

ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ РАЗВИТИИ АСУ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Капский Д.В.

Навой Д.В.

Рожанский Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Как известно, одним из первых, в которых введена омская автоматизированная система управления дорожным движением (АСУ ДД) «Город» был Минск. Система неплохо себя зарекомендовала и не раз модернизировалась, приобретая новые функции, которые было невозможно реализовать в 1981 году. Однако, поскольку время выдвигает новые требования, было решено создавать собственную белорусскую систему управления в рамках темы «Проектирование и внедрение модернизированной технологии управления движением транспортных и пешеходных потоков в г. Минске». Необходимо отметить, что некоторые функциональные возможности старой системы так и не были востребованы. На момент начала разработки системы (первый квартал 2003 года) в Республике Беларусь уже функционировали автоматизированные системы в таких городах, как Гродно (причем с соподчинением дорожных контроллеров, находящихся в областных и районных центрах, и их управлением по GSM-связи), Могилев, Гомель. Однако по количеству объектов, включенных в систему, Минск, безусловно, занимает пока первое место (более 400 светофорных объектов). Авторы в статье пытаются отразить не только опыт Минска, который, по их мнению, не всегда является передовым.

Ответственным разработчиком новой АСУ ДД (рис.1) стало ГНПО «АГАТ» (УП «НИИ средств автоматизации»). Первоначально были определены требования к ЦУП и периферийному оборудованию системы. Периферийное оборудование системы состоит из:

- исполнительных элементов системы (светофоры, многопозиционные дорожные знаки и указатели скорости), которые осуществляют непосредственное воздействие на участников движения;
- детекторов транспорта, осуществляющих сбор информации о параметрах транспортных потоков;
- экологических, метеорологических и иных датчиков, определяющих уровень концентрации различных компонентов загрязнения атмосферы, температуры окружающего воздуха и дорожного покрытия, образование гололеда, степень истирания покрытия и т. д.;
- аппаратуры телевизионного наблюдения за движением транспортных и пешеходных потоков;
- дорожных контроллеров, управляющих исполнительными элементами системы, обеспечивающих обмен информацией с центральным управляющим пунктом системы, и другое периферийное оборудование, способствующее повышению качества обслуживания участников движения.

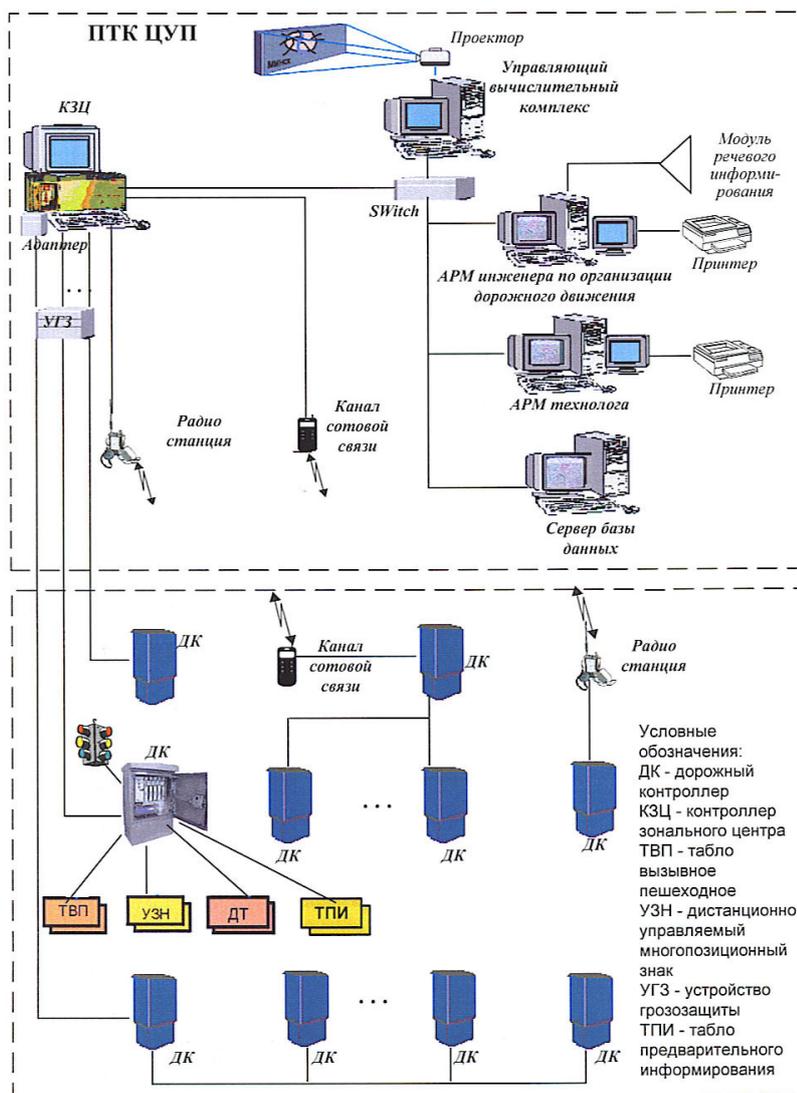


Рисунок 1 – Схема состава АСУ ДД (на примере Минска)

Важнейшим видом технических средств АСУ ДД, входящих в состав периферийного оборудования системы, являются детекторы транспорта, представляющие собой источник информации о параметрах транспортных и пешеходных потоков на улично-дорожной сети. Общие принципы построения детекторов транспорта базируются на методе прямого определения характеристик транспортного потока и косвенной оценки с помощью известных установленных связей с ними остальных характеристик. Именно с их помощью обеспечивается обратная связь и управление в реальном масштабе времени, а также возможно создание более сложных интеллектуальных систем. К сожалению, поскольку эти периферийные устройства не включены в коэффициент готовности СМЭП, то и за их исправность никто ответственности не несет (в данной статье мы не рассматриваем проблему организационного обеспечения, связанного с эффективностью функционирования детекторов транспорта различных видов). Как результат – полностью утеряны около 200 детекторов (рамок), которые еще были

предусмотрены в старой омской системе. Сейчас мы снова стоим перед необходимостью введения детекторов при разработке системы.

Установка детекторов транспорта должна соответствовать следующей схеме:

1. Определение объекта управления, определение его значимости (статуса)
2. Определение перечня технологических алгоритмов на объекте управления
3. Проектирование и привязка алгоритмов управления для рассматриваемого объекта
4. Расстановка технических средств регулирования (светофоров, детекторов транспорта, УСК, ТВП, ТПИ и т.д.) в зависимости от выбранных технологических воздействий
5. Калибровка и уточнение моделей для управления объектом управления, а также корректировка управляющих воздействий
6. Развитие системы управления с возможностью дальнейшего совершенствования набора технологических алгоритмов и интеграции с другими подсистемами в дорожном движении

Перечень апробированных алгоритмов, реализуемых посредством использования детекторов транспорта следующий:

- вызывное регулирование с запросом от МПТ;
- вызывное регулирование с запросом от транспорта;
- вызывное регулирование с оптимизацией системы вызовов;
- обеспечение условного приоритета МПТ и спецтранспорта;
- локальное гибкое регулирование с учетом интервала в потоке;
- локальное гибкое регулирование с учетом интенсивности потока;
- локальное гибкое регулирование с учетом длины очереди;
- локальное гибкое регулирование с учетом суммарных потерь потоков;
- локальный жесткий режим с модификацией переходного интервала;
- локальный многопрограммный режим с переключением по времени суток (и дням недели);
- локальный многопрограммный режим с переключением по параметрам транспортных потоков;
- координация с переключением по параметрам в характерных точках;
- координация с оптимизацией сдвигов;
- координация с управление скоростью на перегоне;
- управление режимом движения;
- сетевая координация;
- обеспечение режима движения по маршруту;
- управление режимом движения в районе;
- гибкое управление режимом движения в районе.

В составе АСУ ДД рекомендовано применение двух типов детекторов транспорта: детекторов транспорта, определяющих момент прохождения транспортных средств, на индуктивной основе с укладкой в дорожное покрытие и радиолокационных детекторов транспорта. Места установки детекторов транспорта непосредственно на магистрали определяются статусом объектов управления и распределением интенсивности транспортных потоков в узловых пунктах улично-дорожной сети. Статус городских улиц определен в соответствии с Концепцией управления дорожным движением в Минске:

1. Под зоной понимается участок улично-дорожной сети города, в которой расположен данный светофорный объект
2. Под статусом понимается характеристика узла улично-дорожной сети города в зависимости от нагруженности пересечения потоков: 1 – магистраль; 2 – нагруженная улица; 3 – малонагруженная улица; 4 – проезд; 5 – пешеходный переход

Различие между уровнями управления (функционирования) светофорных объектов на локальном уровне обеспечиваются разным набором алгоритмов для трех категорий объектов; 1 – ключевые СФО (статус 1-1, 1-2); 2 – обычные СФО (статус 1-3, 1-4, 1-5, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5); 3 – второстепенные СФО (статус 3-3, 3-4, 3-5 и ниже). Рекомендуется размещение радиолокационных детекторов транспорта на объектах 1 статуса, а индуктивных рамок на объектах 2, 3 статуса.

Критериями для определения точек установки и типов устанавливаемых датчиков являются: наличие требований к информации телеизмерений в составе входных данных реализуемых (поддерживаемых) светофорными объектами технологических алгоритмов управления; соответствие выходных данных датчика входным данным технологических алгоритмов.

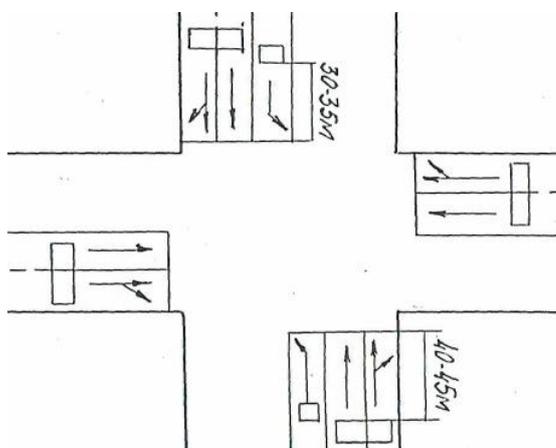


Рисунок 2 – Пример расположения индуктивных рамок

При установке детекторов транспорта следует руководствоваться перспективой внедрения в оборудуемом районе технологических алгоритмов и оборудовать в первую очередь ключевые объекты. Размещение индуктивных рамок зависит от схемы организации движения на пересечении и реализуемых технологических алгоритмов. В зависимости от проектного технологического решения по каждому конкретному объекту управления улично-дорожной сети определяется и перечень алгоритмов управления и соответственно места установки.

Так, для реализации алгоритма местного гибкого регулирования индуктивные рамки должны устанавливаться для прямых транспортных средств – 30-40 м от стоп-линии, для поворотных – 25-30 м от стоп-линии. Пример схемы размещения представлены на рис. 2.

Мы также оставляем вопросы обследований, которые предшествуют проектированию АСУ ДД, и определяют перечень мест установки детекторов транспорта и вид информации получаемой от них, которая подлежит последующей обработке в ЦУП (или ЦДП). Мы также сознательно не рассмотрели вопросы использования детектора прохождения для получения информации о скорости движения транспортных средств (данный вопрос решается с помощью специально разработанного программного обеспечения, позволяющего обрабатывать поступающий с детектора сигнал и определять скорость. (Автор данной разработки – В.В. Мочалов, доцент, Белорусский национальный технический университет. Надеемся, что он самостоятельно опубликует результаты научных исследований и варианты практического внедрения своих разработок).

Многолетняя практика разработки и внедрения детекторов транспорта показала, что наиболее экономичными по числу электронных компонентов, простыми в наладке и эксплуатации, а также отличающимися высокой чувствительностью и надежностью работы являются индуктивные детекторы транспорта, особенно устроенные без нарушения технологии (например, с устройством нижнего защитного слоя). Рекомендуется размещать индуктивные рамки для каждого направления движения.

Для совмещенных и синхронных направлений устраивается общая индуктивная рамка. На слабоинтенсивных направлениях рамки можно не устраивать. В случае реализации алгоритма противозаторового управления на объекте управления детекторы транспорта устанавливаются на регулируемых входах, где возможны заторовые ситуации на определенном расстоянии от стоп-линии. Представленные на рынке детекторы транспорта на радиолокационной основе позволяют выполнять следующий минимальный набор функций необходимый для управления по перечню технологических алгоритмов: регистрация наличия движущихся транспортных средств с погрешностью менее 4 %; ведение статистического учета динамических параметров транспортных потоков (общее количество ТС, средняя загруженность зоны контроля, средняя скорость, количество длинномерных ТС и т. д.).

Радиолокационный детектор транспорта осуществляет контроль 8 полос движения. Устанавливается радиолокационный детектор транспорта на опорах освещения, опорах контактной сети, стенах зданий, расположенных сбоку от проезжей части.

Радиолокационный детектор транспорта устанавливается на расстоянии, необходимом для реализации предусмотренных на объекте управления технологических алгоритмов, а также в соответствии с функциональными характеристиками и возможностями производителя. При этом мы проанализировали различные варианты только на одном примере – АСУ ДД Минска, что, как представляется, не совсем адекватно отражает ситуацию в данной области (региональные СМЭП идут своим путем).

Активно стали применять такое средство, как табло вызывное пешеходное (ТВП). Оно предназначено для включения через дорожный контроллер сигналов светофоров, разрешающих движение пешеходов через проезжую часть по их запросу.

Конструктивное исполнение ТВП зависит от статуса магистрали, на которой он устанавливается. Рекомендуется устанавливать ТВП на всех регулируемых пересечениях,

имеющих пешеходную фазу. Для магистралей статуса 1,2 рекомендуется использование звукового сопровождения с различной частотой звучания и использование табло пешеходного информирования (ТПИ) о времени горения разрешающего и запрещающего сигналов. Конструктивно также необходимо обеспечить в соответствии с ГОСТ 34.401-90 индикацию информационного сигнала «Ждите» и рекомендовано «Идите». Для улиц статуса 3 также рекомендовано использование звукового сигнала и информационных сигналов «Ждите», «Идите». Табло вызывное пешеходное (ТВП) предназначено для реализации алгоритма вызывного регулирования с запросом от пешехода (Вызов-П), алгоритма вызывного регулирования с запросом от пешехода и с изменением режима регулирования (Выбор). При реализации алгоритма ЛР принимается вызов от пешехода. В случае превышения конфликтной транспортной фазой значения минимальной длительности разрешающего сигнала происходит переключение на пешеходную вызывную фазу. При реализации алгоритма МГР на локальном уровне смена фаз происходит с учетом параметров транспортных потоков и времени терпеливого ожидания всех участников движения. При реализации алгоритма КУ смена текущей транспортной фазы происходит только после отработки минимальных лент времени для координируемых транспортных направлений с учетом терпеливого времени ожидания конфликтных направлений. При реализации алгоритма МГР на системном уровне смена фаз происходит с учетом параметров транспортных потоков, лент времени координируемых направлений и времени терпеливого ожидания всех участников движения. ТВП должно быть установлено в непосредственной близости к пешеходному переходу, должно быть хорошо видимым и сконструировано с использованием цветовых схем и геометрических размеров, обеспечивающих наибольшую эффективность восприятия пешеходами.

Табло пешеходного информирования (ТПИ) – предназначено для информирования пешеходов о продолжительности действия разрешающего либо запрещающего сигналов. Оно должно осуществлять смену символов по командам, поступающим от контроллера (на локальном уровне) и от системы (на системном уровне). ТПИ могут применяться со следующими пешеходными светофорами: П1 (I,II), П2(I,II), П.1.к(I,II).

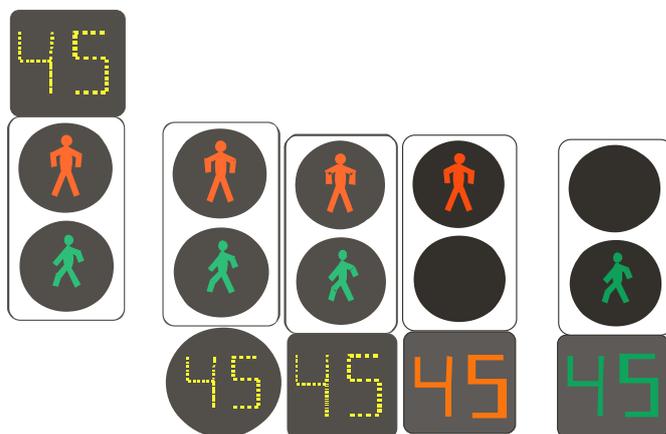


Рисунок 3 – Варианты конструктивного исполнения и размещения ТПИ
(на прямоугольной платформе под пешеходными секциями; на прямоугольной платформе над пешеходными секциями; на овальной платформе под пешеходными секциями)

Возможны следующие варианты конструктивного исполнения ТПИ:

1. ТПИ должен быть выполнен на платформе прямоугольной либо овальной формы, иметь темный фон и яркость цифр соответствующую нормативным параметрам по фотометрическим и колориметрическим характеристикам, габариты ТПИ рекомендованно не должны превышать габариты пешеходного светофора по ширине.
2. ТПИ может быть расположен как над пешеходным светофором, так и под ним (рис. 3).
3. Возможно использование цифр разного цвета в зависимости от действующего на текущий момент сигнала, т.е при горении красного отсчитываются цифры красного цвета, при горении зеленого – зеленые цифры.
4. Возможно использование одной секции пешеходного светофора совместно с ТПИ с различными цветовыми показателями, хотя это не предусмотрено существующими нормативами. Пешеходная секция меняет цвет в зависимости от разрешающего или запрещающего сигнала, а ТПИ в аналогичной цветовой гамме отсчитывает цифры (рис.4).



Рисунок 4 – Пример использования одной секции пешеходного светофора совместно с ТПИ

При реализации алгоритма *Вызывное регулирование с запросом от пешехода с изменением режима регулирования* на период нерегулируемого режима ТПИ находится в автономном режиме. При смене режима на регулируемый ТПИ производит обратный отсчет времени разрешающего сигнала для пешеходов. При реализации алгоритмов вызывного регулирования с запросом от пешехода, вызывного регулирования с оптимизацией системы вызовов, локального гибкого регулирования с учетом интервала в транспортном потоке, локального гибкого регулирования с учетом интенсивности транспортного потока, локального гибкого регулирования с учетом длины очереди, локального гибкого регулирования с учетом суммарных потерь транспортных потоков ТПИ показывает только обратный отсчет времени разрешающего сигнала для пешеходов, а на период запрещающего сигнала находится в автономном режиме.

При реализации алгоритмов локального жесткого режима, локального жесткого режима с модификацией переходного интервала, локального жесткого режима + ЖМ по часам суток, локального жесткого + ЖМ по часам суток и дням недели, локального многопрограммного режима с переключением по времени суток, локального многопрограммного режима

с переключением по времени суток и дням недели ТПИ показывает обратный отсчет времени запрещающего сигнала и после его смены обратный отсчет разрешающего сигнала.

Возможно использование мигание цифр на ТПИ при переходе с разрешающего на запрещающий сигнал в момент промежуточного интервала.

При реализации алгоритмов синхронизации на магистрали, синхронизации на магистрали с переключением по времени суток и дням недели, координации с переключением по времени суток и дням недели ТПИ показывает обратный отсчет времени запрещающего сигнала и после его смены обратный отсчет разрешающего сигнала.

При реализации алгоритмов координации с переключением по параметрам в характерных точках, координации с оптимизацией сдвигов, управления режимом движения, сетевой координации, управления режимом движения в районе, гибкого управления режимом движения в районе ТПИ показывает только обратный отсчет времени разрешающего сигнала для пешеходов, а на период запрещающего сигнала находится в автономном режиме (кроме алгоритмов сетевого управления по жестким ПК и алгоритма управления в районе при жесткой сетевой координации).

При реализации режима ЗУ на магистрали не рекомендовано использование ТПИ, но в случае использования возможны следующие варианты: переводить ТПИ в автономный режим с момента запроса режима ЗУ (недостатком является то, что пешеходы восприняли первоначальную информацию от ТПИ и далее воспримут работу ТПИ как неисправность, но будут рассчитывать при переходе на оставшееся время при последней фиксации на ТПИ), изменять информацию на ТПИ в соответствии с $T_{мин}$ пешеходной фазы, необходимой для отработки ЗУ с выделением изменившегося времени посредством мигания, повышенной яркостью или звуковым сигналом (недостатком является то, что пешеходы уже восприняли информацию о оставшемся времени и 40% пешеходов больше не смотрят на отсчитываемое время). Таким образом, использование ТПИ при реализации режимов ЗУ не рекомендуется. При реализации диспетчерского управления возможны те же варианты, что и с использованием режима ЗУ.

ТПИ рекомендуется устанавливать на участках улично-дорожной сети, на которых имеется повышенное нарушение пешеходами правил соблюдения сигналов светофора. На локальном уровне это может быть при низкой интенсивности транспорта, на системном – при использовании ленты координированного движения, при которой транспортные потоки движутся в «противофазах» цикла. Идеальным вариантом использования ТПИ является их использование при организации поэтапных переходов пешеходами проезжей части с целью информирования пешеходов об условиях движения через магистраль.

Выводы

При развитии или создании АСУ ДД необходимо четкое владение методиками не только технического исполнения средств системы, но и методиками их применения. Некоторые технические средства, которые применяются в городских автоматизированных системах, могут с успехом применяться в системах автоматизированного управления загородными автомагистралями.

Эффективность действия технологических алгоритмов АСУ ДД в значительной мере определяется вариантами размещения чувствительных элементов детекторов транспорта в зоне управления (контролируемом сечении). Рекомендации по размещению, приведенные ниже, ориентированы на использование детекторов транспорта, с чувствительным элементом в виде индуктивной рамки (ИР), установленной под дорожным полотном.

Однако, в современных АСУ ДД преимущественное распространение все же получили индуктивные (широко используются при реализации SCOOT, MOVA, в режиме поиска разрывов в потоке производства Siemens AG), радиолокационный (производство Канада и «Ольвия») и детекторы, обрабатывающие видеоинформацию. Правда, недостатком последних является их зависимость от погодных условий (загрязнение видеокамер).

Чувствительный элемент индуктивного детектора транспорта представляет собой одно- или многвитковую проводную рамку, заложенную в дорожное полотно. Укладка рамки детектора осуществляется в канавку, прорезанную в покрытии с помощью специальных фрез. Глубина заложения определяется технологией и изготовителем (в г. Минске рамки устраиваются на глубине не менее 10 см. со специальным прорезиненным слоем и дополнительными герметиками – изготовитель ОАО «БЕЛФОРТ–дорожные системы»). Размеры рамки в плане определяются назначением детектора и характером задач управления, для которых должна использоваться собираемая им информация. На каждое направление движения транспорта устанавливается, как правило, отдельная рамка. Определено, что установка рамки по центру полосы движения не гарантирует правильность фиксации информации – необходимо отступить от границ смежных полос до 40 см. Допускается ставить одну рамку на два соседних направления только в том случае, если они не допускают одновременного движения транспортных потоков в течение всего цикла (достаточно редкий случай). Если транзитное (прямое) движение осуществляется по нескольким полосам движения, то возможно устанавливать одну рамку в пределах этих полос (но желательно не более двух полос). На некоторых высоконагруженных магистральных улицах (например, на проспекте Независимости, г. Минск) дополнительно установлены видеокамеры, которые позволяют обнаруживать и фиксировать аварии, появление очередей и пр.

ЦУП – это командный пункт системы. В зависимости от количественных характеристик АСУ ДД, таких как число светофорных объектов, число магистралей и районов координации, набора реализуемых алгоритмов, определяются требования к комплексу технических средств для оснащения ЦУП и количеству автоматизированных рабочих мест (АРМ) для лиц оперативного персонала. ЦУП выполняет основные функции:

- приема, накопления и обработки информации, поступающей от периферийных средств АСУДД, о параметрах транспортных потоков, техническом состоянии периферийных средств системы и каналов связи (информация телеизмерения и телесигнализации);
- формирования и передачи командных воздействий на исполнительные устройства системы в соответствии с результатами решения задач на стратегическом и тактическом уровнях управления (информация телеуправления);
- хранения библиотеки программ координации;

- сбора, накопления и обработки статистических данных о времени работы системы, об отказах технических средств, о режимах работы, о смене планов координации и параметрах транспортных потоков;
- ведения журнала системы, в котором хранятся накапливаемые в течение суток данные об изменении состояния периферийного оборудования, об изменении режимов работы периферийного оборудования; об изменении режимов управления в секторах управления; о характеристиках транспортных потоков в оборудованных сечениях УДС; об эффективности управления в АСУДД;
- обеспечения отображения на индивидуальных и коллективном средствах отображения на фоне плана УДС или электронной карты информации о дислокации светофорных объектов, их техническом состоянии и режимах работы; обеспечения возможности вывода справок о работоспособности дорожных контроллеров за любой день, месяц, год (календарный и некалендарный) за несколько лет; обеспечения контроля возникновения предзаторовых и заторовых ситуаций; обеспечения возможности телевизионного контроля за движением в оборудованных точках УДС; обеспечения возможности общения операторов с вычислительным комплексом в диалоговом режиме с использованием системы меню; обеспечения формирования и отображения (по вызову) различных справок, в том числе и графических, необходимых для принятия качественных решений и многое другое.

По запросу оператора на средства отображения может быть выведена информация по отдельному светофорному объекту (план, фаза регулирования, позиция управляемого знака, исправность технических средств, режим работы, схема организации дорожного движения и др.).

В состав ЦУП входят несколько АРМ, которые обеспечивают контроль за состоянием периферийного оборудования и системы в целом, смену режимов управления; подготовку, формирование и корректировку информационной базы, графических изображений, контроль эффективности управления, анализ статистики параметров транспортных потоков и др.

Все АРМ функционируют в рамках локальной вычислительной сети, что позволяет распределять информационно-вычислительные ресурсы между всеми пользователями.

Для удобства пользователя в составе АРМ могут быть предусмотрены несколько мониторов, на которых одновременно может отображаться различная информация. Для этих же целей на АРМ вместо мониторов могут быть использованы профессиональные плазменные дисплейные панели (ПДП) различных изготовителей. Это цветные светоизлучающие дисплеи с ярким (до 1000 кд/м^2) и контрастным (3000:1) изображением.

Например, фирма Panasonic выпускает ПДП типа TH-SOPHW5 с размером экрана (диагональ) 127см (50") и следующими характеристиками изображения:

контрастность	3000:1;
яркость	500 кд/м^2 ;
разрешение	1366x768 пикс.

На этих дисплеях одновременно может отображаться текстовая, табличная и графическая информация, причем при необходимости на картографическом или другом фоне.

В г. Минске такие (или аналогичные) ПДП предлагает компания «ГринЛайн»^{тел/факс} 237 30 11, компания «BUTUZ»^{тел/факс} 211 60 20 и др.

При необходимости, могут быть предусмотрены 2 и более АРМ для инженеров по организации движения с разделением их деятельности по выделенным районам города.

Могут быть также предусмотрены АРМ для диспетчера по ремонту средств АСУДД, инженера по надежности, ответственного представителя ГАИ и др.

Обеспечивается возможность доступа к любому массиву информации в информационной базе (с учетом системы санкционированного доступа) с любого АРМ.

Специальное программное обеспечение ПТК ЦУП состоит из комплексов для:

- управляющего вычислительного комплекса;
- сервера интегрированной базы данных;
- АРМ1;
- АРМ2;
- контроллера зонального центра (КЗЦ).

КЗЦ предназначен для управления дорожным движением в выделенном районе УДС (зоне) и состоит из вычислительного модуля (процессора), адаптеров связи (до 8) и модуля электропитания.

КЗЦ обеспечивает прием от ДК информации телесигнализации, телеизмерений и контрольной информации; передачу информации телеуправления на ДК и обмен данными с УВК.

При выходе из строя УВК, управление ДК может осуществляться КЗЦ по планам координации (ПК), хранящимся в его базе данных.

Состав технических средств ЦУП

Программно-технический комплекс для оснащения ЦУП АСУДД состоит из:

- управляющего вычислительного комплекса;
- сервера;
- автоматизированных рабочих мест (АРМ);
- аппаратуры сопряжения с каналами связи;
- аппаратуры бесперебойного питания;
- аппаратуры грозозащиты;
- локальной вычислительной сети;
- коллективного средства отображения;

средств речевого информирования;

принтеров (в составе АРМ).

Аппаратура ПТК ЦУП

Управляющий вычислительный комплекс (УВК), сервер, автоматизированные рабочие места создаются на базе персональных ЭВМ типа Pentium 4 (CPU не менее 1700 MHz, монитор 17"-24").

В качестве локальной сети используется сеть Ethernet, принтеры в АРМ могут быть использованы типа HPLJ1100A, аппаратура бесперебойного питания типа UPS-1500, коллективное средство отображения информации может быть создано на базе проектора (например, SHARP-VR-520), позволяющего получить качественное изображение на большом экране (до 8 м по диагонали) и производить интеллектуальную обработку изображения. Для этих же целей могут использоваться плазменные дисплеи высокой четкости (например, фирмы Panasonic).

Аппаратура грозозащиты (УГЗ) для предохранения оборудования ЦУП от повреждения при попадании на проводные линии связи импульсов большой энергии может быть использована любого типа (например, УГЗ, изготавливаемое в НПО «Агат», г. Минск, т. ((017) 264 46 28).

Для питания программно-технического комплекса (ПТК) ЦУП необходим однофазный переменный ток, напряжением 220 ± 10 % и частотой 50 ± 1 Гц.

Электроснабжение должно обеспечивать круглосуточную бесперебойную работу ПТК ЦУП. Предпочтительно обеспечить питание ПТК ЦУП от двух самостоятельных фидеров, проведенных от разных трансформаторных подстанций.

Желательно, чтобы при пропадании напряжения от одного фидера автоматически осуществлялось переключение на питание от второго фидера.

Электроснабжение потребителей должно осуществляться через распределительный щит, который должен иметь достаточные средства защиты и контроля.

Непосредственное питание аппаратуры ПТК должно осуществляться через аппаратуру бесперебойного питания.

Помещение ЦУП, в котором устанавливается аппаратура, должно быть оснащено двумя самостоятельными контурами заземления (технологическим и защитным).

Защитное заземление предназначено для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током при аварийном попадании питающего напряжения на корпус оборудования.

Контур защитного заземления выполняется из плоской шины 30x4 мм.

Сечение провода, соединяющего корпус оборудования с контуром заземления, зависит от его длины (при длине 2 м сечение $\geq 1,5$ мм², при длине 10 м сечение ≥ 5 мм², при длине 25 м сечение ≥ 8 мм²).

К контуру защитного заземления не должно подключаться вспомогательное оборудование (кондиционер и т.п.).

Технологическое заземление выполняется в виде плоской медной шины сечением не менее 120 мм².

Подключение оборудования к защитному и технологическому заземлению производится по радиальной схеме. Максимальное значение переходных сопротивлений между корпусом аппаратуры и шиной заземления не должно превышать 4000 мкОм.

Контуры защитного и технологического заземления соединяются с нейтралью в силовом электрораспределительном устройстве. Они должны быть подключены к внешнему заземлителю.

Дорожный контроллер

Основным периферийным техническим средством АСУДД является дорожный контроллер (ДК). Его назначение – переключение светофорной сигнализации в соответствии с управляющими воздействиями системы.

Во многих странах собственные ДК и в настоящее время на рынке наблюдается большое их разнообразие.

Основные принципы построения ДК являются общими, но имеются отличия в объеме выполняемых функций, схемотехнических и конструктивных решениях.

Обобщенная схема ДК представлена на рис.4.1.

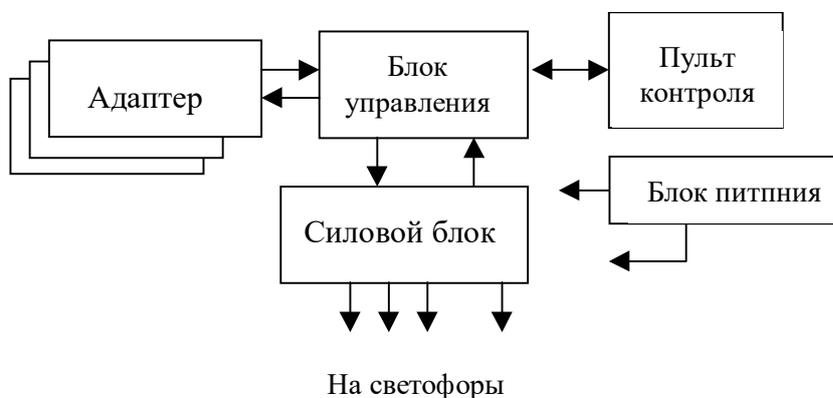


Рисунок 4.1 – Схема ДК

Переключение светофорных сигналов осуществляется силовым блоком, который может быть на 8, 16, 32 и более силовых цепей, каждая силовая цепь рассчитана на 4 лампы (светодиодные матрицы). Управляющие воздействия на силовой блок поступают из блока управления.

Набор адаптеров обеспечивает сопряжение ДК с различными каналами связи (ПКС, РК, КСС) и взаимодействие ДК с другими периферийными средствами (табло вызывное пешеходное – ТВП, выносной пульт управления – ВПУ, многопозиционный управляемый знак – УЗН,

детектор транспорта – ДТ, табло предварительного информирования – ТПИ, экологический датчик – ЭД и др.).

Основой блока управления ДК является процессор. В качестве процессора могут быть применены хорошо зарекомендовавшие себя на рынке процессорные платы Micro PC фирмы Octagon Systems. Это ряд малогабаритных встраиваемых ЭВМ большой производительности, предназначенных для работы в жестких условиях эксплуатации ($-60^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$; 5g при вибрации, 20g при ударе) с высокой надежностью (наработка на отказ ≥ 100.000 ч, гарантия 36 мес.) и малым энергопотреблением. Еще одно положительное качество Micro PC – совместимость с IBM PC, что значительно упрощает разработку программного обеспечения и его сопровождение в эксплуатации. Используются и другие схемотехнические решения создания процессора.

В конструктивном отношении контроллеры выполняются по модульному принципу, что позволяет иметь различные варианты поставки в зависимости от необходимости выполнения тех или иных функций. Обычно контроллер размещается в напольных металлических шкафах, устанавливаемых на фундаменте. Хотя есть контроллеры, которые имеют несколько вариантов крепления, в т.ч. на стене строения или на столбах.

Основные требования, предъявляемые к современному дорожному контроллеру

Дорожный контроллер предназначен для управления транспортными (в т.ч. трамвайными) и пешеходными светофорами как в составе АСУДД, так и в автономном режиме и должен обеспечивать:

управление ламповыми и светодиодными светофорами;

чередование светофорных сигналов в следующем порядке:

«красный» – «красный и желтый» (одновременное включение «красного» и «желтого» сигналов в течение 3 с непосредственно перед включением «зеленого» сигнала), «зеленый» – «зеленое мигание» – «желтый» – «красный» и т. д.;

непрерывную круглосуточную работу в диапазоне температур не менее $-40 \div +40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $95 \pm 3\%$ при температуре $+25^{\circ}\text{C}$;

независимое управление силовыми цепями (от 8 до 64);

автоматический переход в режим «желтое мигание» при перегорании любой лампы красного сигнала (определенного процента светодиодов);

автоматическое отключение светофоров при одновременном включении зеленых сигналов светофоров, разрешающих движение в конфликтных направлениях и при одновременном включении «красного» и «зеленого» сигналов в одном направлении (аварийный режим), а также при устойчивом сбое (отказе) функционирования;

гальваническую развязку цепей управления и контроля от силовых цепей;

наличие в памяти не менее 8 резервных программ работы;

автоматическое отключение светофоров при «уходе» напряжения сети из интервала 170-250В и автоматическое включение прерванного режима через промежуточную фазу («кругом красный») при восстановлении уровня напряжения сети;

автоматический переход в локальный режим при прекращении поступления сигналов управления из системы;

первичное включение светофоров через сигнал «кругом красный» длительностью 3-10с;

обмен информацией с ЦУП или себе подобными ДК по двухпроводной линии или по беспроводным каналам связи;

возможность независимой работы двух ДК при управлении ими по одной двухпроводной линии;

прием информации от детекторов транспорта;

автоматическое переключение режимов работы по времени суток с учетом дней недели и сезона (перевод в режим желтое мигание, отключение светофоров, включение любой резервной программы введенной в память контроллера предварительно и т.д.);

автоматическое реагирование на смену сезонного времени;

автоматический перевод ламповых светофоров в экономичный режим потребления энергии в темное время суток в заранее установленное время;

учет потребляемой электроэнергии;

передачу в ЦУП информации о режиме работы, о коротком замыкании, утечке тока в силовых цепях, о несанкционированном вскрытии дверей контроллера;

режим плавного зажигания ламп накаливания для увеличения их срока службы;

работу с ТВП, ВПУ, УЗН, ТПИ, ЭД;

до 8-ми фаз регулирования;

интервал изменения длительности:

- основных фаз от 1 до 99 с;
- промежуточных тактов от 3 до 20 с;

дискретность изменения временных интервалов – не более ± 1 с;

число миганий в минуту 60 ± 5 при длительности включенного состояния ламп в течение одного мигания – не менее 0,5с;

ввод и корректировку программ с помощью технологической ПЭВМ или специального переносного пульта;

ведение электронного журнала (время запусков, изменения режимов, появления неисправностей и т.п.);

сопряжение с переносным инженерным пультом.

Переносной инженерный пульт позволяет:

- тестирование для оперативного определения неисправного модуля (или узла);
- ввод (корректировку) программного обеспечения, таблиц настройки на конкретный СО;
- настройку внутреннего таймера;
- определение силовых цепей, в составе которых появились перегоревшие лампы светофоров;
- чтение электронного журнала.

Ряд разработчиков дорожных контроллеров предлагают потребителям компактные (не больше пульта управления бытовым видеомагнитофоном) пульта с индикаторной панелью и клавиатурой.

Эти пульта очень удобны не только на местах эксплуатации ДК, но и в процессе их отладки и регулировки.

На сегодняшний день, при модернизации АСУ дорожным движением используются два типа дорожных контроллеров: «БДКЛМ» и «ДУМКА». Оба этих контроллера, в основном, имеют схожие характеристики. Но контроллер «ДУМКА» не позволяет осуществлять управление детекторами транспорта (например, видеодетекторами, экологическими, дорожных условий), многопозиционными управляемыми дорожными знаками и знаками предписываемой скорости. Поэтому предпочтительным для использования является контроллер «БДКЛМ», который уже сейчас устанавливается с детекторами транспорта (по входам) и функционирует с многопозиционными знаками.

Для обмена информацией ЦУП АСУДД с ДК могут быть использованы проводные и беспроводные каналы связи. Обмен данными по проводным каналам связи обеспечивается специальными адаптерами или модемами проводной связи, которые в настоящее время создаются по новой технологии, реализованные алгоритмы обеспечивают требуемую помехоустойчивость.

В качестве проводных линий связи используется телефонные двухпроводные линии связи городской телефонной сети (ГТС) или специально проложенные кабели, а также могут быть использованы волоконно-оптические линии связи.

При прокладке специальных телефонных кабелей их электрические параметры должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к кабелям ГТС:

- сопротивление изоляции каждой жилы кабеля по отношению ко всем остальным жилам – не менее $2000^{MOM}/_{KM}$;
- сопротивление цепи – не более $190^{OM}/_{KM}$;
- емкость цепи – не более $0,05^{MKF}/_{KM}$;
- километрическое затухание кабельной цепи на частоте 800 Гц – не более $145^{MHeH}/_{KM}$.

Из всего многообразия модемов проводной связи заслуживают внимание для нужд АСУДД модуль передачи данных МПД-1,2 (ГНПО «Агат» г. Минск) и модем для промышленной автоматики «Атлантик-ТС» (фирма «Атлантик-ТС» г. Москва). скорость передачи данных – $9600^{\text{бит/сек}}$, дальность связи – 30-40 км.

МПД-1,2 обеспечивает работу по плохим каналам, имеет низкую стоимость (порядка 200 \$) и работает в сети. Модем фирмы «Атлантик-ТС» работу в сети не обеспечивает.

Там, где прокладка кабельных соединений является физически или экономически нецелесообразной используют беспроводные каналы связи.

Взаимодействие ПТК ЦУП АСУДД с ДК по беспроводным каналам связи может быть осуществлена с помощью:

сотовых средств радиосвязи стандартов GSM (Global System for mobile communication) и СДМА (Code Division Multiple Access), которые получили наибольшее распространение;

радиомодемов УКВ, ДЦВ – диапазонов;

широкополосных средств передачи (RadioEthernet);

радиостанций УКВ – диапазона.

При создании (модернизации) конкретной АСУДД выбору способа и средств взаимодействия ЦУП с периферийным оборудованием (ДК) должен предшествовать серьезный анализ всех обстоятельств в т.ч. экономические возможности, необходимость передачи видеoinформации, местоположения ЦУП в городе и т.д.

Существует множество радиостанций, которые по своим характеристикам могли бы удовлетворить требования работы в АСУДД. Например, радиостанция «Цифра» (УП «Лес», г. Барань, Республика Беларусь), «ВЭБР» (экспериментальное бюро радиосвязи г. Воронеж, РФ), Р-168-0,5У (Воронежский НИИ связи), «Заря» (ГРПЗ г. Рязань) и ряд других.

Однако, следует учитывать, что УКВ-связь имеет ограничения по дальности, и может потребовать наличие высокой антенны, т.е. необходимо учитывать наличие проблем такого рода, а также высокую стоимость хороших радиостанций и выделение рабочих частот для нужд АСУДД.

Радиомодемов УКВ ДЦВ диапазонов существует много. Можно использовать модемы известных фирм, такие как «DataRadio» (США), «Pacific Crest» (Канада) (скорость передачи данных $19200^{\text{Кбит/сек}}$).

Для возможности организации канала на базе сотовых средств радиосвязи стандарта GSM можно рассмотреть модемы «Nokia 30», «Wavcom Fastrack», скорость передачи данных $14400^{\text{бит/сек}}$ (GSM) и $53000^{\text{бит/сек}}$ (GPRS), «Siemens M20» и «Siemens TC35», скорость передачи данных $14400^{\text{бит/сек}}$. Стоимость этих модемов порядка 250 \$. Для стандарта СДМА имеется модуль передачи данных и голоса MobiLink (скорость передачи данных до $115200^{\text{бит/сек}}$). Стоимость этого модуля составляет порядка 400 \$.

Для использования широкополосных средств передачи (Ethernet) можно предложить оборудование фирмы «Orinoco» (скорость передачи до 11 Мбит/сек), стоимость оборудования для одного ДК, в этом случае, будет порядка 3000 \$.

Для передачи видеoinформации в наиболее приемлемом варианте ДК должен быть укомплектован видеомодемом и модемом GSM (например Wavecom). Стоимость видеомодема «Око» более 500\$, стоимость модема GSM порядка 250 \$. Видеомодем «Око» может одновременно работать с несколькими видеокамерами.

Примечание. Наличие технических средств, их стоимость освещены по состоянию на 2002 г.