

РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ДЛИНЫ ПЕРЕГОНА

REGULATION OF TRAFFIC-LIGHT MODE WORKING OBJECT WITH PROVISION FOR STAGE LENGTHS

Бул макалада L аралыкты V ылдамдыгы менен транспорттук каражат t убакытта өтүүсүн мүнөздөөчү көз карандылык чыгарылган. Бул L аралыкта жайгашкан светофордук объектилердин иштөө режимин бар калыпка салууга мүмкүнчүлүк берет.

Ачык сөздөр: кыймылды уюштуруу, светофор, режим, аралык, транспорт.

В статье выведена зависимость характеризующая время проезда t транспортными средствами расстояния L со скоростью V в общем виде, что дает возможность регулирования режимов работы светофорных объектов, расположенных на расстоянии L .

Ключевые слова: организация движения, светофор, режим, перегон, транспорт.

The article characterizes the relationship derived travel time t vehicles the distance L with a velocity V in the general form, which allows control of operating modes of traffic lights, located at a distance L .

Keywords: traffic organization, traffic-light, mode, provision, transport.

При планировании городов, обычно учитывается множество факторов, одним из которых являются основные направления перемещения горожан между полюсами тяготения, например перемещения жителей от мест проживания к местам работы, к местам отдыха и другие.

Из-за резкого роста количества транспортных средств в городах страны за короткий промежуток времени, ранее существующие улично-дорожные сети г. Бишкек испытывают определенные трудности с пропуском транспорта, соответственно, затруднены перемещения горожан по улицам города.

Эти трудности на наш взгляд связаны с задержкой транспортных средств на улицах. Задержки транспорта зачастую происходят из-за несоответствия геометрических параметров улично-дорожной сети, таких как ширина проезжей части, длина перегонов и др., возросшей интенсивности движения транспортных средств.

При этом фактор длины перегона (расстояние между пересечениями) отрицательно влияет на пропускную способность пересечений, соответственно отрицательно влияет и на пропускную способность улиц в целом.

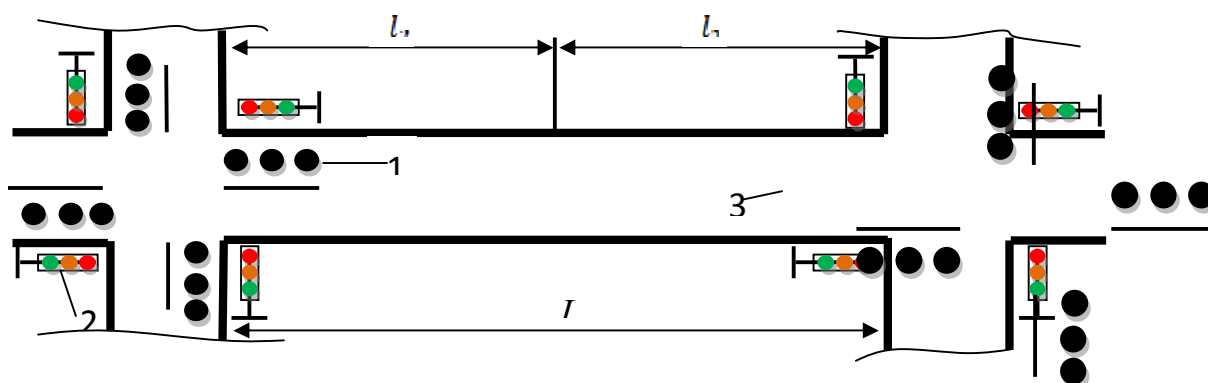


Рис.1. Схема влияния длины перегона на изменение скоростей транспортных средств, где L -длина перегона; l_1 -длина перегона для набора скорости; l_2 -длина перегона для уменьшения скорости; 1-транспортные средства; 2-светофорный объект; 3-сплошная линия разделяющая потоки движения.

На небольшом расстоянии между пересечениями, если наблюдать специально для анализа, транспортные средства едва только успевают набрать необходимую скорость, разрешенную для населенных пунктов, достигают следующего пересечения и в связи с этим вновь снижают скорости вплоть до полной остановки.

Данный процесс схематично можно представить следующим образом (Рис.1.).

Как видно из Рис.1., при слаженном режиме работы (зеленая волна) светофорных объектов, расстояние L , транспортные средства могут проезжать без остановки, для достижения данного условия необходимо обеспечить согласованность работы светофорных объектов и скорости движения транспортных средств.

При этом известны режимы работы светофорных объектов, а так же известна длина перегона L .

Исходя из выше изложенного, необходимо установить, законы изменения скоростей движения транспортных средств V и времени прохождения t расстояния L , по результатам которых будет возможным, отрегулировать режимы работы светофорных объектов.

Для этого введем следующее допущение:

- транспортные средства (пачка), находящиеся под красным сигналом светофора, рассмотрим как одиночный автомобиль, с некоторыми измененными параметрами, как длина автомобиля.

При разрешающем сигнале светофора, как показало экспериментальное исследование, начало движения первого автомобиля и движение последнего автомобиля находящихся в пачке, представляет некую «растягивающуюся пружину с определенной силой упругости», которая после снятия действующей нагрузки на пружину за счет силы упругости приобретает первоначальную форму, т.е. транспортные средства после проезда пересечений, через некоторое время, в пределах длины перегона L , вновь перенастраивались и образовали новую «пачку» (множество автомобилей движущихся в одном направлении с соответствующими скоростями и интервалами).

При этом, если скорости движения транспортных средств (пачки) считать равномерными то средняя скорость определяется по известной зависимости:

$$V_{cp.} = \frac{L}{t}, \quad (1)$$

где L -длина перегона; t -время движения.

Но как выше отмечено, транспортные средства (пачка), вначале двигаются ускоренно, а при подъезде к пересечению движение замедляется.

Как показывает практика и результаты анализа, для регулирования режима работы светофорных объектов, необходимо так же определить время прохождения t , транспортными средствами (пачками) расстояния L , т.е., в результате, при подходе транспортных средств (пачками) к следующему светофорному объекту, находящемуся на расстоянии L , там должен гореть разрешающий сигнал светофора.

Если будет известно время прохождения t расстояния L , то легко можно отрегулировать режим работы светофора на следующем светофорном объекте с учетом количества смены фаз n по следующей зависимости:

$$n = \frac{t}{t_1}, \quad (2)$$

где n -количество смены фаз светофорного объекта находящегося на расстоянии L , до подхода пачки транспортных средств отъезжающих от предыдущего светофорного объекта; t_1 -время горения одной фазы (зеленый –разрешающий сигнал) светофорного объекта находящегося на расстоянии L ; t -время прохождения транспортными средствами (пачки) расстояния L .

При этом необходимо отметить, что число n должно быть равным целому числу.

Для решения данной задачи графически изображаем функции $V - f(L)$ откладывая по оси абсцисс общее расстояние L (длины перегона), а по оси ординат V , характеризующую величину скорости на расстоянии от 0 до L .

На графике приведено условное разделение длины перегона L на l_1 –расстояние, где движение ускоряется и l_2 –расстояние, где движение замедляется (рис.1), соответственно движение транспортных средств (пачка) в пределах перегона равного L неравномерное и характеризуется графиком (рис.2).

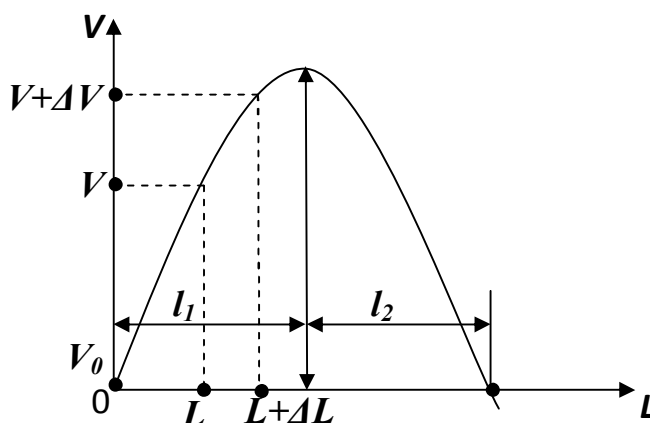


Рис. 2. Условное разделение длины перегона L .

При этом график описывается следующим уравнением

$$V(L) = V_0 + \epsilon L + \kappa L^2; \quad (3)$$

Определяем время прохождения t транспорта в интервале ΔL т.е.

$$\Delta t = \frac{\Delta L}{\Delta V}, \quad (4)$$

согласно графику

$$\Delta V = V(L + \Delta L) - V(L); \quad (5)$$

Тогда, как известно:

$$V(L) = V_0 + \epsilon L + \kappa L^2; \quad (6)$$

$$V(L + \Delta L) = V_0 + \epsilon(L + \Delta L) + \kappa(L + \Delta L)^2 \quad (7)$$

Подставляем (6) и (7) в (5), в результате после упрощения зависимости получим:

$$\Delta V = V(L + \Delta L) - V(L) = V_0 + \epsilon(L + \Delta L) + \kappa(L + \Delta L)^2 - (V_0 + \epsilon L + \kappa L^2);$$

$$\Delta V = \epsilon \Delta L + 2\kappa L \Delta L + \kappa \Delta L^2; \quad (8), \quad \text{далее}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta L}{\Delta V} = \frac{\Delta L}{\Delta L(\epsilon + 2\kappa L + \kappa \Delta L)} \quad \text{или}$$

$$\Delta t = \frac{1}{\epsilon + \kappa(2L + \Delta L)}; \quad (9)$$

По значениям скоростей транспортных средств V (пачка) и координаты L , нам необходимо установить связь между L и t . Вернемся к зависимости (9)

$$\Delta t = \frac{\Delta L}{\Delta L(\epsilon + 2\kappa L + \kappa \Delta L)};$$

Обратим внимание на зависимость, находящуюся в знаменателе, где последний член содержит ΔL . Данный отрезок является очень маленьким, поэтому можно этим членом пренебречь, тогда зависимость (9) принимает вид:

$$\Delta t = \frac{1}{\epsilon + 2\kappa L}; \quad (10)$$

Как выше упомянуто, необходимо установить связь между L и t , т.е. получить закон движения транспортного средства в зависимости от времени t .

$$\frac{dL}{dt} = \frac{1}{\epsilon + 2\kappa L} \quad (11)$$

$$dL = \frac{1}{\epsilon + 2\kappa L} * dt; \quad (12)$$

$$dt = (\epsilon + 2\kappa L)dL \quad (13)$$

$$t = t_0 + \int_{L_1}^{L_2} (V + 2\kappa L) dL; \quad (14)$$

Зависимость (14) характеризует время проезда t транспортными средствами расстояния L со скоростью V в общем виде, тем самым дает возможность регулирования режимов работы светофорных объектов, расположенных на расстоянии L .

Список литературы

1. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения [Текст] / В.В.Сильянов. - М.: Транспорт, 1977. - 303с.
2. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения [Текст] / Г.И.Клинковштейн. - М.: Транспорт, 2002. - 240 с.
3. Донченко В. Транспортная политика и проблемы устойчивого развития [Электронный ресурс] Режим доступа: - <http://www.omnibus.ru/technology/technology1>.
4. Макарова И.В. Применение современных методов оптимизации транспортной системы в условиях роста автомобилизации [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sovremennyh-metodov-optimizatsii-transportnoy-sistemy-v-usloviyah-rosta-avtomobilizatsii>.