ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71096— 2023

Интеллектуальные транспортные системы

ПОДСИСТЕМА СВЕТОФОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Общие требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным автономным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ»), Ассоциацией разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» («ГЛОНАСС/ГНСС-Форум») и Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт интеллектуальных транспортных систем» (ООО «НИИ-ИТС»)

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 29 ноября 2023 г. № 1492-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 5
5 Общие положения 5
6 Классификация подсистем светофорного управления 8
7 Функциональные требования к подсистеме светофорного управления 9
8 Требования по обеспечению информационной безопасности подсистемы светофорного управления 12
9 Требования по обозначению классов подсистем светофорного управления в проектной и эксплуатационной документации 13
10 Библиография 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Интеллектуальные транспортные системы

ПОДСИСТЕМА СВЕТОФОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Общие требования

Intelligent transport systems. Traffic lights control systems. General requirements

Дата введения — 2024—06—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на подсистему светофорного управления (ПСУ) в составе интеллектуальных транспортных систем (ИТС) и устанавливает требования к ПСУ в целом и к отдельным видам их обеспечения.

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

ГОСТ Р 56294 Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем

ГОСТ Р 56829 Интеллектуальные транспортные системы. Термины и определения

ГОСТ Р 71095—2023 Интеллектуальные транспортные системы. Подсистема обеспечения приоритетного проезда транспортных средств. Общие требования

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 56829, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

абсолютный приоритет: Изменение параметров функционирования светофорных объектов с целью организации беспрепятственного и безопасного проезда объекта приоритета без учета параметров движения остальных участников дорожного движения.

[ГОСТ Р 71095—2023, пункт 3.1]

3.2 **адаптивное управление:** Управление светофорным объектом или группой светофорных объектов путем непрерывной оптимизации программы регулирования или сигнального плана по критерию эффективности в зависимости от параметров движения, определяемых детекторами транспорта или иными способами.

3.3 **временно-зависимое управление:** Управление светофорным объектом или группой светофорных объектов путем выбора предварительно рассчитанной программы регулирования или сигнального плана по расписанию (времени), без использования данных от детекторов транспорта.

3.4 **диспетчерское управление:** Метод управления светофорным объектом или зоной, предусматривающий выбор или коррекцию существующих параметров светофорного цикла диспетчером (оператором).

3.5 **дорожные контроллеры с активным управлением по направлениям:** Дорожные контроллеры, реализующие светофорный цикл как заданные программой регулирования бесконфликтные комбинации сигналов светофоров, управляемых подфазами, реагирующие на активирующие события и учитывающие временны́е ограничения, установленные в настройках программы регулирования.

3.6 **дорожные контроллеры интервального типа:** Дорожные контроллеры, реализующие светофорный цикл как заданную программой регулирования предопределенную последовательность дискретных шагов (интервалов или тактов), каждый из которых оперирует примитивными состояниями сигнальных групп, имеющими заданную длительность.

3.7 **дорожные контроллеры фазного (поэтапного) типа:** Дорожные контроллеры, реализующие светофорный цикл как заданную программой регулирования последовательность фаз, каждая из которых является предопределенным набором сигнальных групп в состоянии «движение разрешено» и имеет заданную длительность.

3.8 **зона управления (зона):** Группа светофорных объектов, в которой каждый объект оказывает влияние на состояние смежных светофорных объектов группы и имеет согласованные с ними программы регулирования.

3.9 **комбинированное сетевое управление:** Метод сетевого управления с использованием комбинации временно-зависимого или транспортно-зависимого управления в сочетании с локальной коррекцией программы регулирования на светофорном объекте в зависимости от параметров транспортного потока, измеряемого детекторами транспорта.

3.10 **координированное управление:** Метод сетевого управления, предусматривающий синхронизацию включения сигналов светофоров с целью сокращения числа остановок и задержки транспортных средств.

3.11 **локальное управление:** Управление отдельным светофорным объектом без учета влияния смежных объектов.

3.12 **область управления:** Совокупность отдельных светофорных объектов и зон управления, имеющих единое административное подчинение и общую технологию управления транспортными потоками.

3.13 **программа регулирования:** Набор элементов цикла регулирования, определяющий последовательность и продолжительность включения сигналов светофоров.

3.14 **приоритет в проезде светофорного объекта на основе запросов:** Способ предоставления приоритета в проезде, при котором происходит включение приоритетной фазы в случае поступления запроса на приоритетный проезд с учетом установленных ограничений (на частоту предоставления приоритета, продолжительность удержания приоритетной фазы и т. д.).

3.15 **приоритет в проезде светофорного объекта на основе прогноза прибытия транспортного средства:** Способ предоставления приоритета в проезде, при котором происходит оптимизация

программ регулирования или сигнальных планов с учетом прогноза прибытия транспортного средства к светофорному объекту.

3.16 **ручное управление:** Управление светофорным объектом посредством выносного пульта управления регулировщиком на перекрестке или дистанционное управление оператором центра управления дорожным движением, при котором дорожный контроллер перестает самостоятельно формировать цикл светофорного регулирования, а также такое управление, при котором программные средства центра управления подсистемой светофорного управления действуют вне заданной логики автоматизированного или автоматического управления.

3.17 **сетевое управление:** Управление группами светофорных объектов, объединенных в зоны управления.

3.18 **сигнальный план:** Совокупность программ регулирования, одномоментно действующих на светофорных объектах в зоне управления.

3.19 **состояние светофорного объекта:** Совокупность, включающая действующие на светофорном объекте параметры управления и состояние транспортных потоков, характеризуемых длиной очереди, количеством остановок и задержкой в движении.

3.20 **стратегические детекторы:** Детекторы транспортных средств и пешеходов, установленные с целью сбора информации о параметрах транспортных потоков и их передачи в центр управления дорожным движением, а также дальнейшего опосредованного управления дорожными контроллерами в районе места установки детектора.

3.21 **тактические детекторы:** Детекторы транспортных средств и пешеходов, установленные с целью реализации локального адаптивного управления и подключенные непосредственно к дорожному контроллеру.

3.22 **транспортно-зависимое (ситуационное) управление:** Управление светофорным объектом или зоной путем выбора предварительно рассчитанной программы регулирования или сигнального плана по параметрам транспортных потоков, измеренных детекторами транспорта.

3.23 **управление с прогнозирующей моделью:** Способ адаптивного управления светофорным объектом или зоной, оптимизирующий критерий эффективности управления на основе измерения или оценки текущего состояния объекта и прогноза его будущего состояния, выполненного при помощи имитационной модели.

3.24 **управление доступом:** Метод управления движением, предусматривающий ограничение количества въезжающих транспортных средств в зону управления, светофорный объект, автомагистраль или скоростную дорогу.

3.25 **технология управления транспортными потоками:** Совокупность методов воздействия на транспортный поток и участников движения, обеспечивающая достижение целей управления.

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

3.27 **кольцо:** Заданная в сигнальном плане последовательность подфаз.

3.28 **конфликтующие подфазы:** Две или более подфазы, которые при одновременном включении вызовут движение транспорта по направлениям, имеющим конфликтные пересечения.

3.29 **матрица переходов:** Описывает задержки включения разрешающего движение сигнала относительно выключения конфликтующего с ним запрещающего сигнала при переходе обслуживания от одного регулируемого направления движения на перекрестке к другому.

3.30 **многофункциональное устройство-адаптер:** Устройство, расширяющее функциональные возможности дорожного контроллера в части унификации протоколов взаимодействия, и алгоритмов управления светофорными объектами.

3.31 **основной такт:** Такт цикла светофорного регулирования с устойчивыми примитивными состояниями всех сигнальных групп, в котором светофорный объект может находиться продолжительное время.

3.32 **переходные такты (промежуточные такты, промтакты):** Последовательность тактов цикла светофорного регулирования, предназначенная для обеспечения безопасного перехода от одного основного такта к другому.

3.33 **подфаза:** Объект организации внутренней программной логики алгоритма многокольцевого дорожного контроллера, который управляет ассоциированным набором не конфликтующих между со-

бой сигнальных групп, имеет собственный набор временны́х параметров для транспортных средств и пешеходов, а также может использовать активирующие события.

Примечание — Подфазы в разных кольцах могут отображать состояния «движение разрешено» ассоциированных сигнальных групп одновременно (см. 3.43).

3.34 **последовательность:** Набор параметров программы регулирования, позволяющих задать порядок подфаз в каждом кольце, или порядок фаз и тактов в цикле регулирования.

3.35 **примитивные состояния сигнальных групп:** 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 — См. ГОСТ Р 52289 и ГОСТ 33385.

3.36 **приоритетный проезд:** 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.

3.37 **расщепление:** Набор параметров сигнального плана, позволяющий задать соотношения длительностей подфаз в кольце или фаз в цикле регулирования, в виде абсолютных временных значений или в виде их процентного соотношения, приведенного к длительности цикла.

3.38 **регулируемая группа направлений движения:** Направления движений транспорта или пешеходов, управляемые одной сигнальной группой дорожного контроллера.

3.39

светофорный объект: 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]

3.40 **сигнальная группа:** Набор ассоциированных между собой выходных каналов дорожного контроллера, подключенных к сигнальным секциям светофора для управления одним направлением движения (или группой направлений одного подхода к перекрестку), имеющий 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.

3.41

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

[ГОСТ 33385—2015, пункт 3.2]

3.42 **смещение (сдвиг):** Набор параметров сигнального плана, позволяющий задать синхронизацию подфаз, фаз или тактов в цикле регулирования для данного дорожного контроллера при координированном управлении.

3.43 **совместимые подфазы:** 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».

3.44 **такт цикла светофорного регулирования:** Период действия определенной комбинации примитивных состояний всех сигнальных групп.

3.45 **фаза светофорного регулирования:** Часть цикла светофорного регулирования, состоящая из основного и промежуточного такта.

3.46 **цикл светофорного регулирования:** Заданная программой регулирования 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.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

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

ДК — дорожный контроллер;

ДУТП — директивное управление транспортными потоками;

ИТС — интеллектуальная транспортная система;

ЛП — локальный проект;

МФУ — многофункциональное устройство-адаптер;

ПСУ — подсистема светофорного управления;

ТС — транспортное средство;

УДС — улично-дорожная сеть;

API — программный интерфейс приложения (application programming interface);

CV — подключенное транспортное средство (connected Vehicles);

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

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

RSU — устройство придорожной инфраструктуры V2X (roadside unit);

SPaT — текущие сигналы светофоров и прогнозные времена их переключения — стандартные сообщения V2X (signal Phase and Timing);

TLS/SSL — криптографические протоколы транспортного уровня, обеспечивающие защищенную передачу данных между узлами в сети (transport layer security/secure sockets layer);

V2X — связь между транспортным средством и любым объектом, который может повлиять на транспортное средство (vehicle-to-everything).

5 Общие положения

5.1 Назначение и функции подсистемы светофорного регулирования

5.1.1 Подсистема светофорного управления относится к уровню инструментальных подсистем в физической архитектуре ИТС, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56294.

5.1.2 Место подсистемы светофорного управления в функциональной архитектуре ИТС определяется набором функций, реализуемых данной подсистемой на уровнях интеграционной платформы, инструментальной подсистемы и элементов, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56294.

5.1.3 В функциональной архитектуре ИТС подсистема светофорного регулирования на уровне интеграционной платформы реализует функции управления движением ТС и пешеходных потоков на УДС города, автомобильной дороге или автомагистрали средствами светофорного регулирования и предоставления данных другим подсистемам ИТС.

5.1.4 Подсистема необходима для реализации функций следующих подсистем и модулей, входящих в состав интеграционной платформы:

- приоритетного пропуска;
- мониторинга параметров дорожного движения;
- координированного управления движением;
- транспортного моделирования и прогнозирования.

В рамках одного ЛП ИТС может функционировать несколько ПСУ, объединенных на уровне интеграционной платформы ИТС модулем координированного управления.

5.1.5 Основной функцией уровня инструментальной подсистемы является управление светофорными объектами, обеспечивающее:

- переключение сигналов светофоров в соответствии с заданной схемой движения и программой регулирования или сигнальным планом;
- адаптацию программ регулирования к изменению параметров дорожного движения;
- сбор данных о параметрах дорожного движения средствами тактических детекторов транспорта;
- предоставление интерфейсов для взаимодействия со смежными подсистемами ИТС уровней интеграционной платформы и смежных инструментальных подсистем.

5.1.6 Объектом управления являются движущиеся ТС и пешеходные потоки на УДС города, автомобильной дороги или автомагистрали.

5.1.7 Основными показателями эффективности ПСУ являются:
- время задержки ТС;
- число остановок ТС;
- средняя скорость движения ТС;
- уровень безопасности движения;
- взвешенная комбинация вышеперечисленных показателей.

5.2 Состав подсистемы светофорного управления

ПСУ должна включать в себя техническое, программное, информационное и организационное обеспечения.

5.3 Техническое обеспечение подсистемы светофорного управления

Техническое обеспечение ПСУ включает:
- вычислительный комплекс серверного оборудования центра управления дорожным движением;
- автоматизированные рабочие места специалистов центра управления дорожным движением;
- технические средства отображения информации коллективного пользования центра управления дорожным движением (опционально);
- периферийные технические средства, относящиеся к дорожной инфраструктуре;
- технические средства, относящиеся к среде поддержания коммуникативного взаимодействия;
- МФУ и иная аппаратура сопряжения с периферийными техническими средствами (при необходимости их применения).

Примечание — Состав технических средств ПСУ определятся заданием на ЛП ИТС, с учетом требований, приведенных в разделе 6. В зависимости от особенностей ЛП ИТС состав технических средств ПСУ также может конкретизироваться с учетом состава технических средств смежных инструментальных подсистем.

5.3.1 Периферийные технические средства ПСУ, относящиеся к дорожной инфраструктуре, определены в соответствии с ГОСТ 34.401 и могут включать дополнительное оборудование:
- оборудование для обеспечения задач приоритета движения ТС;
- оборудование для мониторинга параметров транспортного потока;
- оборудование для детекции запросов на обслуживание (детекторы транспорта и пешеходов, кнопки вызова для пешеходов);
- оборудование для обеспечения сервисов V2X подключенных ТС (CV) и высокоавтоматизированных ТС, пешеходов (устройства придорожной инфраструктуры RSU).

Примечание — Допустимо отнесение инфраструктурного оборудования V2X к другим инструментальным подсистемам ИТС.

5.3.2 Техническими средствами ПСУ, относящимися к среде поддержания коммуникативного взаимодействия, могут быть:
- оборудование для обеспечения задач взаимодействия периферийного ДК и центра обработки данных;
- оборудование для обеспечения задач взаимодействия ДК и вспомогательного оборудования на светофорном объекте;
- оборудование для обеспечения задач прямого взаимодействия ДК между собой;
- оборудование для обеспечения сервисов V2X посредством взаимодействия между ДК и подключенными ТС (CV), пешеходами.

5.3.3 Элементами ПСУ, относящимися к центру управления дорожным движением, могут быть:
- вычислительный комплекс серверного оборудования и сетевое оборудование;

- автоматизированные рабочие места специалистов;
- технические средства отображения информации коллективного пользования центра (опционально).

5.4 Программное обеспечение подсистемы светофорного управления

5.4.1 ПСУ включает в себя общее и специализированное программное обеспечение.

5.4.2 Специализированное программное обеспечение подразделяется на основное, вспомогательное и сервисное.

5.4.3 Основное программное обеспечение реализует функции:
- автоматического управления;
- диспетчерского управления;
- выполнения команд от интеграционной платформы ИТС;
- координированного управления светофорными объектами;
- приоритетного пропуска транспорта;
- реверсивного управления.

Основное программное обеспечение обеспечивает светофорное регулирование транспортного потока в ручном, диспетчерском, в автоматическом и автоматизированном режимах. Также может обеспечивать визуализацию текущей транспортной ситуации и накопленных исторических данных, формировать и отображать показатели эффективности работы ПСУ.

5.4.4 Вспомогательное программное обеспечение реализует функции:
- коррекции программ регулирования и сигнальных планов по параметрам транспортных потоков;
- оптимизации программ регулирования и сигнальных планов.

5.4.5 Вспомогательное программное обеспечение может обеспечивать построение планов координации светофорного регулирования в автоматическом или автоматизированном режимах.

5.4.6 Сервисное программное обеспечение реализует функции:
- подготовки, корректировки и кодирования исходных данных, необходимых для функционирования системы;
- накопления и обработки статистических данных о режимах функционирования периферийных устройств;
- накопления и обработки статистических данных о параметрах дорожного движения;
- ведения журнала функционирования системы.

5.4.7 Сервисное программное обеспечение должно обеспечивать удаленную диагностику периферийного оборудования и удаленное обслуживание управляющего периферийного оборудования.

5.5 Информационное обеспечение подсистемы светофорного управления

5.5.1 ПСУ предоставляет персоналу, смежным инструментальным подсистемам и компонентам интеграционной платформы ИТС:
- справочную информацию о размещении периферийного оборудования и его свойствах;
- справочную информацию об объекте управления, содержащуюся в модели УДС;
- информацию о состоянии периферийного оборудования по запросу и используя механизм передачи событий в режиме реального времени;
- информацию о состоянии объекта управления, получаемую от детекторов транспорта в составе ПСУ.

5.5.2 ПСУ выполняет управляющие команды от персонала, смежных инструментальных подсистем и компонент интеграционной платформы ИТС в соответствии с заданными правами доступа.

5.5.3 ПСУ позволяет компонентам интеграционной платформы ИТС определять сигнальные планы и сигнальные программы, обеспечивая их исполнение в периферийных ДК в соответствии с заданными правами доступа.

5.5.4 ПСУ обеспечивает унифицированный доступ для компонент интеграционной платформы ИТС к функциям различных используемых периферийных дорожных контроллеров при помощи программных средств или МФУ.

5.6 Режимы функционирования подсистемы светофорного управления

5.6.1 ПСУ может функционировать в штатном и нештатном режимах.

5.6.2 В штатном режиме функционирования аппаратно-программное обеспечение подсистемы должно работать в автоматическом или автоматизированном режимах, в т. ч. с делегированием функций на уровень комплексной подсистемы ДУТП при запросе.

5.6.3 В нештатных ситуациях допускается работа в режиме, при котором используется диспетчерское или ручное управление. Возможно делегирование функций на уровень комплексной подсистемы ДУТП при запросе.

6 Классификация подсистем светофорного управления

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

6.1.1 Критерий А0 — ПСУ временно-зависимого управления используют предварительно рассчитанный набор программ регулирования или сигнальных планов и осуществляют выбор активной программы регулирования или сигнального плана на основе расписания без использования данных от детекторов транспорта.

6.1.2 Критерий А1 — ПСУ транспортно-зависимого (ситуационного) управления, используют предварительно рассчитанный набор сигнальных планов или программ регулирования и осуществляют выбор активной программы регулирования или сигнального плана из набора на основе измерения параметров транспортных потоков детекторами транспорта.

6.1.3 Критерий А2 — ПСУ адаптивного управления выполняют непрерывное изменение сигнального плана или программы регулирования в зависимости от параметров движения, определяемых детекторами транспорта или иными способами. Изменение сигнального плана может происходить как в режиме реального времени, так и с некоторым отсроченным действием, определяемым периодом накопления статистических данных и временем их обработки.

6.1.4 Критерий (А..,..,) — ПСУ комбинированного типа управления соответствуют сразу нескольким классам, перечисленным в 6.1.1—6.1.3. Такие системы позволяют выбрать и применить способ адаптации к изменению параметров транспортных потоков в зависимости от особенностей зоны управления и предпочтений транспортного инженера.

6.2 По способу размещения логики управления подсистемы светофорного управления (критерий Р)

6.2.1 Критерий Р0 — ПСУ централизованного управления. Сигнальный план или программа регулирования определяются централизованно ПСУ для отдельного светофорного объекта или всех светофорных объектов зоны управления.

6.2.2 Критерий Р1 — ПСУ децентрализованного управления. Программа регулирования светофорного объекта определяется ДК. ПСУ определяет ограничения на состояния светофорных объектов или длительности фаз программ регулирования зоны управления и выполняет координацию информационного обмена со смежными светофорными объектами.

6.2.3 Критерий Р2 — ПСУ комбинированного управления. ПСУ централизованно определяет параметры сигнального плана и допустимый диапазон их коррекции для зоны управления. ДК проводит локальную коррекцию программы регулирования светофорного объекта по текущим параметрам транспортных потоков.

6.3 По способу реализации логики адаптивного управления (критерий Л)

6.3.1 Критерий Л0 — ПСУ неадаптивного управления. ПСУ использует предварительно рассчитанный сигнальный план. Корректировка сигнального плана или программ регулирования по текущим параметрам транспортных потоков не осуществляется.

6.3.2 Критерий Л1 — ПСУ адаптивного управления с прогнозирующей моделью. Выполняют непрерывную оптимизацию программы регулирования или сигнального плана по критерию эффективности, используя для этого измерения или оценку текущего состояния светофорного объекта или зоны управления, и прогноз будущего состояния, выполненного с использованием имитационной модели. Изменение сигнального плана может происходить как в режиме реального времени, так и с некоторым отсроченным действием, определяемым периодом накопления статистических данных и временем их обработки.

6.3.3 Критерий Л2 — ПСУ адаптивного управления по параметрам транспортного потока выполняют коррекцию предварительно рассчитанной программы регулирования или сигнального плана на основе измерения параметров транспортных потоков с помощью аналитических зависимостей, не выполняющих оценку будущего состояния светофорного объекта.

6.3.4 Критерий Л3 — ПСУ активного управления выполняют коррекцию программы регулирования в режиме реального времени путем обработки активирующих событий и принимают решение о вызове/продлении основного такта, фазы или любой отдельной подфазы (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 предварительно или централизованно определенных для текущего периода времени.

6.3.5 Критерий (Л..,..,) — ПСУ комбинированного типа соответствуют сразу нескольким классам, перечисленным в 6.3.1 — 6.3.4. Такие системы позволяют выбрать и применить логику адаптивного управления в зависимости от особенностей зоны управления и предпочтений транспортного инженера.

6.4 По способу предоставления приоритета в проезде светофорного объекта (критерий П)

6.4.1 Критерий П0 — ПСУ, не предоставляющие приоритета в проезде светофорного объекта.

6.4.2 Критерий П1 — ПСУ, предоставляющие абсолютный приоритет в проезде светофорного объекта.

6.4.3 Критерий П2 — ПСУ, предоставляющие приоритет в проезде светофорного объекта на основе запросов от ТС.

6.4.4 Критерий П3 — ПСУ, предоставляющие приоритет в проезде светофорного объекта на основе прогноза прибытия ТС к светофорному объекту.

6.4.5 Критерий (П..,..,) — ПСУ комбинированного типа предоставления приоритета при проезде светофорного объекта соответствуют сразу нескольким классам, перечисленным в 6.4.1—6.4.4. Позволяют выбрать и применить способ предоставления приоритета в проезде светофорного объекта в зависимости от особенностей зоны управления или типа ТС, которому требуется предоставить приоритет.

6.5 По технологии управления транспортными потоками (критерий Т)

6.5.1 Критерий Т0 — Магистральные подсистемы светофорного управления, обеспечивают управление светофорными объектами на въездах автомагистралей и скоростных городских дорог.

6.5.2 Критерий Т1 — Городские подсистемы светофорного управления, обеспечивают управление светофорными объектами в населенных пунктах (за исключением светофорных объектов, расположенных на въездах скоростных городских дорог), на пересечениях и регулируемых пешеходных переходах автомобильных дорог.

6.5.3 Критерий Т2 — ПСУ реверсивным движением, обеспечивают управление реверсивными светофорами.

7 Функциональные требования к подсистеме светофорного управления

7.1 Общие функциональные требования

7.1.1 ПСУ должна соответствовать требованиям, предъявляемым к инструментальным системам ИТС в соответствии с ГОСТ Р 56294.

7.1.2 ПСУ должна обеспечивать возможность делегирования выполнения функций на уровень вышестоящих компонент интеграционной платформы ИТС ЛП ИТС:

- построение планов координации светофорного регулирования в автоматическом или автоматизированном режимах;
- светофорное регулирование транспортного потока в диспетчерском режиме;
- управление состоянием зон;
- управление приоритетным проездом.

7.1.3 ПСУ обеспечивает делегирование функций, используя следующие способы:

- организации цикла светофорного регулирования для ДК фазного типа и ДК с активным управлением по направлениям движения;
- описания промежуточных тактов;
- описания сигнальных программ;

- доступа к параметрам, описывающим логику формирования цикла светофорного регулирования в сигнальной программе.

7.1.4 В одном ЛП ИТС под управлением интеграционной платформы должна быть обеспечена возможность существования одной или нескольких ПСУ, взаимодействие с которыми унифицировано.

7.1.5 ПСУ должна реализовывать методы активного приоритета по ГОСТ Р 71095.

7.2 Требования к обеспечению взаимодействия с компонентами ИТС

7.2.1 Взаимодействие с компонентами интеграционной платформы ИТС

7.2.1.1 Для обеспечения функций компонент интеграционной платформы ИТС ПСУ реализует следующие задачи:

- автоматическая подготовка данных, необходимых для расчетов планов координации в автоматическом и автоматизированном режиме на уровне подсистем интеграционной платформы ИТС (данные о модели УДС, данные об имеющихся схемах организации движения на регулируемых перекрестках и сигнальных программах ДК, данные о текущем и ретроспективном состоянии транспортных потоков с привязкой к модели УДС);
- передача данных по запросу;
- получение результатов расчетов в виде сигнальных программ;
- применение сигнальных программ в ДК;
- получение команд прямого управления и их передача в ДК после проверки прав выполнения;
- передача информации о текущем статусе оборудования и режиме светофорного регулирования.

7.2.1.2 Состав данных, передаваемых из ПСУ компонентам интеграционной платформы:

- справочные данные о размещении оборудования, его свойствах и текущем состоянии;
- параметры текущей выполняемой сигнальной программы;
- события об изменении состояния.

7.2.1.3 Состав данных, передаваемых в ПСУ от компонент интеграционной платформы:

- передача переопределенной сигнальной программы на выполнение;
- команды управления в нештатных ситуациях;
- запрос текущего состояния;
- запрос справочных данных;
- запрос подписки на события.

7.2.2 Взаимодействие со смежной инструментальной подсистемой мониторинга параметров транспортных потоков

7.2.2.1 Для выполнения функций смежной инструментальной подсистемы мониторинга параметров транспортных потоков ПСУ реализует следующие задачи:

- подготовка и передача данных собственного детекторного комплекса ПСУ (тактических и стратегических детекторов, входящих в состав комплекса периферийных технических средств ПСУ);
- передача по запросу справочной информации о модели УДС, используемой в ПСУ, местах размещения и детекторов с привязкой к модели УДС ПСУ;
- прием данных о местах осуществления замеров из смежной инструментальной подсистемы ЛП ИТС, включая геопространственную привязку источника, позволяющую осуществлять соотнесение поступающих данных к модели УДС в ПСУ;
- прием данных, позволяющих зарегистрировать источник данных в ПСУ под уникальным идентификатором и выполнить его геопространственную привязку;
- прием данных измерений параметров транспортных и пешеходных потоков со ссылкой на геопространственную привязку источника данных по его уникальному идентификатору, присвоенному при регистрации в системе;
- прием данных о дорожно-транспортных происшествиях и чрезвычайных ситуациях со ссылкой на геопространственную привязку источника данных по его уникальному идентификатору, присвоенному при регистрации в системе;
- прием данных о планируемых перекрытиях со ссылкой на геопространственную привязку источника данных по его уникальному идентификатору, присвоенному при регистрации в системе.

7.2.2.2 Геопространственная привязка точки размещения источника информации должна достаточно описывать связанные с ней направления движения на перекрестке или перегоне для того, чтобы при передаче данных не требовалось наличия одинаковой модели УДС (графа) во взаимодействующих подсистемах.

7.2.2.3 Состав данных, передаваемых из ПСУ в смежную инструментальную подсистему мониторинга параметров транспортных потоков:

- справочные данные о размещении тактических детекторов, их свойствах и текущем состоянии;
- события поступления новых данных с заданным в системе ПСУ периодом агрегации.

7.2.2.4 Состав данных, передаваемых в ПСУ от смежной инструментальной подсистемы мониторинга параметров транспортных потоков:

- справочные данные для регистрации нового источника: геопространственная привязка точки размещения и связанных с ней направлений движения, не требующей наличия одинаковой модели УДС (графа) во взаимодействующих подсистемах;
- данные измерений ранее зарегистрированного источника по мере их поступления.

7.2.3 Взаимодействие со смежной инструментальной подсистемой обеспечения приоритета движения ТС

7.2.3.1 Для выполнения функций смежной инструментальной подсистемы обеспечения приоритета движения ТС ПСУ реализует следующие задачи:

- передачи данных о состоянии по запросу для элементов: ТС, маршрут, виртуальная зона запроса приоритета;
- обеспечение передачи данных по подписке на события изменения состояния для элементов: ТС, маршрут, виртуальная зона запроса приоритета;
- выполнение команд установки состояния для элементов: ТС, маршрут, виртуальная зона запроса приоритета.

7.2.3.2 Состав данных, передаваемых из ПСУ в смежную инструментальную подсистему обеспечения приоритета движения ТС:

- справочные данные;
- данные о текущем состоянии по запросу;
- события об изменении состояния.

Примечание — Данные обеспечиваются для элементов «борт», «маршрут», «зона вызова приоритета».

7.2.3.3 Состав данных, передаваемых в ПСУ от смежной инструментальной подсистемы обеспечения приоритета движения ТС:

- запросы состояния;
- запросы подписки на события об изменении состояний;
- команды изменения состояния;
- требования по ГОСТ Р 71095—2023 (раздел 7).

Примечание — Данные применяются для элементов «борт», «маршрут», «зона вызова приоритета».

7.3 Требования к периферийным техническим средствам

7.3.1 Требования к дорожным контроллерам

7.3.1.1 ПСУ должна обеспечивать работу с ДК с фазным способом формирования цикла светофорного регулирования и/или с ДК с активным управлением по направлениям движения на перекрестке. Использование контроллеров интервального типа в составе ПСУ не рекомендуется.

7.3.1.2 ПСУ должна обеспечивать работу с ДК, осуществляющими формирование промежуточных тактов с использованием матриц переходов для осуществления безопасных переключений при любых возможных комбинациях переключаемых сигналов светофоров.

7.3.1.3 Если имеющиеся в ЛП ИТС ДК не обеспечивают требуемые для реализации функций ПСУ возможности, рекомендуется их подключение к ПСУ посредством МФУ.

7.3.1.4 При фазном способе формирования цикла в ДК ПСУ должна обеспечивать получение и задание в переопределенной сигнальной программе:

- расщепления фаз или их длительности;
- последовательности фаз;
- смещения (сдвигов) фаз.

Примечание — Последовательность фаз в переопределенной сигнальной программе не должна отличаться от исходной в том случае, если ДК не поддерживает способ формирования промежуточных тактов при помощи матриц переходов.

7.3.1.5 При многокольцевом способе формирования цикла, применяемом в ДК с активным управлением по направлениям движения на перекрестке, ПСУ должна обеспечивать получение и задание в переопределенной сигнальной программе:

- расщепления полуфаз или их длительности;
- последовательности для полуфаз в кольцах;
- смещение (сдвиг) координируемой полуфазы в каждом из колец;
- параметров, описывающих логику активного управления с использованием детекторов транспорта.

7.3.1.6 ПСУ должна обеспечивать получение текущих и задание переопределенных параметров цикла (корректировка), включая параметры активного управления.

7.3.1.7 Для ДК, использующих способ формирования цикла из последовательностей полуфаз, организованных в кольцах, рекомендуется формирование промежуточных тактов при помощи матриц переходов.

7.3.1.8 При применении переопределенной сигнальной программы ДК в составе ПСУ должен самостоятельно обеспечивать плавный переход в цикл переопределенной сигнальной программы и не требовать перезагрузки.

7.3.1.9 При применении переопределенных сигнальных программ, имеющих заданные параметры координированного управления, системные часы ДК и системные часы ПСУ должны быть синхронизированы с точностью не хуже одной секунды.

7.3.1.10 Для унификации алгоритмов в ПСУ является предпочтительным использование многокольцевого способа формирования цикла, в т. ч. с заданием количества колец в цикле равным единице для получения цикла, аналогичного по свойствам циклу при фазном способе формирования.

7.3.1.11 ДК должны удовлетворять требованиям, приведенным в ГОСТ Р 71095—2023 (пункты 9.3 и 9.4).

7.3.2 Требования к оборудованию сервисов ИТС для подключенного и высокоавтоматизированного транспорта

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

7.3.2.2 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» (описывающей связанные сущности дорожной сети, разрешенные маневры и их распределение по полосам);
- формировать данные текущих сигналов светофоров и прогнозных времен их переключения «SPaT».

7.3.2.3 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 при пересечении перекрестка как на уровне индивидуального ТС, так и совокупности подключенных ТС.

8 Требования по обеспечению информационной безопасности подсистемы светофорного управления

8.1 При доступе к ПСУ через интерфейсы взаимодействия со смежными инструментальными системами и интерфейсы взаимодействия с программными компонентами интеграционной платформы верхнего уровня должна быть обеспечена процедура аутентификации и авторизации доступа по паролю или сертификату при обеспечении защиты соединения посредством протокола TLS. Рекомендуется протокол TLS реализовывать в соответствии с [1] и [2].

8.2 Специальных требований защиты информации при взаимодействии МФУ—ДК, ДК—Центр, МФУ—Центр, а также между периферийными устройствами в ЛВС отдельного светофорного объекта 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 защита соединения обеспечивается типовыми внешними средствами организации VPN-каналов.

9 Требования по обозначению классов подсистем светофорного управления в проектной и эксплуатационной документации

9.1 При обозначении свойств ПСУ в соответствии с приведенной классификацией, следует пользоваться системой буквенно-цифровых обозначений свойств.

9.2 При необходимости указания признаков из разных категорий, следует указать перечисление в виде: [А1 Л3 Т1].

9.3 При наличии в ПСУ сразу нескольких свойств, применение которых зависит от предпочтений, свойства следует указывать через запятую: [А1 Л2,3 П2 Т1].

Библиография

[1] Р 1323565.1.020—2020 Информационная технология. Криптографическая защита информации. Использование российских криптографических алгоритмов в протоколе безопасности транспортного уровня (TLS 1.2)

[2] Р 1323565.1.030—2020 Информационная технология. Криптографическая защита информации. Использование российских криптографических алгоритмов в протоколе безопасности транспортного уровня (TLS 1.3)

УДК 656.056.4:006.354 ОКС 35.240.60

Ключевые слова: адаптивное управление, светофорный объект, светофорное управление, управление дорожным движением, интеллектуальная транспортная система

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 08.12.2023. Подписано в печать 15.12.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,90.

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.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru