

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОТНЕСЕННЫХ ЛЕВЫХ ПОВОРОТОВ НА МАГИСТРАЛЬНОЙ УЛИЦЕ РЕГУЛИРУЕМОГО ДВИЖЕНИЯ

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

**Аннотация:** В статье рассмотрены особенности применения метода «отнесенных левых поворотов» на магистральной улице регулируемого движения. Приведены параметры дорожного движения по двум вариантам схем организации дорожного движения: при существующей схеме и отнесенных левых поворотах по улице 50 лет Октября.

**Abstract:** The article deals with the application of the method “referred left turns” on the main street of a controlled movement. The parameters of the traffic on the two variants of traffic management schemes: the existing scheme and assigned left turns along the street 50 years of October.

**Ключевые слова:** организация дорожного движения, пропускная способность, улично-дорожная сеть, моделирование дорожного движения.

**Keywords:** traffic management, capacity, street and road network, traffic modeling.

В настоящее время в больших и крупных городах отмечаются значительные транспортные заторы, особенно в утренние и вечерние часы. Снижение уровня загрузки магистральных улиц является одной из важнейших задач Муниципальной программы «Развитие дорожно-транспортной сети города Тюмени на 2012 – 2019 годы [3].

В г. Тюмени одной из самых загруженных автомобильных дорог является ул. 50 лет Октября. По данной улице в течение дня движется большой поток автомобилей, в том числе транспортных средств (ТС) с максимальной разрешенной массой свыше 3,5 тонн и автобусы.

В работе рассмотрен участок ул. 50 лет Октября от ул. Профсоюзная до ул. Пермякова. На данном участке УДС применяется многофазный режим работы светофорных объектов с разделением транспортных и пешеходных потоков во времени.

На рассматриваемом участке улично-дорожной сети (УДС) по ул. 50 лет Октября имеется широкая разделительная полоса шириной 10-14 м. Наличие разделительной полосы позволяет рассмотреть вариант организации дорожного движения с отнесенными левыми поворотами на пересечении ул. 50 лет Октября с улицами Максима Горького, Холодильная, Мельникайте, Одесская. Некоторые особенности такой схемы ОДД приведены в работе [3].

По данным сервиса Яндекс.Карты средняя скорость движения на отдельных участках составляет 7-15 км/ч. Значительные задержки времени движения характерны для ТС на подходах к пересечениям с ул. 50 лет Ок-

тября по ул. Горького со стороны ул. Харьковская (утреннее время) и со стороны ул. Республики (вечернее время), по ул. Холодильная со стороны ул. Республики (в течение всего дня).

При применении метода отнесенных левых поворотов с второстепенного направления по отношению магистральной улицы требуется определение двух параметров [3]:

- минимальное расстояние, на которое должен быть отнесен левый поворот;
- дополнительная ширина улицы, необходимая для организации разворотов.

При расчете расстояния отнота  $l_{om}$  [3] при применении метода при подходе к пересечению со стороны второстепенного направления принимается большее значение из двух величин: расстояния для прохождения начального участка (формула 1) и заключительного участка (формула 2):

$$l'_{om} = \frac{B}{2} + (n - 1)l_e + r, \quad (1)$$

$$l''_{om} = r + l_k + m + \frac{B}{2}, \quad (2)$$

- где  $B$  – ширина пересекаемой улицы, м;  
 $n$  – число полос проезжей части для движения в одном направлении;  
 $l_e$  – длина «вилка» при переходе из одной полосы в другую, принимаемая равной 12 м;  
 $r$  – радиус разворотного островка, м  
 $l_k$  – длина колонны автомобилей, задержанных перед светофором, м;  
 $m$  – расстояние от стоп-линии до линии застройки, м.

Длина колонны автомобилей, задержанных перед светофором определяется по формуле:

$$l_k = \frac{l_a (M_{np} + M_l) \varepsilon}{n - 1}, \quad (3)$$

- где  $l_a$  – длина автомобиля, включая интервалы по длине между стоящими ТС, м;  
 $M_{np}$  – число автомобилей, следующих прямо и скапливающихся в течение цикла регулирования;

- $M_l$  – число автомобилей, следующих с левым поворотом и скапливающихся в течение цикла регулирования;
- $\varepsilon$  – коэффициент неравномерности распределения автомобилей между полосами.

При применении метода отнесенных левых поворотов для ТС движущихся по магистральной улице расстояние отнosa предлагается рассчитывать по формуле:

$$l_{om} = r + l_k + m + \frac{B}{2} + l_v(n-1) + l_{нов}, \quad (4)$$

где  $l_{нов}$  – длина колонны автомобилей, выполнивших разворот в течение одного цикла, м.

Результаты расчета расстояния отнosa приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Значение параметра расстояние отнosa для выполнения разворота для узлов по ул. 50 лет Октября (утреннее время)

Узел	Расстояние отнosa, м			
	расчетное значение		проектное в модели УДС	фактическое
	$l_{om}$	$l'_{om}$	$l_{om}$	
<i>По направлению со стороны ул. Профсоюзная в сторону ул. Пермьякова</i>				
Пересечение с ул. М. Горького	385	282	200	181
Пересечение с ул. Холодильная	199	158	290	390
Пересечение с ул. Мельникайте	221	176	180	215
Пересечение с ул. Одесская	205	146	267	655
<i>По направлению со стороны ул. Пермьякова в сторону ул. Профсоюзная</i>				
Пересечение с ул. М. Горького	234	133	230	-
Пересечение с ул. Холодильная	162	106	220	350
Пересечение с ул. Мельникайте	225	134	245	322
Пересечение с ул. Одесская	216	173	243	219

Анализ результатов расчета и имитационного моделирования показывает, что из 8 мест для разворота 1 место отсутствует, для 2-х фактическое расстояние отнosa не соответствуют оптимальным расчетным значениям.

Фактическое расстояние отнosa в 4-х местах существенно превышает оптимальное расчетное значение, поэтому целесообразно провести реконструкцию УДС и перенести места для разворота. Это позволит уменьшить перепробег ТС.

Для оценки изменения параметров дорожного движения при различных мероприятиях по повышению пропускной способности улично-дорожной сети (УДС) была создана имитационная модель. Длина участка по ул. 50 лет Октября составила 4,5 км. Применение имитационного моде-

лирования – эффективный способ выбора оптимального решения в сфере организации дорожного движения [1, 4]. Значения параметров дорожного движения для двух вариантов схем организации движения и изменения параметров приведены в табл. 2 и табл. 3.

Таблица 2.

*Параметры дорожного движения при различных схемах ОДД (утреннее время)*

Параметры	Значение параметров		Изменение параметров	
	существующая схема ОДД	схема ОДД с отнесенными левыми поворотами	абсолютное	относительное, %
Среднее время задержки, с	252	203	-49	-19
Среднее количество остановок	3,80	3,36	-0,44	-11
Средняя скорость движения, км/ч	15,84	19,02	3,18	20
Среднее время задержки стоя, с	207	164	-43	-21
Пройденное расстояние всеми ТС, км	22 089	23 908	1820	8
Время в пути всех ТС, с	5 019 731	4 524 785	-494946	-10
Время задержки всех ТС, с	3 681 472	3 077 131	-604341	-16
Количество остановок всех ТС	55 497	50 978	-4519	-8
Время задержки стоя всеми ТС, с	3 024 869	2 483 646	-541223	-18
Активные ТС	1 700	1 569	-131	-8
Прибывшие ТС	12 921	13 600	679	5
Не вошло ТС	644	96	-548	-85
Время задержки не вошедших ТС	900 143	84 890	-815254	-91
Поток	15 265	15 265	0	0
Время задержки всего потока, ч	1 273	878	-394	-31
Среднее время задержки всего потока, с	300	207	-93	-31
Относительное время задержки, %	100	69		-31

При применении метода отнесенных левых поворотов в утренний «час пик» среднее время задержки уменьшается на 19 %, средняя скорость движения увеличивается на 21 %, длина очереди на входе в систему – уменьшается в 5,5 раза.

Суммарный пробег всех ТС за счет удлинения маршрутов движения составит 8 %, как в утреннее, так и в вечернее время.

При применении метода отнесенных левых поворотов по ул. 50 лет Октября в вечерний «час пик» среднее время задержки уменьшается на 26 %, средняя скорость движения увеличивается на 26 %.

Улучшения параметров для вечернего времени более значительны, чем для утреннего. Однако, с учетом длины очередей ТС на входах в систему метод отнесенных левых поворотов даст больше эффект в утреннее время. Среднее время задержки всего потока ТС утром составляет 31 %, в вечернее время – 27 %.

Таблица 3.

Параметры дорожного движения при различных схемах ОДД (вечернее время)

Параметры	Значение параметров		Изменение параметров	
	существующая схема ОДД	схема ОДД с отнесенными левыми поворотами	Абсолютное	относительное, %
Среднее время задержки, с	196,41	144,83	-52	-26
Среднее количество остановок	3,43	2,64	-0,79	-23
Средняя скорость движения, км/ч	18,12	23,23	5,11	28
Среднее время задержки стоя, с	159,32	112,70	-47	-29
Пройденное расстояние всеми ТС, км	20 715	22 401	1686	8
Время в пути всех ТС, с	4 115 552	3 471 145	-644407	-16
Время задержки всех ТС, с	2 862 702	2 115 541	-747161	-26
Количество остановок всех ТС	49 982	38 508	-11474	-23
Время задержки стоя всеми ТС, с	2 322 089	1 646 194	-675894	-29
Активные ТС	1 464	1 154	-310	-21
Прибывшие ТС	13 111	13 453	342	3
Не вошло ТС	47	-	-47	-100
Время задержки не вошедших ТС	27 202	134	-27068	-100
Поток	14 622	14 607	-15	0
Время задержки всего потока, ч	803	588	-215	-27
Среднее время задержки всего потока, с	198	145	-53	-27
Относительное время задержки, %	100	73		-27

Перепробег одного ТС при изменении маршрута движения при применении метода отнесенных левых поворотов составляет в среднем 380 – 640 метров на одно ТС в зависимости от участка УДС.

Изменения параметров движения подтверждается расчетными значениями пропускной способности узлов (табл. 4, 5).

Таблица 4.

Пропускная способность узла (утреннее время)

Узел (пересечение улицы 50 лет Октября с)	Пропускная способность узла, ед./ч		Изменение, %
	существующая схема ОДД	схема ОДД с отнесенными левыми поворотами или другие мероприятия *	
ул. Профсоюзная	6226	7434 *	19
ул. Холодильная	4295	4915	14
ул. Мельникайте	4792	7704	61
ул. Одесская	5325	5843	10
ул. Пермякова	5884	6580 *	12

\* пропускная способность повышается комплексом других мероприятий

Таблица 5.

## Пропускная способность узла (вечернее время)

Узел (пересечение улицы 50 лет Октября с)	Пропускная способность узла, ед./ч		Изменение, %
	существующая схема ОДД	схема ОДД с отнесенными левыми поворотами или другие мероприятия *	
ул. Профсоюзная	6009	6385*	6
ул. Холодильная	4241	4874	15
ул. Мельникайте	4796	7052	47
ул. Одесская	5431	5509	1
ул. Пермьякова	6072	6736*	11

\* пропускная способность повышается комплексом других мероприятий

При запрете левых поворотов на пересечении и развороте в ближайшем месте (знаки 6.3.1, 6.3.2 ПДД) увеличивается число конфликтных точек (типа «слияние»), повышающих общий уровень сложности пересечений [2].

В имитационной модели между местами для разворота расположены светофоры с кнопкой вызова для пешеходов. Необходимо учитывать координацию работы светофоров. Остановка ТС для пропуска движения пешеходов позволяет сделать разрывы в транспортных потоках и обеспечить выполнение разворотов.

Возможность применения метода отнесенных левых поворотов на улице 50 лет Октября требует дальнейшего изучения с учетом маршрутов движения общественного транспорта, грузовых ТС, а также ширины разделительной полосы для выполнения разворотов грузовыми ТС. Необходимо моделировать дорожное движение с учетом строительства транспортной развязки на пересечении улиц Мельникайте и 50 лет Октября.

## Список литературы.

1. Евтина Г.С. Опыт создания в Институте транспорта ТюмГНГУ лаборатории транспортного моделирования: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения». – Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. – С. 134-138.
2. Клишковштейн И.Г., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
3. Фишельсон М.С. Городские пути сообщения. – М.: Высшая школа, 1967. – 360 с.
4. Якимов М.Р., Арепьева А.А. Транспортное планирование. Особенности моделирования транспортных потоков в крупных городах: монография. – М.: Логос, 2016. – 280 с.