

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ**



# **Технические средства организации дорожного движения**

**Методические указания  
для практических занятий  
Часть 1**

**Новосибирск 2017**

УДК  
ББК

Составитель: ст. препод. ***В.А. Комлев***

Рецензент канд. техн. наук, проф. ***В.В. Коноводов***

**Технические средства организации дорожного движения:**  
метод. указания для практ. занятий Часть 1 / Новосиб. гос. аграр. ун-т.  
Инженер. ин-т; сост. Комлев В.А.. – Новосибирск, 2017. – 12с.

Методические указания содержат методику расчета длительности цикла и его элементов.

Предназначен для студентов обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов (Организация и безопасность движения).

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Инженерного института (протокол №10 от 30 мая 2017 г.).

## Введение

Рост автомобильного парка и объема перевозок ведет к увеличению интенсивности движения, что в условиях городов с исторически сложившейся застройкой приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети (УДС). Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств.

Переменный режим движения, частые остановки и скопления автомобилей на перекрестках являются причинами повышенного загрязнения воздушного бассейна города продуктами неполного сгорания топлива. Городское население постоянно подвержено воздействию транспортного шума и отработавших газов.

Рост интенсивности транспортных и пешеходных потоков непосредственно сказывается также на безопасности дорожного движения. Свыше 70 % всех дорожно-транспортных происшествий (ДТП) приходится на города и другие населенные пункты. При этом на перекрестках, занимающих незначительную часть территории города, концентрируется почти 20 % всех ДТП.

Обеспечение быстрого и безопасного движения в современных городах требует применения комплекса мероприятий архитектурно-планировочного и организационного характера.

К числу архитектурно-планировочных мероприятий относятся строительство новых и реконструкция существующих улиц, проездов и магистралей, строительство транспортных пересечений в разных уровнях, пешеходных тоннелей, объездных дорог вокруг городов для отвода транзитных транспортных потоков и т. д.

Организационные мероприятия способствуют упорядочению движения на уже существующей (сложившейся) УДС. К числу таких мероприятий относятся введение одностороннего движения и кругового движения на перекрестках, организация пешеходных переходов и пешеходных зон, автомобильных стоянок, остановок общественного транспорта и др.

При реализации мероприятий по организации движения особая роль принадлежит внедрению технических средств: дорожных знаков и дорожной разметки, средств светофорного регулирования, дорожных ограждений и направляющих устройств. При этом светофорное регулирование является одним из основных средств

обеспечения безопасности движения на перекрестках. Количество "перекрестков, оборудованных светофорами, в крупнейших городах мира с высоким уровнем автомобилизации непрерывно возрастает и достигает в некоторых случаях соотношения: один светофорный объект на 1,5—2 тыс. жителей города. • За последние годы в нашей стране и за рубежом интенсивно ведутся работы по созданию сложных автоматизированных систем с применением управляющих ЭВМ, средств автоматики, телемеханики, диспетчерской связи и телевидения для управления движением в масштабах крупного района или целого города. Опыт эксплуатации таких систем убедительно свидетельствует об их эффективности в решении транспортной проблемы.

### **Расчет длительности цикла и его элементов**

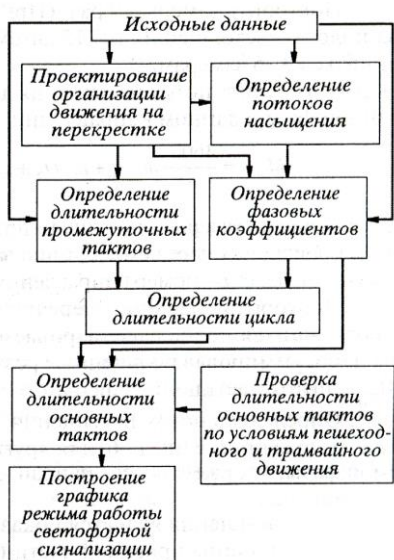
**Последовательность расчета.** Определение длительности цикла и основных тактов регулирования основано на сопоставлении фактической интенсивности движения на подходах к перекрестку и пропускной способности (потокам насыщения) этих подходов. Поэтому эти параметры следует рассматривать в качестве основных исходных данных расчета (рис. 1).

Как интенсивность, так и потоки насыщения рассматриваются для каждого направления движения данной фазы. Следовательно, расчету режима регулирования должно предшествовать формирование схемы организации движения на перекрестке (проект пофазного разъезда транспортных средств).

Число фаз регулирования определяет количество основных и промежуточных тактов. Основной такт является частью цикла регулирования, пропорциональной фазовому коэффициенту, расчетное значение которого соответствует максимальному отношению интенсивности к потоку насыщения для различных подходов к перекрестку в данной фазе. Промежуточный такт, учитывая его назначение (см., мало зависит от интенсивности движения, а определяется планировочной характеристикой перекрестка и скоростью движения транспортных средств в его зоне.

Данные о промежуточных тактах (потерянном времени) и расчетных фазовых коэффициентах лежат в основе расчета длительности цикла регулирования, которая может быть скорректирована с учетом требований пешеходного или трамвайного движения. Завершающим этапом работы является построение графика режима работы светофорной сигнализации, на котором отражаются длительность и порядок чередования сигналов.

**Исходные данные.** Исходными данными для расчета являются планировочные и транспортные характеристики перекрестка: ширина проезжих частей, число и ширина полос в каждом направлении движения; ширина разделительных полос; ширина тротуаров и радиусы их закругления; продольный уклон на подходах к перекрестку; состав транспортных потоков; картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков для рассматриваемых периодов суток (транспортная интенсивность выражается приведенных единиц); средняя скорость движения транспортных средств на подходе и в зоне перекрестка (без торможения).



*Рис. 1 Последовательность расчета длительности цикла и его элементов*

достаточно большие очереди транспортных средств. Порядок определения потока насыщения должен быть следующим.

1. Одновременно с включением зеленого сигнала (При отсутствии светофоров на перекрестке надо руководствоваться сигналами регулировщика.) включить секундомер и регистрировать по видам транспортные средства, пересекающие стоп-линию и движущиеся по одной из полос.

2. Выключить секундомер в момент пересечения стоп-линии последним автомобилем очереди.

3. Записать показание секундомера и подсчитать число прошедших за это время приведенных транспортных единиц.

4. Повторить замеры 10 раз. (При достаточно длинной очереди на полосе, состоящей из 10—15 автомобилей и более, можно ограничиться 3—5 замерами.)

5. Определить поток насыщения для данной полосы движения в данной фазе и данном направлении движения

Потоки насыщения. Для каждого направления данной фазы регулирования поток насыщения определяют путем натурных наблюдений в периоды, когда на подходе к перекрестку формируются

$$M_{njk} = \frac{3600}{n} (m_1 / t_1 + m_2 / t_2 + \dots + m_n / t_n), \quad (1)$$

где  $n$  — число замеров;  $m$  — число приведенных транспортных единиц, прошедших через стоп-линию за время  $t$ ;  $t_1, \dots, t_n$  — показания секундомера, с;  $j$  — номер направления движения;  $K$  — номер полосы.

6. Повторить операции, перечисленные в пп. 1—5, для каждой из оставшихся полос рассматриваемого направления данной фазы. Просуммировав полученные результаты, получить показатель  $M_{njk}$  — поток насыщения для одного из направлений данной фазы.

7. Определить поток насыщения  $M_{njk}$  в соответствии с методикой, изложенной в пп. 1—6, для других направлений рассматриваемой фазы, а также для всех направлений движения других фаз регулирования.

Поток насыщения является показателем, зависящим от многих факторов: ширины проезжей части (полосы движения); продольного уклона на подходах к перекрестку; состояния дорожного покрытия; видимости перекрестка водителем; наличия в зоне перекрестка пешеходов и стоящих автомобилей и т. п. Поэтому для каждого перекрестка (и даже для каждого характерного часа суток и периода года, для которых рассчитывается программа регулирования), он должен определяться экспериментально по приведенной методике.

Вместе с тем методика экспериментального определения потока насыщения  $M_{njk}$  требует существенных затрат времени. Кроме этого, она неприменима для вновь проектируемых перекрестков. Для ориентировочных расчетов (до проведения натурных наблюдений) может быть использован приближенный эмпирический метод определения потоков насыщения, сущность которого заключается в следующем.

Для случая движения в прямом направлении по дороге без продольных уклонов поток насыщения рассчитывают по эмпирической формуле, которая связывает этот показатель с шириной проезжей части, используемой для движения транспортных средств в данном направлении рассматриваемой фазы регулирования:

$$M_{njk\text{прям}} = 525 B_{пч}, \quad (2)$$

Таблица 1

$M_{njk\text{прям}}, \text{ ед/ч}$	1850	1920	1970	2075	2475	2700
$B_{пч}, \text{ м}$	3,0	3,5	3,75	4,2	4,8	5,1

$M_{n_{ij}}$  прямо насыщения, ед/ч;  $B_{пч}$  - ширина проезжей части в данном направлении данной фазы, м.

Формула (2) применима при  $5,4 \text{ м} < B_{пч} < 8,0 \text{ м}$ . Если ширина проезжей части меньше 5,4 м, для расчета можно использовать данные, приведенные в табл. 1.

Если перед перекрестком полосы обозначены дорожной разметкой, поток насыщения можно определить в соответствии с приведенными данными отдельно для каждой полосы движения.

В зависимости от продольного уклона дороги на подходе к перекрестку изменяется расчетное значение потока насыщения. Каждый процент уклона на подъеме снижает (на спуске — увеличивает) поток насыщения  $M_{n_{ij}}$  на 3 %. При этом расчетным уклоном считают средний уклон дороги на участке от стоп-линии до точки, расположенной от нее на расстоянии 60 м на подходе к перекрестку.

Для случая движения транспортных средств прямо, а также налево и (или) направо по одним и тем же полосам движения, если интенсивность лево- и правоповоротного потоков составляет более 10 % общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении данной фазы, поток насыщения, полученный по формуле (2) или из приведенных в табл. 3.1 данных, корректируют:

$$M_{n_{ij}} = M_{n_{ij} \text{ прямо}} \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (3)$$

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

Необходимость коррекции связана с уменьшением потока насыщения, так как автомобили, поворачивающие налево или на-право из общей полосы движения, задерживают основной поток прямого направления.

Для право- и левоповоротных потоков, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения определяется в зависимости от радиуса поворота  $K$ :

для одноподвижного движения

$$M_{n_{ij} \text{ пов}} = \frac{1800}{1 + 1,525 / R}; \quad (4)$$

для двухподвижного движения

$$M_{n_{ij} \text{ пов}} = \frac{3000}{1 + 1,525 / R};$$

Радиус поворота может быть определен по плану перекрестка, вычерченного в масштабе. При двухрядном движении в формулу (5) подставляют среднее значение радиуса.

Остальные перечисленные факторы, влияющие на поток насыщения, учитывают с помощью поправочных коэффициентов. Эти коэффициенты отражают условия движения на перекрестке (табл. 1), которые можно подразделить на три группы: хорошие, средние и плохие. Отнесение условий на данном направлении движения через перекресток к одной из групп влечет за собой изменение потока насыщения. Его значение, определенное по формулам (2)—(5) или по данным табл. 2, должно быть умножено на соответствующий поправочный коэффициент.

Таблица 2

Условия движения	Описание условий	Поправочный коэффициент
Хорошие	Отсутствует влияние пешеходов и стоящих автомобилей. Хороший обзор, достаточная ширина проезжей части на выходе с перекрестка. В темное время суток освещение перекрестка в пределах норм	1,2
Средние	Наличие характеристик из групп «Хорошие» и «Плохие» условия	1,0
Плохие	Низкая средняя скорость движения. Неудовлетворительная ровность и сцепные качества покрытия. Имеется влияние стоящих автомобилей, конфликтов с транспортными потоками при поворотном движении, пешеходов. Плохой обзор перекрестка, слабая освещенность проезжей части	0,85

**Фазовые коэффициенты.** Их определяют для каждого из линий движения на перекрестке в данной фазе регулирования

$$y_{ij} = N_{ij}/M_{nij}, \quad (6)$$

где  $Y_{ij}$  фазовый коэффициент данного направления;  $N_{ij}$  интенсивность движения для рассматриваемого периода суток, ед/ч;

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



За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент, принимается наибольшее его значение  $Y_{ij}$  в данной фазе. Меньшие значения могут быть использованы в дальнейшем для определения минимально необходимой длительности разрешающего сигнала в соответствующих этим коэффициентам направлениях движения.

При пофазном регулировании и пропуске какого-либо транспортного потока в течение двух фаз и более для него отдельно рассчитывают фазовый коэффициент, который независимо от значения не принимают в качестве расчетного. Однако этот фазовый коэффициент должен быть не более суммы расчетных фазовых коэффициентов тех фаз, в течение которых этот поток пропускается. Если это условие не соблюдается, то один из расчетных фазовых коэффициентов, входящих в эту сумму, должен быть искусственно увеличен.

Например, если на перекрестке организовано трехфазное регулирование (расчетные фазовые коэффициенты соответственно равны  $y_1$ ,  $y_2$  и  $y_3$ ), а один из потоков припускается во 2-й и 3-й фазах (фазовый коэффициент  $y_{2,3}$ ), то должно соблюдаться соотношение  $y_{2,3} \leq y_2 + y_3$ . В противном случае  $y_2$  или  $y_3$  необходимо увеличить. Указанное требование связано с тем, что расчетные фазовые коэффициенты определяют длительность основных тактов, а следовательно, и длительность разрешающего сигнала для потока, пропускаемого в две фазы и более.

**Промежуточные такты.** В соответствии с назначением промежуточного такта его длительность должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к перекрестку на зеленый сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог либо остановиться у стоп-линии, либо успеть освободить перекресток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движение в следующей фазе).

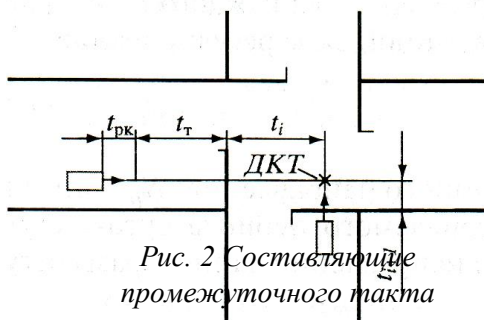


Рис. 2 Составляющие промежуточного такта

Остановиться у стоп-линии автомобиль сможет только в том случае, если расстояние от него до стоп-линии будет равно или больше остановочного пути.

Таким образом, если рассматривать крайний случай, когда автомобиль в момент смены сигналов находился от стоп-линии на расстоянии остановочного пути,

длительность промежуточного такта должна включать в себя не только время, необходимое для освобождения автомобилем перекрестка, но и

время его движения в пределах расстояния, равного остановочному пути. С другой стороны, автомобилю, начинающему движение в следующей фазе, также необходимо определенное время, чтобы достигнуть точки конфликта с автомобилем предыдущей фазы. Это способствует уменьшению длительности промежуточного такта. Учитывая, что время проезда расстояния, равного остановочному пути, состоит из времени реакции водителя на смену сигналов светофора и времени торможения, можно в общем виде представить формулу промежуточного такта (рис. 2):

$$t_{\Pi i} = t_{\text{рк}} + t_{\text{т}} + t_i - t_{i+1}, \quad (7)$$

где  $t_{\Pi i}$  — длительность промежуточного такта в данной фазе регулирования, с;  $t_{\text{рк}}$  — время реакции водителя на смену сигналов светофора, с;  $t_{\text{т}}$  — время, необходимое автомобилю для проезда расстояния, равного тормозному пути, с;  $t_i$  — время движения автомобиля до самой дальней конфликтной точки (ДКТ), с;

$t_{i+1}$  — время, необходимое для проезда от стоп-линии до ДКТ автомобилю, начинающему движение в следующей фазе.

Так как составляющие формулы (7)  $t_{\text{рк}}$  и  $t_{i+1}$  в большинстве случаев по значению близки друг к другу, на практике их обычно исключают из расчета. С учетом этого обстоятельства, а также предположения о постоянном замедлении при торможении автомобиля перед стоп-линией, длительность промежуточного такта

$$t_{\Pi i} = v_a / (7,2a_{\text{т}}) + 3,6(l_i + l_a) / v_a, \quad (8)$$

Где  $V_a$  — средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к перекрестку и в зоне перекрестка без торможения (с ходу), км/ч  $a_{\text{т}}$  — среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала (для практических расчетов  $a_{\text{т}} = 3 \div 4 \text{ м/с}^2$ );  $l_i$  — расстояние от стоп-линии до самой ДКТ, м;  $l_a$  — длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

В период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие улицу на разрешающий сигнал светофора. За время  $t_{\Pi i}$  пешеход должен или вернуться на тротуар, откуда он начал движение. или дойти до середины проезжей части (островка безопасности, центральной разделительной полосы, линии, разделяющей потоки встречных направлений). Максимальное время, которое потребуется для этого пешеходу,

$$t_{\Pi i(\text{пш})} = B_{\text{пш}} / 4v_{\text{пш}}, \quad (9)$$

где  $B_{пш}$  — ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в  $i$ -й фазе регулирования, м;  $v_{пш}$  — расчетная скорость движения пешеходов (обычно принимается 1,3 м/с).

В качестве промежуточного такта выбирают наибольшее значение из  $t_{пi}$  и  $t_{пi}(пш)$ .

Независимо от результатов расчета минимальная длительность промежуточного такта должна быть 4 с. Учитывая, что желтый сигнал во всех случаях 3 с, а красный с желтым не более 2 с, на перекрестке в период смены сигналов с разрешающего на запрещающий можно организовать режим «кругом красный», что способствует повышению безопасности движения.

Составитель: *Виталий Анатольевич Комлев*

# **Технические средства организации дорожного движения**

**Методические указания  
для практических занятий  
Часть 1**

---

Подписано к печати 30 мая 2017 г.	Формат 40×64 <sup>1/14</sup>
Объем 1,5 уч.-изд. л.	Изд. №__
Тираж 50 экз.	Заказ №__

Отпечатано в мини-типографии Инженерного института Новосибирского ГАУ  
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147