

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРОДСКИХ
ПЕРЕСЕЧЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ УЛИЦ
БАЙТИК БААТЫРА – И. АХУНБАЕВА**

Стасенко Л.Н., Сурапов А.К., Куланбаев Т.Б.

КГУСТА им. Н.Исанова, Бишкек, Кыргызстан, [anarkul odd @ mail.ru](mailto:anarkulodd@mail.ru)

***Аннотация:** Рассматриваются условия движения на пересечении улиц Байтик баатыра – И. Ахунбаева. Предлагается один из вариантов повышения пропускной способности пересечения и снижения уровня аварийности на нем.*

***Ключевые слова:** транспортные средства, улично-дорожной сети, полосы движения.*

**INCREASE OF CARRYING CAPACITY OF THE MUNICIPAL
CROSSING ON THE EXAMPLE OF CROSSING OF STREETS
OF «BAITIC BAATYR – I. AHUNBAEVA»**

Stasenko L.N., Shurupov A.K., Kulanbayev T.B.

Kyrgyz state University of construction, transport and architecture, Bishkek, Kyrgyzstan

***Annotation:** The terms of motion are examined on crossing of streets of «Baitic baatyr – I. Ahunbaeva». One of variants of increase of carrying capacity of crossing and decline of level of accident rate is offered on him.*

***Key words:** vehicles, road networks, lanes.*

Одна из наиболее острых задач городского движения в настоящее время — обеспечение пропускной способности улично-дорожной сети, особенно магистральных улиц. Пропускная способность улицы по своей сути является показателем обслуживания транспортного потока. К условиям, оказывающим существенное влияние на пропускную способность полосы движения, относятся: число полос движения; интенсивность маневрирования транспортных средств с одной полосы движения на другую в целях изменения направления движения или остановки; система организации движения; тип и количество технических средств регулирования дорожного движения; состав и интенсивность транспортного потока; скорость движения транспортных средств; состояние покрытия; частота расположения транспортных узлов.

В реальных условиях пропускную способность улицы определяет наименьшая пропускная способность одного из ее участков или сечений и в частности регулируемых пересечений в одном уровне. Пропускная способность регулируемого перекрестка в сечении «стоп-линия» зависит от числа полос движения, размеров левоповорачивающих потоков, числа фаз в цикле и схемы организации поворотных маневров. Максимальное число автомобилей, которое может пройти по полосе движения за один цикл при заданной длительности зеленого сигнала, зависит от состава потока, скорости прохождения перекрестка, интервалов между автомобилями и интенсивности пешеходного движения. Решающим является отношение продолжительности зеленой фазы к длительности цикла регулирования, которое определяет величину пропускной способности проезжей части в сечении линии «стоп». При определении пропускной

способности полосы проезжей части в сечении линии «Стоп» принимают два допущения: 1) все автомобили, проходящие через рассматриваемый перекресток, могут задерживаться перед светофором; 2) все автомобили после включения зеленого сигнала проходят перекресток с одинаковой скоростью и равными интервалами времени. Рассмотрим условия движения на пересечении магистральных улиц И.Ахунбаева – Байтик баатыра. Это пересечение четырехстороннее, улицы пересекаются под прямым углом. Суммарная интенсивность движения транспорта на пересекающихся улицах в дневное время превышает 5000авт/час. Ширина проезжей части улицы Байтик баатыра 15 метров, по две полосы движения в каждом направлении. На выходе с пересечения в сечении «стоп» три полосы - применена схема несимметричного пересечения. Полосы на подходах к перекрестку специализированы - левая полоса предназначена для движения только налево, средняя - прямо, крайняя правая – прямо и направо. С южной стороны пересечения с обеих сторон проезжей части имеются переходно-скоростные полосы, в виде карманов. На северной стороне уширение есть только на входе – на остановке общественного транспорта. Для повышения пропускной способности пересечения желательно устройство кармана на выходе с пересечения – на западной стороне улицы. Ширина проезжей части улицы И.Ахунбаева на западной стороне пересечения 21 метр – по три полосы движения в каждом направлении. На восточной стороне пересечения ширина проезжей части по улице И.Ахунбаева уменьшается до 15 метров, по две полосы движения в каждом направлении. Левый поворот в направлении ЗС осуществляется по двум полосам движения. Для правоповоротного движения ЗЮ, ВС, на пересечении предусмотрено уширение проезжей части – карманы. Наблюдения за условиями движения на пересечении показали, что наиболее сложное положение с пропуском потоков транспорта создается на выходе с северной и западной сторон пересечения, где образуются значительные очереди автомобилей, ожидающих возможности проезда через перекресток. В этих же направлениях отмечается и особенно интенсивное движение пешеходов. Анализ приведенной интенсивности движения на пересечении говорит о том, что количество автомобилей, совершающих маневр левого поворота, на пересечении превышает 20%. На пересечении необходим бесконфликтный пропуск левоповоротных потоков ЮЗ, СВ, ЗС. Необходим бесконфликтный пропуск и пешеходных потоков, интенсивность которых тоже значительна. В настоящее время на пересечении применено четырехфазное светофорное регулирование движения транспортных и пешеходных потоков, число возможных конфликтов между транспортными средствами сведено к минимуму. Для каждого направления движения транспорта – СЮ; ЮС; ВЗ, ЗВ выделено по одной фазе (рис. 1).

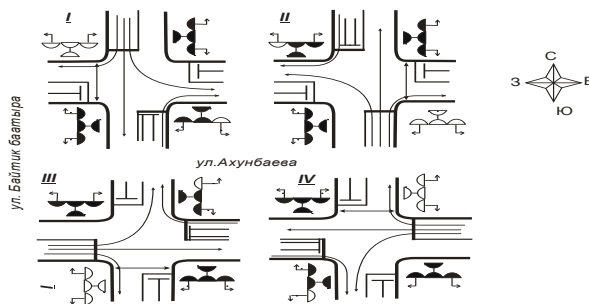


Рис.1. Существующий пофазный разъезд транспортных средств

При данной системе организации движения пешеходы, переходят проезжую часть хаотично. Так в первой фазе регулирования пешеходы движутся не только по разрешенным направлениям АВ и ВА, но и в запрещенных направлениях СВ и DA (рис. 4, 6). Аналогичная картина наблюдается и в других фазах: как только прекращается движение по ближайшей полосе, пешеходы начинают переходить проезжую часть, не обращая внимания на интенсивное движение транспорта в противоположном направлении, чем создают аварийные ситуации и задерживают потоки транспорта. В период с 9–00 по 18–00 в напряженных направлениях (с северной и западной сторон пересечения) скапливаются очереди автомобилей.



Рис.2. Очереди автомобилей с северной стороны пересечения

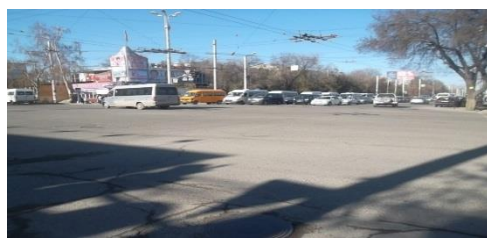


Рис.3. Очереди автомобилей на западной стороне пересечения



Рис.4. Пешеходы переходят проезжую часть на запрещающий сигнал светофора



Рис.5. Очереди автомобилей на южной стороне пересечения

Представляется вполне обоснованным считать, что пропускная способность регулируемого перекрестка исчерпана в случае такой интенсивности движения, при которой хотя бы один автомобиль, прибывший к перекрестку во время горения запрещающего движения сигнала, не успел проехать перекресток за все последующее время разрешающего движение сигнала.

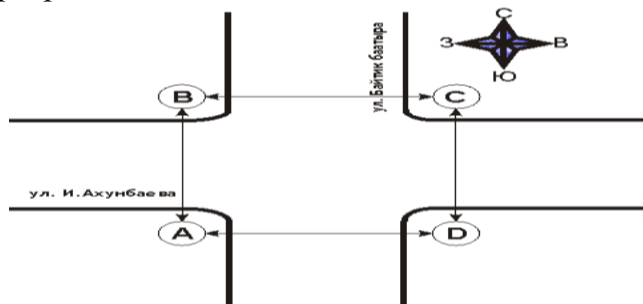


Рис. 6. Схема пересечения ул. Байтик баатыра и ул. И.Ахунбаева

Для повышения пропускной способности данного пересечения и снижения уровня аварийности на нем, можно предложить проведение следующих мероприятий: *пропуск транспортных средств, движущихся по улице Байтик баатыра в западном направлении (СЗ), по улицам К.Джантошева и К.Тыныстанова, что позволит значительно сократить интенсивность правоповоротных потоков на пересечении Байтик баатыра – И.Ахунбаева.*

Суммарная интенсивность транспорта на пересечении И.Ахунбаева – К.Тыныстанова при этом остается неизменной, увеличивается лишь число автомобилей, совершающих маневр «правый поворот». Для реализации данного предложения необходима установка информационно-указательного знака направление движения по полосам перед пересечением улиц Байтик батыра – К.Джантошева (направление движения север-юг) (рис.7) и ремонт и уширение проезжей части на улицах К.Джантошева и К.Тыныстанова. Протяженность предполагаемого участка ремонта – 500-600 метров.



Рис 7. Предлагаемые направления движения транспорта на пересечении улиц Байтик баатыра и К.Джантошева

Устройство кармана (переходно-скоростной полосы, шириной 2,5 метра, длиной 60 м) по улице Байтик баатыра в направлении движения транспорта север – юг, что позволит увеличить ширину проезжей части в сечении стоп. Между тротуаром и проезжей частью в этом случае остается разделительная полоса с зелеными насаждениями шириной 0,65 м – 0,8 м. Для этой же цели предлагается смещение осевой линии в сечении стоп на 0,5 м влево на северной и западной сторонах пересечения улиц Байтик батыра – И.Ахунбаева (рис. 8).



Рис.8. Предлагаемая схема организации движения на пересечении улиц И.Ахунбаева – Байтик баатыра

Изменение режима светофорного регулирования на пересечении для уменьшения конфликтов между транспортными и пешеходными потоками (рис. 9).

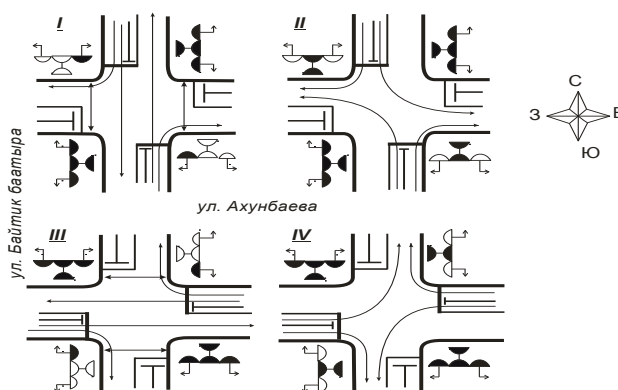


Рис.9. Предлагаемый пофазный разъезд транспортных средств на пересечении улиц И.Ахунбаева – Байтик баатыра

При расчете режима светофорного регулирования применяем метод, где определение длительности цикла и основных тактов регулирования основано на сопоставлении фактической интенсивности движения на подходах к перекрестку и пропускной способности этих подходов. Поэтому эти параметры рассматриваем в качестве основных исходных данных расчета. Как интенсивность, так и потоки насыщения рассматриваются для каждого направления движения данной фазы. Поток насыщения рассчитываем по эмпирической формуле, которая связывает этот показатель с шириной проезжей части, используемой для движения транспортных средств в данном направлении рассматриваемой фазы регулирования:

$$M_{nij\text{прямо}} = 525V_{пч} \quad (1)$$

где $M_{nij\text{прямо}}$ - поток насыщения, ед/ч;

$V_{пч}$ – ширина проезжей части в направлении данной фазы, м.

Так как интенсивность правоповоротных потоков транспортных средств более 10 % от общей интенсивности движения, величину потока насыщения

корректируем по формуле:

$$M_{nij} = M_{nij\text{прямо}} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c} \quad (2)$$

где a, b, c – интенсивность движения транспортных средств соответственно прямо, налево и направо в процентах от общей интенсивности в рассматриваемом направлении данной фазы регулирования.

Необходимость коррекции связана с уменьшением потока насыщения, так как автомобили, поворачивающие направо из общей полосы движения, задерживают основной поток прямого направления. Для право и левоповоротных потоков, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения M_{nij} определяется в зависимости от радиуса поворота R : для одностороннего движения

$$M_{ij\text{на}} = \frac{1800}{1 + 1,525/R}, \quad (3)$$

для двухстороннего движения

$$M_{ij\text{на}} = \frac{3000}{1 + 1,525/R}. \quad (4)$$

Радиус поворота R определяем по плану перекрестка, $R=15\text{м}$.

Фазовые коэффициенты определяем для каждого из направлений движения на перекрестке в данной фазе регулирования

$$y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{H_{ij}}} \quad (5)$$

где y_{ij} - фазовый коэффициент конкретного направления;

N_{ij} - интенсивность движения в данном направлении данной фазы регулирования, ед/ч;

$M_{H_{ij}}$ - поток насыщения в направлении данной фазы регулирования, ед/ч.

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент

y_{ij} , принимается наибольшее значение y_{ij} в данной фазе.

Таким образом, параметры потоков насыщения на пересечении имеют следующие значения: **1 фаза**

Ю-С

Поток насыщения при движении транспорта по двум полосам шириной 3,5 метра равен:

$$M_{юс} = 525 \cdot 7 = 3675 (\text{ед/час})$$

Учитывая, что величина правоповоротного потока составляет 9%, от общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении данной фазы, корректировку потока насыщения не выполняем. Фазовый коэффициент для прямого направления равен:

$$\gamma_{\text{прямо}} = 825/3675 = 0,22$$

С-Ю Поток насыщения составляет

$$M_{сю} = 525 \cdot 9 = 4725 (\text{ед/час})$$

Правоповоротный поток автомобилей составляет 36%, необходима корректировка потока насыщения.

$$M_{сю} = 4725 \cdot 100 / (64 + 1,25 \cdot 36) = 4334 (\text{ед/час})$$

Фазовый коэффициент для прямого направления равен:

$$\gamma_{\text{прямо}} = 851/4334 = 0,20$$

2 фаза Пропускаются левоповоротные потоки, поток насыщения равен:

С – В

$$M_{св} = 1800 / (1 + 1,525/15) = 1636 (\text{ед/час})$$

$$\gamma_{\text{л}} = 351/1636 = 0,21$$

Ю – З

$$\gamma_{\text{л}} = 319/1636 = 0,19$$

3 фаза

З-В

$$M_{зв} = 525 \cdot 7 = 3675 (\text{ед/час})$$

Правоповоротный поток автомобилей движется по отдельной полосе, корректировку не выполняем

$$\gamma_{\text{прямо}} = 826/3675 = 0,22$$

В - З

$$M_{вз} = 525 \cdot 7,5 = 3938 (\text{ед/час})$$

$$M_{вз} = 3938 \cdot 100 / (78 + 1,25 \cdot 22) = 3750 (\text{ед/час})$$

$$\gamma_{\text{прямо}} = 774/3750 = 0,20$$

4 фаза

Пропускаются левоповоротные потоки по двум полосам движения, поток насыщения равен:

З – С

$$M_{лп} = 3000 / (1 + 1,525/15) = 2727 (\text{ед/час})$$

$$\gamma_{\text{л}} = 363/2727 = 0,13$$

В – Ю

$$M_{вю} = 1800 / (1 + 1,525/15) = 1636 (\text{ед/час})$$

$$\gamma_{\text{л}} = 106/1636 = 0,06$$

Сумма максимальных фазовых коэффициентов составляет

$$Y = 0,22 + 0,21 + 0,22 + 0,13 = 0,78$$

Для сокращения потеряннного времени принимаем длительность промежуточного такта равным $t_n = 3$ с.

$$4 \geq t_{\text{жс}} \geq 3[2]$$

Случайному прибытию транспортных средств соответствует формула цикла

$$T_{\text{ц}} = (1,5T_n + 5) / (1 - Y) \quad (6)$$

где T_n - сумма промежуточных тактов;

Y - сумма фазовых коэффициентов

Рассчитываем цикл и основные такты регулирования:

$$T_u = (1,5 \cdot 12 + 5) / (1 - 0,78) = 104;$$
$$t_{0i} = (T_u - T_n) \gamma / Y \quad (7)$$

где T_n – сумма промежуточных тактов

Y – сумма максимальных фазовых коэффициентов $Y = 0,78$

$$t_{01} = (104 - 12) \cdot 0,22 / 0,78 = 26 \text{ с};$$

$$t_{02} = (104 - 12) \cdot 0,21 / 0,78 = 24 \text{ с};$$

$$t_{03} = (104 - 12) \cdot 0,22 / 0,78 = 26 \text{ с}$$

$$t_{04} = (104 - 12) \cdot 0,13 / 0,78 = 16$$

Структура цикла регулирования может быть представлена следующим образом: $104 = 26 + 3 + 24 + 3 + 26 + 3 + 16 + 3$

Согласно проведенному расчету, промежуток времени, который требуется для перехода пешеходами проезжей части меньше продолжительности основного такта в первой и третьей фазах, когда предполагается пропуск пешеходных потоков. В настоящее время продолжительность цикла регулирования на пересечении составляет 114 секунд. Потерянное время при движении транспорта по улице Байтик баатыра составляет 87 секунд, фазовый коэффициент равен $t_3/T_{\text{ц}} = 27/114 = 0,24$. Потерянное время при движении транспорта по улице И.Ахунбаева составляет 92 секунды, фазовый коэффициент равен $t_3/T_{\text{ц}} = 22/114 = 0,19$.

При предлагаемом режиме регулирования время цикла сокращается на 10 секунд. Потерянное время при движении транспорта по улице Байтик баатыра в прямом направлении составляет 78 секунд, фазовый коэффициент равен $t_3/T_{\text{ц}} = 26/104 = 0,25$. Потерянное время при движении транспорта в прямом направлении по улице И.Ахунбаева так же составляет 78 секунд, фазовый коэффициент равен $t_3/T_{\text{ц}} = 26/104 = 0,25$.

Левоповоротное движение на пересечении осуществляется без помех. Правоповоротное движение транспорта возможно при горении зеленого сигнала для прямого и левопоротного движения на каждой из пересекающихся улиц.

Исходя из рассмотренных условий движения на рассматриваемом пересечении улиц Байтик батыра и И.Ахунбаева, можно сделать следующие выводы:

- Суммарная интенсивность движения транспорта на пересечениях магистральных улиц города в дневное время близка пропускной способности пересечений. Повысить пропускную способность регулируемых пересечений возможно посредством устройства карманов (переходно-скоростных полос), что позволит увеличить ширину проезжей части в сечении стоп и соответственно число полос на выходе с пересечения. Для этой же цели, в стесненных условиях возможно смещение осевой линии в сечении стоп влево на выходе с пересечения, путем нанесения горизонтальной разметки.

- Для лучшей информации водителей об условиях движения желательна установка светофоров с табло обратного отсчета времени с дополнительной секцией для правоповоротного движения.

- Повышение уровня безопасности движения на пересечениях возможно путем установки системы видеоконтроля транспортных потоков, для фиксации нарушений правил водителями и пешеходами.

Использованная литература

1. Кременец А.Ю. Технические средства организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 2005. – 225 с.
2. Клишковштейн Г.И. Организация дорожного движения. – М., 2001. – 247 с.
3. www.2dxt.de/contru.html.