

Е.Н. Кот

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ НА РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ

Светофорное регулирование является распространенным методом организации дорожного движения, применяемым для повышения пропускной способности улично-дорожной сети населенных пунктов в отдельных направлениях, а также для обеспечения безопасных перемещений различных категорий участников дорожного движения путем разделения транспортных (либо транспортных и пешеходных) потоков во времени.

На регулируемых перекрестках совершается примерно 20 % из всех дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с участием пешеходов. При этом на регулируемых участках преобладают ДТП с участием пешеходов, явившиеся следствием грубого нарушения требований Правил дорожного движения водителем или пешеходом (движение на запрещающий сигнал светофора). Однако на пересечениях улиц с большой шириной проезжей части нередко фиксируются т.н. «межфазные» конфликтные ситуации, связанные с недостаточной длительностью переходного интервала для пешеходов (промежутка времени, предназначенного для освобождения перехода перед началом движения конфликтующего транспортного потока). Поэтому совершенствование методов организации движения пешеходов на регулируемых участках улично-дорожной сети является актуальной задачей, особенно с учетом интенсивности пешеходных потоков на большинстве таких участков.

В целях повышения безопасности движения пешеходов на регулируемых переходах на основании результатов проведенных исследований при разработке

Государственного стандарта Республики Беларусь СТБ 1300-2002 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения» и Правил дорожного движения (ПДД) 2003 и 2006 гг. была откорректирована по сравнению с предыдущими версиями этих нормативных документов система сигналов пешеходных светофоров с учетом положений Конвенции о дорожных знаках и сигналах, а также правила поведения пешеходов на регулируемых переходах.

В ГОСТ 23457-86 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения», действовавшем на территории Республики Беларусь до 1.06.2002, мигающий сигнал пешеходных светофоров был предусмотрен как разрешающий движение пешеходов на переходах, через которые одновременно с пешеходами разрешалось движение транспортных средств, выполняющих на перекрестке правый и (или) левый поворот (т.н. «конфликтное» регулирование). Однако применение этого положения на практике выявило ряд недостатков:

- отказ большого количества пешеходов от движения через проезжую часть из-за непонимания значения мигающего сигнала, включившегося сразу после красного сигнала;
- невозможность обозначить для пешеходов переходной интервал, предназначенный для безопасного завершения перехода, и как следствие, повышение тяжести «межфазных» конфликтов.

Как следствие, рассмотренное положение ГОСТ 23457-86 в Республике Беларусь внедрялось с трудностями и было реализовано только на 173 пешеходных переходах в 4 городах Витебской области (Витебске, Орше, Новополоцке, Полоцке), что составило менее 7% от всех переходов на регулируемых пересечениях в населенных пунктах страны.

Для устранения указанных недостатков в СТБ 1300-2002 и ПДД Республики Беларусь 2003 и

2006 гг. предусмотрена усовершенствованная система сигналов пешеходных светофоров, включающая:

- разрешающий сигнал (зеленый немигающий силуэт пешехода);
- сигнал переходного периода (мигание сигнала пешеходного светофора);
- запрещающий (красный) сигнал.

В соответствии с п. 8.40 СТБ 1300-2002 мигающий сигнал пешеходного светофора должен обозначать период световорного цикла, предназначенный для завершения перехода проезжей части (переходной интервал для пешеходов). Согласно ПДД мигающий сигнал пешеходного светофора запрещает выход пешеходов на проезжую часть с тротуара (островок безопасности), но разрешает пешеходам, уже находящимся на ней, продолжить движение до ближайшего островка безопасности, а при его отсутствии - до противоположного края проезжей части, т.е. завершить переход. Т.о., мигающий сигнал пешеходного светофора определен в качестве основного сигнала, обозначающего переходной интервал для пешеходов.

Исследования поведения пешеходов, проведенные в нескольких странах с высоким уровнем автомобилизации (в основном в североамериканских государствах и в Австралии), выявили, что более понятным для пешеходов при обозначении переходного интервала является мигание запрещающего сигнала пешеходного светофора (красного или оранжевого). Примерно 40 % пешеходов правильно понимают значение такого сигнала. Однако Конвенцией о дорожных знаках и сигналах, к которой присоединились все государства Европы, такой сигнал в пешеходном светофоре не предусмотрен. Кроме того, технические возможности большинства дорожных контролеров, применяемых в Республике Беларусь в настоящее время, не позволяют реализовать красный мигающий сигнал в пешеходных светофорах. С учетом указанных

обстоятельств, а также невозможности резких изменений в системе сигналов пешеходных светофоров из-за консервативности сознания пешеходов, в ближайшие годы в качестве сигнала переходного периода для этой категории участников движения в Республике Беларусь принят зеленый мигающий сигнал пешеходного светофора (рис. 1).

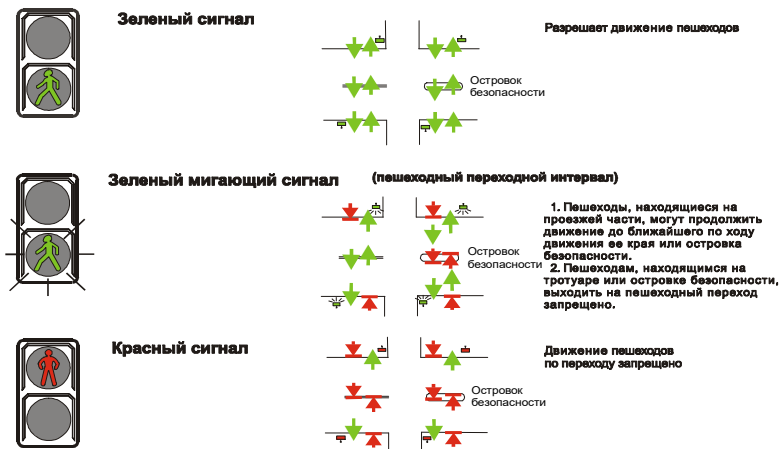


Рисунок 1 - Усовершенствованная система сигналов пешеходных светофоров

В связи с тем, что реализация новой системы сигналов требует определенного периода времени, а также постепенной замены дорожных контроллеров устаревших моделей (УК-2 и аналогичных), в СТБ 1300-2002 предусмотрена возможность обозначения завершающей части переходного интервала для пешеходов красным сигналом пешеходного светофора. С учетом этого обстоятельства в ПДД 2006 г. детально определен порядок поведения тех пешеходов на регулируемом переходе, которых красный сигнал застал на проезжей части.

На переходах без островков безопасности при включении красного сигнала пешеход должен продолжить движение в том же направлении и

завершить переход. На таких переходах пешеходам запрещено останавливаться, в том числе и на линии, разделяющей транспортные потоки противоположных направлений (условной или обозначенной горизонтальной дорожной разметкой).

На переходах с островками безопасности требования к поведению пешехода при включении красного сигнала зависят от того, где находится пешеход в момент появления сигнала. Если пешеход еще не дошел до островка безопасности, он должен продолжить движение в том же направлении до островка безопасности и остановиться на нем до включения сигнала, разрешающего движение. Если пешеход при включении красного сигнала находится на островке безопасности, он должен оставаться на нем до включения сигнала, разрешающего движение. Если пешеход при включении красного сигнала находится во второй стадии перехода после островка безопасности, он должен продолжить движение в том же направлении и завершить переход.

В ПДД 2006 г. определено, что островки безопасности предназначены для защиты пешеходов, остановившихся на них, и поэтому должны включать конструктивно выделенные защитные элементы (рефюжи). Островки безопасности, выделенные только горизонтальной дорожной разметкой, не обеспечивают реальной защиты пешеходов и, кроме того, в климатической зоне Республики Беларусь не могут быть обозначены в течение всего года. Поэтому применение таких островков безопасности разрешено по согласованию с Министром внутренних дел в особых случаях (на пешеходных переходах, расположенных в местах проведения массовых шествий, парадов и т.п.).

Указом Президента Республики Беларусь № 551, которым с 1.01.2006 введены новые Правила дорожного движения, среди других положений предусмотрена реализация мероприятий по оборудованию пешеходных переходов конструктивно выделенными островками

безопасности. Широкое применение этих технических средств организации дорожного движения позволит улучшить условия движения пешеходов, однако полная реализация намеченной программы требует длительного периода времени и существенных финансовых ресурсов для разработки проектно-сметной документации и строительных работ. Кроме того, на защитных элементах островков безопасности должны размещаться дорожные знаки и светофоры, к которым необходим подвод кабелей от дорожных контроллеров, и, соответственно, устройство кабельной канализации для них. Для сооружения канализации потребуются вскрытие проезжей части либо использование бестраншейных способов прокладки (т.н. "проколов"), что приведет к дополнительным финансовым затратам и увеличению сроков выполнения работ.

С учетом изложенного выше для повышения безопасности движения пешеходов на регулируемых переходах необходима реализация следующего комплекса мероприятий:

1. Сооружение (переустройство) островков безопасности и оборудование их необходимыми техническими средствами организации дорожного движения.

Совершенствование планировочных характеристик островков безопасности позволит сделать движение по переходу более удобным и уменьшить число пешеходов, пересекающих проезжую часть в запрещенных для этого местах. При этом пешеходную часть островка безопасности (место пересечения островка пешеходным переходом) для более удобного перемещения пешеходов, особенно инвалидов, следует устраивать приподнятой над проезжей частью на 0,05 м.

Размещение пешеходной части островка в одном уровне с проезжей частью имеет ряд недостатков: позволяет использовать ее в качестве места для

разворота транспортных средств (особенно на длинных перегонах улиц с разделительной полосой), ухудшает сток воды в период интенсивных осадков, а также затрудняет обнаружение островка пешеходами с ослабленным зрением. Размещение пешеходной части на разделительной полосе, выделенной бордюром стандартной высоты (0,15 м), затрудняет использование перехода инвалидами-колясочниками, а также пешеходами, везущими детские коляски, тележки, крупные вещи и т.п.

2. *Корректировка режимов работы пешеходных светофоров для обеспечения переходного интервала для пешеходов, обеспечивающий им возможность безопасно завершить переход.*

Длительность переходного интервала должна быть достаточной для того, чтобы пешеход, вступивший на проезжую часть в момент выключения разрешающего сигнала идвигающийся с обычной скоростью (1,25-1,4 м/с), имел возможность без конфликта с транспортными средствами дойти до островка безопасности, а при его отсутствии - до противоположного края проезжей части. На переходах через широкие (более 17-18 м) проезжие части улиц длительность переходного интервала для пешеходов может достигать 17-22 с. Именно на таких переходах, еще не оборудованных приподнятыми островками безопасности, необходима наиболее оперативная реализация нового режима работы пешеходных светофоров.

Завершающая часть переходного интервала для пешеходов может быть обозначена красным сигналом пешеходного светофора (такая схема регулирования в настоящее время широко применяется в г. Минске). Однако необходимо учитывать, что красный сигнал пешеходного светофора в конце переходного интервала ничем не отличается от красного запрещающего

сигнала. Поэтому длительность периода переходного интервала, обозначенного красным сигналом, не должна превышать 3-4 с (времени, достаточного для перехода пешеходами последней пересекаемой полосы движения транспорта). В транспортных светофорах конфликтующего направления в этот период, как правило, будет включаться красно-желтый сигнал.

Минимальная длительность разрешающего (зеленого немигающего) сигнала пешеходного светофора определяется с учетом времени реакции пешеходов, а также времени, необходимого для выхода на переход группы пешеходов, собравшейся на запрещающий сигнал светофора. Экспериментальными исследованиями движения пешеходов установлено, что для групп пешеходов численностью до 20 человек минимальная длительность разрешающего сигнала, обеспечивающего возможность выхода на переход всех пешеходов, составляет 5-7 с (рис.2).

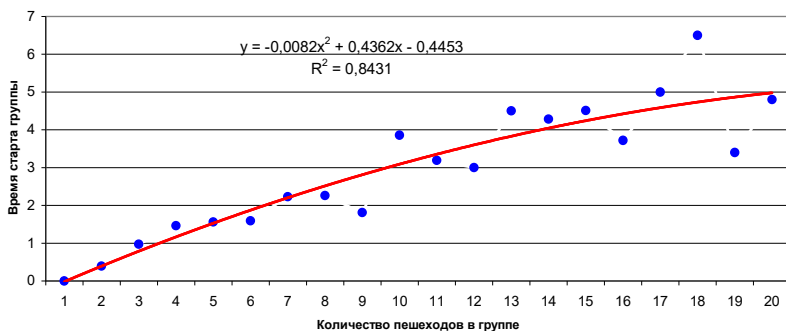


Рисунок 2 - Зависимость времени старта группы пешеходов от их количества в группе

Обеспечение полноценного переходного интервала для пешеходов позволит повысить безопасность их движения за счет уменьшения количества конфликтов пешеходов, завершающих переход, с транспортными средствами, начинающими движение. Дополнительным

преимуществом является повышение степени доверия пешеходов к сигналам светофоров, и, соответственно, уменьшение количества нарушений ими Правил дорожного движения. Кроме того, сокращение длительности промежутка времени, в течение которого пешеходам разрешается выходить на переход с тротуара или островка безопасности, позволяет уменьшить количество пешеходов, переходящих проезжую часть в одиночку, и суммарное время, занимаемое ими на переходе (рис.3). В результате уменьшаются длительность задержек и количество остановок правоповоротных и левоповоротных транспортных средств, что обеспечивает снижение экономических издержек движения и улучшение экологических показателей.

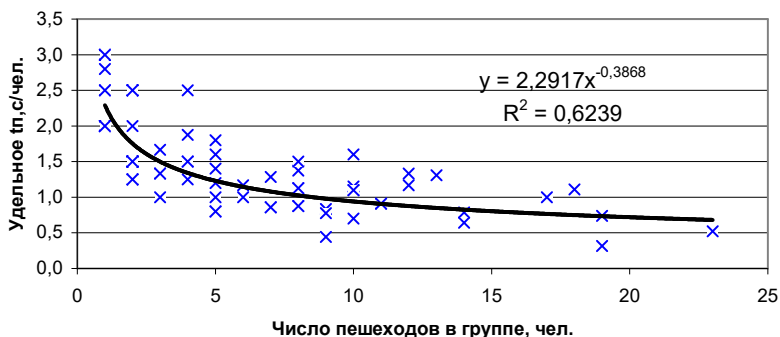


Рисунок 3 - Зависимость времени, занимаемого одним пешеходом на полосе движения транспорта, от числа пешеходов в группе

Уменьшение числа одиночных пешеходов на переходе приводит также к заметному снижению числа нарушений ПДД водителями поворотных транспортных средств (рис.4) и повышению безопасности движения пешеходов.

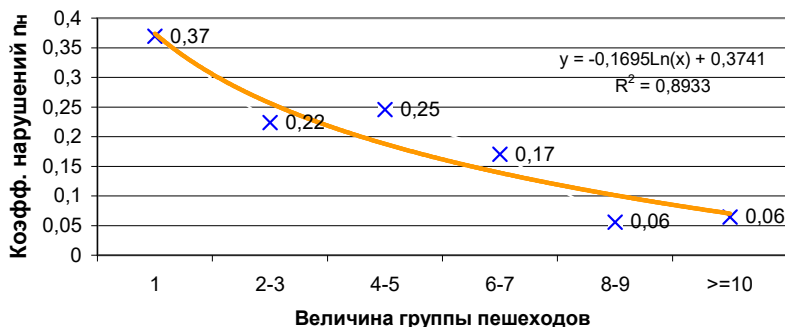


Рисунок 4 - Изменение доли водителей поворотных транспортных средств, не пропустивших пешеходов на выезде с перекрестка, от величины группы пешеходов, находящихся в конфликтной зоне

3. Разработка и применение на пешеходных переходах технических средств, информирующих пешеходов о времени, оставшемся до смены сигнала светофора.

Информирование пешеходов о времени, оставшемся до включения зеленого сигнала светофора, создает психологический эффект "течения времени" и способствует заметному снижению количества пешеходов, выходящих на проезжую часть при запрещающем сигнале светофора. В связи с переходом к усовершенствованной системе сигналов пешеходных светофоров, предусматривающей увеличение величины переходного интервала для пешеходов при уменьшении длительности зеленого немигающего сигнала, разрешающего выход на переход, актуальность применения таких технических средств возрастает. При их наличии величина т.н. "предела терпеливого ожидания" достигает значений, существенно превышающих обычные 30-40 с.

Информирование пешеходов о времени, оставшемся для безопасного завершения перехода, частично обеспечивает реализацию переходного интервала для

пешеходов, т.к. позволяет пешеходам оценить свои возможности для безопасного завершения перехода. На пешеходных переходах, оборудованных таймерами обратного отсчета (ТОО), уменьшается количество пешеходов, выходящих на проезжую часть в конце разрешающего сигнала. Однако индикация ТОО не является запрещающим сигналом, поэтому наибольшая эффективность при ограничении выхода пешеходов обеспечивается при совместном включении зеленого мигающего сигнала пешеходного светофора с началом индикации на ТОО времени, оставшегося до безопасного завершения перехода. Совместное применение этих сигналов будет способствовать лучшему пониманию пешеходами их значения и более быстрому их привыканию к усовершенствованной системе сигналов пешеходных светофоров.

4. Применение на пешеходных переходах светофоров, информирующих пешеходов о "конфликтном" режиме движения

Информирование пешеходов о том, что при разрешенном для них движении по переходу разрешается также поворотное движение направо или налево с параллельной проезжей части, было признано полезным 69% пешеходов, которые участвовали в специальном социологическом опросе, проводившимся кафедрой "Организация автомобильных перевозок и дорожного движения" Белорусского национального технического университета (БНТУ). Такое информирование было предусмотрено в ГОСТ 23457-86, однако способ его реализации оказался неудачным, о чем уже упоминалось выше. По предварительной оценке, на 75-80% пешеходных переходов в Республике Беларусь организован "конфликтный" режим движения пешеходов.

В БНТУ был разработан новый вариант пешеходного светофора, предназначенного для обозначения "конфликтного" режима движения и включающего дополнительный сигнал в виде кольца желтого цвета,

размещенного по периметру разрешающего сигнала (рис.5,б).

После экспериментальной эксплуатации разработанный вариант, получивший обозначение П.1.к, был включен в СТБ 1300-2002 и в ПДД Республики Беларусь 2003 г. В настоящее время налажено изготовление новых светофоров и начаты работы по их установке на регулируемых перекрестках. В пешеходных светофорах новой конструкции предусмотрена возможность отдельного управления сигналом желтого цвета, позволяющая реализовать специальный режим работы этого сигнала (например, мигающий режим, не полностью совпадающий по длительности с зеленым сигналом). Однако при установке нового светофора на существующих светофорных объектах, на которых нет свободных жил в контрольных кабелях, управляющая цепь желтого кольца может соединяться с цепью зеленого сигнала.

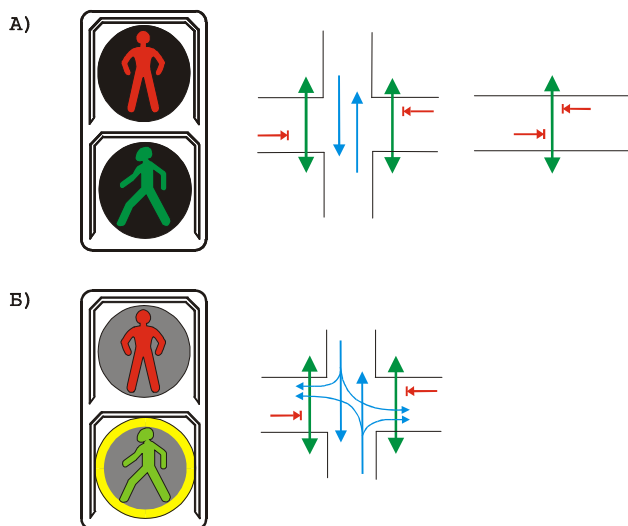


Рисунок 5 - Варианты пешеходных светофоров:
а) для бесконфликтного регулирования;
б) для "конфликтного" регулирования

5. Применение на регулируемых перекрестках схем организации движения правоповоротных транспортных средств с переменным приоритетом

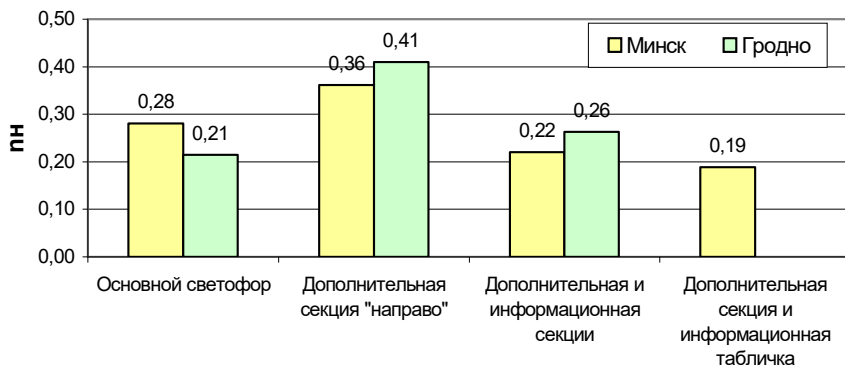
На пересечениях улично-дорожной сети полная ликвидация всех конфликтных точек требует применения сложных схем регулирования и приводит к резкому сокращению пропускной способности узлового пункта. Поэтому некоторые (менее опасные) конфликтные точки на пересечениях во многих случаях признаются допустимыми и сохраняются. К этой группе, как правило, относятся и конфликтные точки при взаимодействии транспортных потоков, выполняющих на перекрестках правый или левый повороты, с пешеходами, переходящими проезжую часть, на которую выполняется поворот. Особенностью таких конфликтов является однозначное предоставление Правилами дорожного движения (ПДД) преимущества незащищенным участникам движения - пешеходам, но использовать это преимущество им следует с осторожностью, так как невыполнение водителями требований ПДД наносит наибольший ущерб именно пешеходам. ДТП с участием поворотных транспортных средств составляют 8-10 % из всех наездов на пешеходов на регулируемых перекрестках, или 1-1,5 % от общего числа ДТП с пешеходами в городах.

Движение направо или налево может регулироваться либо сигналами основного светофора, либо сигналом дополнительной секции. В соответствии с ПДД Республики Беларусь, "при движении по сигналу стрелки, включенной в дополнительной секции светофора одновременно с желтым или красным сигналом, водитель должен уступить дорогу транспортным средствам, движущихся с других направлений". С учетом этого пункта Правил движение по сигналу стрелки, включенной одновременно с зеленым сигналом светофора, воспринимается большинством водителей как бесконфликтное, особенно

с учетом практически повсеместной в Республике Беларусь организации движения левоповоротных транспортных потоков по сигналу дополнительной секции именно как движения без конфликта с другими транспортными потоками. За последние годы проведена работа по изменению схем организации светофорного регулирования для устранения имевшихся конфликтов левоповоротных потоков, движущихся по сигналу дополнительной секции светофора, с пешеходами.

Однако при движении направо полное разделение во времени поворотного транспортного потока с пешеходами приводит в большинстве случаев к неоправданному снижению пропускной способности правоповоротных направлений, увеличению экономических и экологических потерь в дорожном движении, а также к росту числа нарушений пешеходами из-за увеличения времени ожидания разрешающего сигнала. В то же время разрешение движения направо по сигналу дополнительной секции одновременно с пешеходами, переходящими проезжую часть, на которую выполняется поворот, приводит к увеличению доли водителей, нарушивших требования ПДД и не уступивших дорогу пешеходам. Изменение поведения водителей было подтверждено путем экспериментальных исследований конфликтных ситуаций, в результате которых установлено, что при повороте направо по сигналу основного светофора доля водителей-нарушителей составляет 21..28%, а при движении направо по сигналу дополнительной секции светофора достигает 36...41% (рис.6).

Для ике Беларусь разработана схема организации движен устранения указанных противоречий в Республия правоповоротных потоков на регулируемых перекрестках с переменным приоритетом. Схемой предусматриваются два периода разрешенного движения направо в течение цикла светофорного регулирования. В одном из периодов движение выполняется без взаимодействия с пешеходами



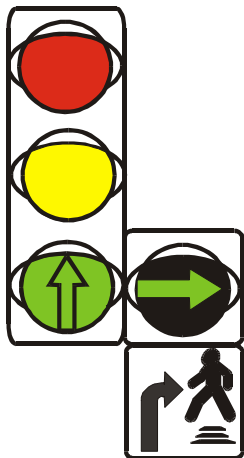
Сигнал, регулирующий движение направо

Рисунок 6 - Влияние сигнала, регулирующего правоповоротное движение, на долю водителей, не уступивших дорогу пешеходам (η_H)

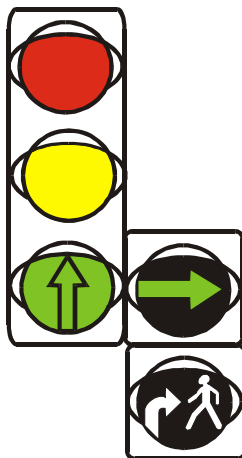
("бесконфликтный период"), в другом - одновременно с пешеходами, переходящими проезжую часть, на которую поворачивает транспортное средство ("конфликтный" период). Схема может применяться для организации взаимодействия правоповоротных потоков не только с пешеходами, но и с другими участниками движения, движущимися в параллельном направлении справа от проезжей части (велосипедистами на велодорожке, трамваями на обособленном полотне).

Для реализации таких схем при разработке Государственного стандарта Республики Беларусь СТБ 1300-2002 "Технические средства организации дорожного движения. Правила применения" создана система технических средств, включающая информационные секции трех модификаций и их упрощенный вариант - информационные таблички (рис.7).

А)



Б)



*Рисунок 7 - Светофоры Т.1.п с дополнительными техническими средствами для водителей правоповоротных транспортных средств:
 а) с информационной табличкой ИТ.1.п;
 б) с информационной секцией ИС.1.п.*

Для обозначения конфликтного периода при взаимодействии правоповоротных транспортных и пешеходных потоков базовым техническим средством является информационная секция ИС.1.п с белолунными символами правоповоротной стрелки и пешехода на черном фоне. Конструктивно информационная секция аналогична дополнительной секции светофора и устанавливается под ней. Режим работы секции - мигающий с частотой 60 миганий в минуту. Сигнал информационной секции должен работать в период светофорного цикла, в котором предусмотрен конфликтный режим движения правоповоротного потока с пешеходами. При экспериментальных исследованиях конфликтных ситуаций установлено, что наиболее опасные ситуации происходят при переходе от бесконфликтного периода регулирования к конфликтному. Такие переходы

возможны, если схемой регулирования на перекрестке предусмотрено включение сигнала правой дополнительной секции раньше по сравнению с моментом разрешения движения пешеходов. Наличие информационной секции позволяет своевременно предупредить водителей правоповоротных транспортных средств о том, что начинается период светофорного цикла, в котором будет разрешено движение пешеходов через проезжую часть, на которую поворачивает водитель. В результате уменьшается количество конфликтных ситуаций и степень их опасности, что подтверждено экспериментальными исследованиями.

При схемах светофорного регулирования, в которых предусмотрено одновременное начало движения пешеходов и правоповоротных транспортных средств, а бесконфликтное движение направо разрешается после конфликтного периода, вместо информационной секции допускается применять информационную табличку с символами черного цвета на белом фоне. Табличка значительно дешевле информационной секции, не требует подключения к дорожному контроллеру и обслуживания источника света. Однако она не обозначает конкретный период светофорного цикла, в котором происходит "конфликтное" движение, и не может выдавать предупреждающий сигнал о начале конфликтного периода.

Разработанная система регулирования правоповоротного движения к началу 2006 г. реализована на 70 пешеходных переходах, расположенных на регулируемых перекрестках в 4 городах Республики Беларусь. Применение схем регулирования правоповоротного движения с переменным приоритетом уже обеспечивает снижение экономических издержек движения на этих перекрестках более чем на 500 млн. белорусских рублей (250 тыс. долл. США) за год. При этом на переходах с новыми схемами регулирования за длительный период

наблюдений (с 1991 г., когда такие схемы начали применяться в экспериментальном порядке), зафиксировано только одно дорожно-транспортное происшествие с участием пешехода и правоповоротного транспортного средства.

5. Разработка и реализация программы информационных мероприятий, разъясняющих пешеходам правила их поведения на пешеходных переходах

Повышение безопасности движения пешеходов на регулируемых переходах путем совершенствования их инженерного оборудования и режимов работы светофорной сигнализации может быть достигнуто только в комплексе с проведением информационных мероприятий, разъясняющих пешеходам правила их поведения на пешеходных переходах. При этом основное внимание следует уделить детальному разъяснению правил поведения пешеходов на проезжей части улиц и дорог, в первую очередь в крупных населенных пунктах, в которых концентрируются и транспортные, и пешеходные потоки. На регулируемых перекрестках, где пешеходам предоставлено преимущество перед транспортными средствами, выполняющими правый или левый поворот, четкое выполнение пешеходами требований сигналов пешеходных светофоров будет способствовать не только повышению их собственной безопасности, но и росту пропускной способности перекрестков со снижением издержек движения различных видов.

Выводы

Для систематизации требований к конструкциям и характеристикам дорожных светофоров в настоящее время в Республике Беларусь разрабатывается проект технического регламента "Светофоры дорожные. Типы. Основные параметры", который будет введен на

территории Республики Беларусь вместо ГОСТ 25695-91. В новом нормативном документе будут отражены технические решения, разработанные и реализованные за последние 15 лет.

Для систематизации правил применения светофорного регулирования на пешеходных переходах и детализации положений новых нормативных документов, вступивших в действие в 2002 - 2006 гг., ведется подготовка "Методических указаний по регулированию пешеходного движения в Республике Беларусь". В дальнейшем указанный документ может быть включен в качестве раздела в "Руководство по регулированию дорожного движения в Республике Беларусь", необходимость которого отмечается всеми специалистами по организации дорожного движения страны.