

**А.В. Далецкая, С.В. Колганов**  
**ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВВЕДЕНИЯ**  
**НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ПРИОРИТЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ**  
**ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

Иркутский национальный исследовательский технический университет  
*Иркутск, Россия*

С целью повышения пропускной способности улично-дорожной сети, увеличения скорости сообщения и повышения привлекательности общественного транспорта предлагается методика предоставления приоритета для движения общественного транспорта. Одним из перспективных направлений является обустройство выделенных полос. Произведена оценка целесообразности введения выделенной полосы для общественного транспорта по критерию минимума суммарных затрат времени на передвижение. Внедрение результатов исследования позволяет сократить время передвижения на общественном транспорте, тем самым повысить его привлекательность, что приведет к переключению спроса на поездки с индивидуального на общественный транспорт.

**Ключевые слова:** *автобус, выделенная полоса, задержки, индивидуальный транспорт, общественный транспорт, пассажиропоток, транспортный поток, улично-дорожная сеть.*

В г. Иркутске, как и во многих других крупных городах России, в первой четверти XXI в. увеличилась загрузка улиц и дорог транспортными и пассажирскими потоками. Это связано с ростом автомобилизации и мобильности населения в целом при существенном отставании развития улично-дорожной сети (УДС) и общественного транспорта (ОТ). Обеспечить соответствующее развитие УДС, особенно в центральных частях городов, традиционно являющихся центрами притяжения, оказывается невозможно в силу ряда причин. Растущая интенсивность движения транспортных средств приводит в ряде случаев к превышению, особенно в *часы пик*, пропускной способности УДС и, как следствие – к увеличению уровня задержек. Для всех пользователей УДС, в особенности для пассажиров ОТ, это означает увеличение затрат времени на поездки.

Одним из эффективных мероприятий, направленных на решение этой проблемы, является повышение привлекательности ОТ, которое можно обеспечить повышением скорости сообщения путем предоставления приоритета для ОТ там, где эта скорость значительно снижается из-за заторов. Перспективным в этом плане является обустройство выделенных полос (ВП) для исключительно для движения подвижного состава ОТ [1]. В полной мере это можно отнести и к Иркутску. Для проведения анализа транспортной сети данного города выбрана ул. Дзержинского в Правобережном округе (исторический центр). Ее выбор для проведения исследований объясняется следующим [2]:

- 1) многочисленные маршруты ОТ, в частности, высокая интенсивность движения автобусов;
- 2) высокая интенсивность движения легковых автомобилей на протяжении всего дня;
- 3) регулярные заторы по указанным выше причинам, снижающие скорость сообщения;
- 4) одностороннее движение по трем полосам.

На всем протяжении ул. Дзержинского в г. Иркутске есть несколько регулируемых и нерегулируемых светофорами пересечений, вследствие чего ее пришлось разбить на пять участков. При этом учитывалось, что автобусы на маршрутах ОТ поворачивают как вправо, так и влево на некоторых из этих пересечений:

- a) ул. Ленина – ул. Литвинова;
- b) ул. Литвинова – ул. Чехова;
- c) ул. Чехова – ул. Карла Либкнехта;
- d) ул. Карла Либкнехта – ул. Декабрьских Событий;

е) ул. Декабрьских Событий – ул. Октябрьской Революции.

Исследования проводились методом прямого наблюдения, отдельно в часы пик и в межпиковое время. Фиксировалось количество индивидуального (ИТ) и ОТ (автобусов). Результаты наблюдений по участкам представлены в виде диаграмм (рис. 1 и 2).

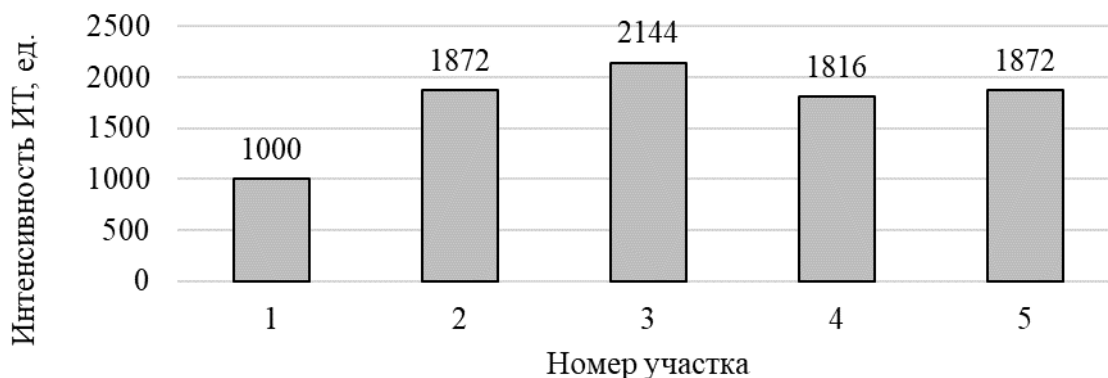


Рис. 1. Диаграмма интенсивности ИТ в часы пик (17:00-19:00)

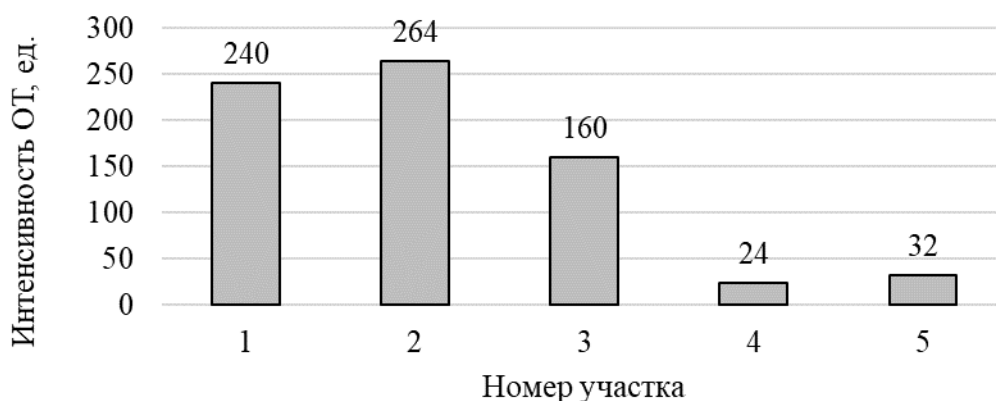


Рис. 2. Диаграмма интенсивности ОТ в часы пик (17:00-19:00)

Далее решалась задача определения числа передвигающихся на ОТ и ИТ пассажиров. Эксперимент показал, что на маршрутах ОТ используется разнообразный подвижной состав. Для того, чтобы найти количество пассажиров, передвигающихся на ОТ, пришлось распределить его по вместимости. Обработка результатов наблюдений также производилась раздельно по участкам. Результаты представлены в табл. 1 на примере участка ул. Ленина – ул. Литвинова.

Количество пассажиров в автобусах было рассчитано по формуле:

$$n_{\text{пасс}} = n_{\text{авт}} * q_{\text{ном}} * \gamma, \quad (1)$$

где  $n_{\text{авт}}$  – количество автобусов за определенный период времени, ед.;

$q_{\text{ном}}$  – номинальная вместимость автобуса, мест;

$\gamma$  – коэффициент использования пассажироместности.

Коэффициент использования пассажироместности рассчитывался по формуле:

$$\gamma = \frac{q_{\text{факт}}}{q_{\text{ном}}}, \quad (2)$$

где  $q_{\text{факт}}$  – фактическая наполняемость автобуса, пасс.;

Вместимость автобуса определялась на основании их технических характеристик. Результаты представлены в табл. 1 и 2.

**Таблица 1.**  
**Распределение ОТ по вместимости, участок ул. Ленина – ул. Литвинова**

Период	Количество автобусов по классам (вместимости), ед.					Итого, ед.
	Оособо малой (10-15 мест)	Малой (16-40 мест)	Средней (41-60 мест)	Большой (61-100 мест)	Оособо большой (св. 100 мест)	
Межпиковое время (14:00-16:00)	16	56	80	56	0	208
Часы пик (17:00-19:00)	16	56	104	64	0	240

Для определения фактической наполняемости автобуса проводилось дополнительное исследование, в котором фиксировалось количество пассажиров в автобусе в межпиковое время и часы пик (табл. 2). Исследования фактического наполнения были проведены в автобусах разной вместимости, двигавшихся по ул. Дзержинского. Дата и время наблюдений: 27.10.2022 г., в 14:30 и 18:15.

**Таблица 2.**  
**Фактическая наполняемость автобуса (среднее значение за время наблюдений)**

Марка автобуса	Вместимость, пасс.	Фактическая наполняемость автобуса, пасс.	
		межпиковое время	часы пик
1. Газель Next	22	19	22
2. ПАЗ 32053	41	21	30
3. Hyundai Aero City	47	27	34
4. Daewoo BS106	76	28	36
5. ЛиАЗ-4292	91	24	32

Рассчитанные по формуле (2) коэффициенты использования пассажироместимости представлены в табл. 3.

**Таблица 3.**  
**Коэффициент использования пассажироместимости**

Марка автобуса	Коэффициент использования пассажироместимости	
	межпиковое время	часы пик
1. Газель Next	0,86	1,00
2. ПАЗ 32053	0,51	0,73
3. Hyundai Aero City	0,57	0,72
4. Daewoo BS106	0,37	0,47
5. ЛиАЗ-4292	0,26	0,35
Среднее значение	0,52	0,66

Далее по формуле (1) был произведен расчет количества пассажиров в ОТ по автобусам разной вместимости. Результаты представлены в табл. 4 на примере участка ул. Ленина – ул. Литвинова.

Таблица 4.

## Количество пассажиров ОТ, участок ул. Ленина – ул. Литвинова

Период	По классам автобусов					Итого
	1	2	3	4	5	
Межпиковое время (14:00-16:00)	108	379	2080	2330	0	4896
Часы пик (17:00-19:00)	137	1109	3432	3379	0	8057

Общее число пассажиров ОТ, следовавших по участкам ул. Дзержинского, представлено на рис. 3 и 4.

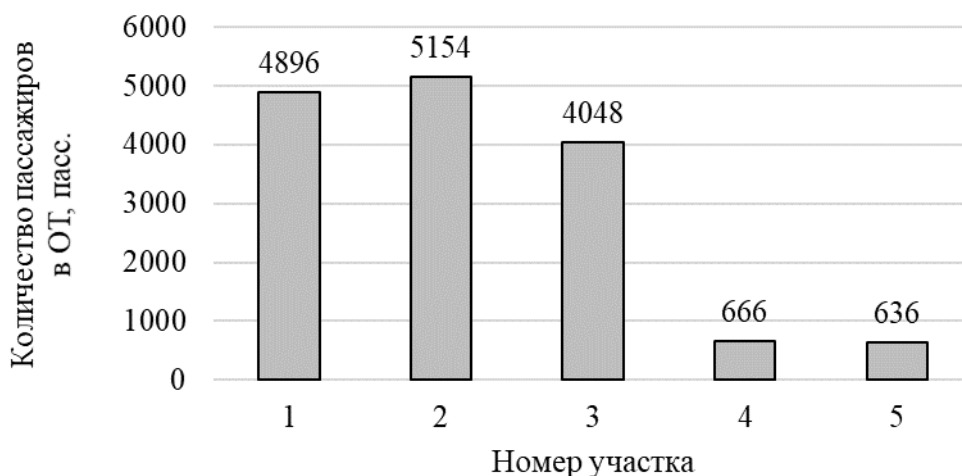


Рис. 3. Количество пассажиров в ОТ в межпиковое время (14:00-16:00)

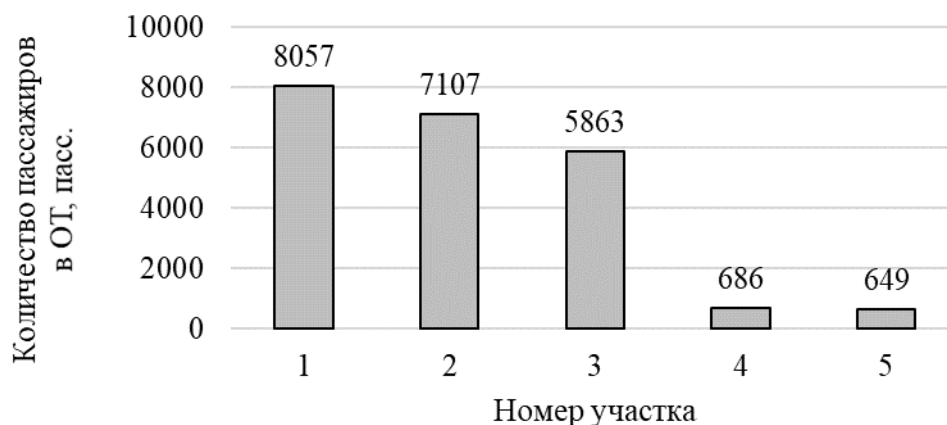


Рис. 4. Количество пассажиров в ОТ в часы пик (17:00-19:00)

Определение среднего количества человек в ИТ потребовало проведения еще одного специального исследования, которое было проведено также путем натуральных наблюдений. Исследование проводилось отдельно для межпикового времени и в часы пик. Дата и время: 20.10.2022 г. в 14:30 и 18:00. Место: Ост. Филармония на ул. Дзержинского. Расчет производился по формуле:

$$n_{\text{чел}}^{\text{ИТ}} = n_{\text{ИТ}} * n_{\text{ср.чел}}, \quad (3)$$

где  $n_{\text{ИТ}}$  – количество ИТ, ед.;

$n_{\text{ср.чел.}}$  – среднее количество человек в ИТ, чел.

Результаты исследования представлены в табл. 5.

Таблица 5.

## Результаты исследования наполняемости ИТ

Показатель	Межпиковое время	Часы пик
Количество ИТ, ед.	50	50
Количество людей, чел.	68	76
Среднее наполнение ИТ, чел.	1,36	1,52

Результаты расчетов по формуле (3) числа людей, проехавших с использованием ИТ, представлены в табл. 6.

Таблица 6.

## Суммарное количество человек, проехавших в ИТ

Участок	Суммарное количество человек	
	Межпиковое время (14:00-16:00)	Часы пик (17:00-19:00)
1	1240	1520
2	1817	2845
3	1980	3259
4	1763	2760
5	1882	2845

В табл. 7 представлено суммарное количество человек, проехавших по каждому перегону в общественном и индивидуальном транспорте.

Таблица 7.

## Суммарное количество человек, проехавших в ОТ и ИТ

Период	Участок	Количество человек в ОТ	Количество человек в ИТ	Абсолютное отклонение
Межпиковое время (14:00-16:00)	1	4896	1240	3656
	2	5154	1817	3337
	3	4048	1980	2068
	4	666	1763	- 1097
	5	636	1882	- 1246
Часы пик (17:00-19:00)	1	8057	1520	6537
	2	7107	2845	4262
	3	5863	3259	2604
	4	686	2760	- 2074
	5	649	2845	- 2196

Таким образом, можно заключить, что по участкам от ул. Ленина до ул. К. Либкнехта (участки 1-3) большинство людей передвигается на ОТ. Следует отметить, что далее расчеты по двум участкам от ул. К. Либкнехта до ул. Октябрьской Революции (участки 4-5) не проводились из-за низких значений пассажиропотоков на ОТ.

Далее проведено исследование времени проезда пассажиров по каждому участку на ИТ и ОТ. Для этого была собрана соответствующая статистика на ОТ от остановки «Филармония» (перекресток с ул. Ленина) до перекрестка с ул. К. Либкнехта. Результаты исследований представлены в табл. 8.

Таблица 8.

## Время проезда на ИТ и ОТ, сек

Перегон	Время проезда на ОТ		Время проезда на ИТ	
	межпиковое время (14:30)	часы пик (18:15)	межпиковое время (14:30)	часы пик (18:15)
1	109	121	81	116
2	43	66	43	64
3	67	93	65	85
Итого	219	280	189	265

Дальнейший ход исследований привел к необходимости определить, каково будет время и, соответственно, скорость, проезда каждого участка на ОТ и ИТ при условии наличия выделенной полосы. Для общественного транспорта эту задачу можно решить относительно просто: надо лишь замерить время проезда в свободных условиях, то есть вечером, когда индивидуального транспорта практически нет, как нет и припаркованных вдоль улицы автомобилей. По индивидуальному транспорту решение задачи усложняется: при наличии выделенной полосы плотность транспортного потока на оставшихся двух полосах увеличится, что приведет к снижению его скорости, как в межпиковое время, так и особенно в часы пик. Это одна из задач, практическому решению которой должны быть посвящены отдельные исследования. В настоящем исследовании было условно принято, что при наличии ВП время проезда в ИТ вырастет на одну треть.

Результаты замеров среднего времени проезда на ОТ в свободных условиях, то есть вечером (симуляция выделенной полосы) по участкам 1, 2, 3 составили 69, 39, 60 секунд соответственно. Время исследования – 21:30.

Далее по формуле (4) определено суммарное время, которое было потрачено на передвижение на ОТ и ИТ за 2 часа продолжительности пикового и межпикового периодов:

$$t = n_{\text{чел}} * t_{\text{проезда}}, \quad (4)$$

где  $n_{\text{чел}}$  – количество пассажиров, проехавших в ОТ (ИТ), чел.;

$t_{\text{проезда}}$  – время проезда в ОТ (ИТ), ч.

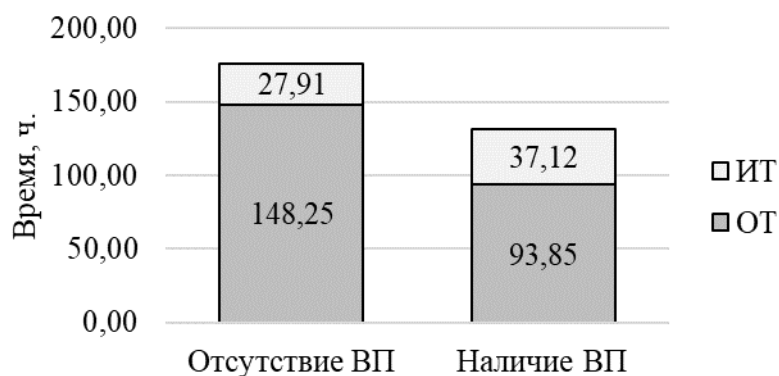
Результаты расчетов представлены в табл. 9.

Таблица 9.

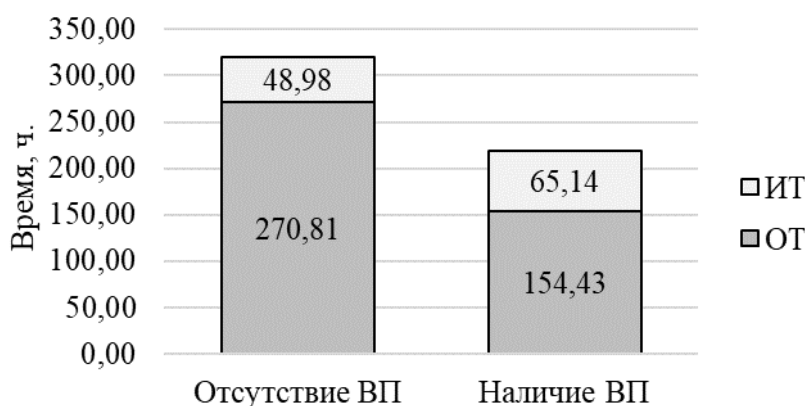
## Суммарное время при отсутствии (1) и наличии (2) выделенной полосы, ч.

Участок	Межпиковое время (14:00-16:00)				Часы пик (17:00-19:00)			
	ОТ		ИТ		ОТ		ИТ	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1	148,25	93,85	27,91	37,12	270,81	154,43	48,98	65,14
2	61,56	55,84	21,7	28,86	130,29	76,99	50,59	67,28
3	76,33	67,46	35,75	47,55	151,47	97,72	76,95	102,34

На рис. 5 и 6 представлены диаграммы суммарных затрат времени на передвижение по участку 1 при отсутствии и при наличии выделенной полосы.



**Рис. 5. Диаграмма суммы затраченного времени проезда на ОТ и ИТ в межпиковое время при отсутствии и при наличии ВП (участок 1)**



**Рис. 6. Диаграмма суммы затраченного времени проезда на ОТ и ИТ в часы пик при отсутствии и наличии ВП (участок 1)**

### Выводы

По результатам оценки целесообразности введения выделенной полосы для общественного транспорта по критерию минимума суммарных затрат времени на передвижение, получены следующие результаты:

- 1) на участке ул. Ленина – ул. Литвинова сокращение суммарного затраченного времени в межпиковое время составило 26 %, в часы пик – 31 %;
- 2) на участке ул. Литвинова – ул. Чехова сокращение суммарного затраченного времени в межпиковое время составило минус 2 %, в часы пик – 20 %;
- 3) на участке ул. Чехова – Карла Либкнехта сокращение суммарного затраченного времени в межпиковое время составило минус 3 %, в часы пик – 12 %.

Следовательно, выделенная полоса на участках 2 и 3 в межпиковый период является неэффективной.

Результаты исследований позволили сформулировать ряд вопросов, требующих детального изучения. При попытке практической реализации результатов исследований возникнет вопрос о том, как будут поворачивать автобусы на ул. Чехова (налево, через две оставшиеся полосы общего пользования). Этот перекресток регулируется светофором, значит, придется пересмотреть режимы его работы с учетом приоритета для ОТ.

На всем протяжении ул. Дзержинского пересекают несколько улиц, которые являются второстепенными по отношению к ней. Как индивидуальному транспорту, выезжающему со второстепенной улицы или со двора, осуществить поворот направо через полосу для общественного транспорта? И наоборот, как с ул. Дзержинского индивидуальному транспорту, движущемуся по средней полосе, осуществить поворот направо на второстепенную улицу или во двор? В данном случае потребуется применить соответствующую дорожную разметку и знаки [3, 4].

При проведении исследований было выявлено, что на всем протяжении улицы по обеим ее сторонам находятся припаркованные автомобили, что значительно сужает проезжую часть (фактически, улица превращается из трехполосной в двухполосную) и снижает ее пропускную способность [5]. Следует запретить парковку по правой стороне ул. Дзержинского, а также ужесточить контроль за соблюдением правил парковки; то же самое предлагается сделать и по крайней левой полосе.

### *Библиографический список*

1. СП 396.1325800.2018 Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования. – Введен 2.02.19. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/552304870> (дата обращения: 20.10.2022 г.).
2. Условия введения выделенных полос для общественного транспорта [Электронный ресурс] URL: <https://monteklever.livejournal.com/247975.html> (дата обращения: 28.02.2023 г.).
3. Движение по полосе общественного транспорта - правила и нюансы [Электронный ресурс] URL: <https://onlinegibdd.ru/articles/view/avtobusnaya-polosa> (дата обращения: 20.02.2023 г.).
4. Автобусная полоса по ПДД и штраф за езду и остановку на ней в вопросах и ответах [Электронный ресурс] URL: <https://autotonkosti.ru/q/avtobusnaya-polosa-po-pdd-i-shtraf-za-ezdu-i-ostanovku-na-ney-v#simple-table-of-contents-1> (дата обращения: 21.02.2023 г.).
5. Колганов, С.В. Исследование возможностей увеличения пропускной способности улиц в центральной части г. Иркутска [Электронный ресурс] / С.В. Колганов, В.В. Скутельников // Серия конференций ИОР: Материаловедение и инженерия. Том 632. Международная конференция по инновациям в автомобильной и аэрокосмической технике 27 мая – 1 июня 2019 г., Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия. № 012070. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/632/1/012070>. Published online: 8 November 2019/ (дата обращения 15.02.2023).