1 = Параметр2 = значение режима для записи в энергонезависимую память (для тех табло, которые поддерживают смену режима), значение 1 или 2. Запись производится только при совпадении значений двух параметров.

A.9 Образцы запросов

#x 65535 0 \$15 — погасить все табло.

#w 65535 0 16 3 \$B9 — все табло: отсчет «ждите» 16 с, за 3 с предупреждение (мигание).

#n 8 3 \$C2 — опрос табло номер 3 из группы 8.

Библиография

- | | |
|--|--|
| [1] Стандарт IEEE 1101.2-1992 | Стандарт IEEE для спецификаций механических сердечников для еврокарт с кондуктивным охлаждением (IEEE Standard for Mechanical Core Specifications for Conduction-Cooled Eurocards) |
| [2] Рекомендации по стандартизации
Р 1323565.1.020—2020 | Информационная технология. Криптографическая защита информации. Использование российских криптографических алгоритмов в протоколе безопасности транспортного уровня (TLS 1.2) |
| [3] Рекомендации по стандартизации
Р 1323565.1.030—2020 | Информационная технология. Криптографическая защита информации. Использование российских криптографических алгоритмов в протоколе безопасности транспортного уровня (TLS 1.3) |

УДК 656.056.4

ОКС 31.190
03.220.20
19.080
35.080
93.080.30

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, адаптивное управление, светофорные объекты

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 21.12.2023. Подписано в печать 16.01.2024. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,23.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации» для комплектования
Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

