



Результаты сравнительного исследования экономической эффективности различных видов транспорта

**Александр Морозов,
Вице-президент МАП ГЭТ**



Цель и источники

1. **Цель:** оценка границ эффективного применения видов городского транспорта общего пользования.

2. **Источники:**
 - Результаты детального анкетирования по 4 городам (Ульяновск, Новокузнецк, Саратов, Екатеринбург);
 - Приказ Минтранса России от 30 мая 2019 г. N 158 "Об утверждении Порядка определения начальной (максимальной) цены контракта, а также цены контракта, заключаемого с единственным поставщиком (подрядчиком, исполнителем), при осуществлении закупок в сфере регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» (актуализируемая редакция на утверждении Минтрансом России).



Методология расчета

Расчет проводится на условном типичном внутригородском маршруте длиной 10 км (оборотный рейс 20 км). Определяются расходы на транспортную работу в год, выполняемую по маршруту при типичной (для внутригородских условий) внутрисуточной и внутригодовой неравномерности пассажиропотока.

Входным параметром является пассажиропоток в сечении (максимальное число пассажиров в сечении маршрута на перегоне в час пик). Частота движения определяется делением потока на нормативную (при плотности стоящих 4 чел/м²) вместимость подвижного состава (по видам транспорта и классам вместимости). Интервал определяется как обратная величина к частоте, и устанавливается с запасом 20 секунд на опоздание (чтобы избежать переполнения подвижного состава), с округлением вниз до 0,5 минут исходя из практически реализуемой точности выполнения расписаний. Исходя из соображений качества, интервал в час пик принимается не более 8 минут. Время оборотного рейса установлено исходя из скорости сообщения 18 км/ч, с учетом запаса на опоздание (10% времени) и округления вверх до интервала. Выпуск подвижного состава определен делением времени оборотного рейса на интервал, парк – делением выпуска на коэффициент технической готовности. Исходя из типичного соотношения интервалов движения по периодам суток, определены число рейсов по периодам суток; умножая время оборотного рейса и длину рейса на число рейсов, определяем время водителей и пробег в сутки, соответственно. Годовые параметры (пробег, время в наряде) определены по типовым коэффициентам перехода от суток буднего дня к году.

Базовые параметры маршрута (парк, выпуск, пробег, время, протяженность инфраструктуры) позволяют произвести расчет затрат на брутто-контракт на работу условного маршрута в соответствии с Порядком определения НМЦК (приказ Минтранса России от 30 мая 2019 г. №158). Наиболее эффективным является вид транспорта, который позволяет обеспечить норматив качества обслуживания при наименьших затратах.



Определение параметров условного маршрута

Характеристики условного маршрута:

1. **Длина оборотного рейса, км:** 20;
2. **Пассажиропоток в максимальном сечении, пасс/ч:** входной параметр;
3. **Скорость, км/ч:** 18 (единая по всем видам транспорта);
4. **Частота в час, ед:** [поток] / [вместимость при 4 чел/м²];
5. **Интервал, мин:** [60] / [частота в час], с запасом 20 секунд, округленный до 0,5 минут вниз;
6. **Запас времени на конечной (по опозданию), %:** 8%;
7. **Время зарядки электробуса (на каждой конечной), мин:** 10 (параметры электробуса с запасом хода 40-50 км);
8. **Время оборотного рейса, мин:** [длина] / [скорость] * (1 + запас), округленное вверх до интервала;
9. **Выпуск, ед.:** [время оборотного рейса] / [интервал];
10. **Коэффициент технической готовности (КТГ), %:** 80% (автобус), 90% (ГЭТ);
11. **Парк, ед.:** [выпуск] / [КТГ];
12. **Число рейсов:** принято по типовому профилю частот по периодам суток;
13. **Пробег:** длина оборотного рейса * число рейсов / 0,9 * 350;
14. **Часы в наряде:** время об.рейса * число рейсов / 0,9 * 350
(где 0,9: коэф. учета парковых рейсов, 350 – приведение дня к году).



Параметры вместимости

№	Класс	Представитель	Сидячих	Площадь пола	Вместимость, при кол-ве пассажиров на метр пола				Рекомендовано
					5	4.5	4	3	
1	2	3	4	6	5	7	8	9	10
1	МК	ПАЗ 3205	16	0.6	19	18	18	17	18
2	СК	ЛИАЗ 4292	18	6.4	50	46	43	37	43
3	БК	ЛИАЗ 5292	20	12.0	80	74	68	56	68
4	Эл.БК	Лиаз	25	12.0	85	79	73	61	73
4	Эл.БК	Камаз	24	12.2	85	78	72	60	72
5	Т6 БК	ЗИУ-9	25	12.0	85	79	73	61	73
6	ОБК	ЛИАЗ 6213	37	14.0	107	100	93	79	93
7	Т6 ОБК	ЗИУ-10	32	16.6	115	106	98	81	98
8	Тм-МК	71-911ЕМ	34	15.4	111	103	95	80	95
9	Тм-СК	Богатырь	34	19.4	131	121	111	92	111
10	Тм-БК	Витязь	60	25.6	188	175	162	136	162
11	Тм-ОБК	Лев	70	39.0	265	245	226	187	226
12	Метро	81-717	228	172.5	1090	1004	918	745	918

По данным о вместимости подвижного состава при 5 и 8 чел/м², произведен расчет площади пола и вместимости при 4 чел/м².



Профиль интервалов

№	Название периода	Начало периода	Конец периода	Частота от пика	Часов	При 1 рейсе в час
1	2	3	4	5	6	7
1	Межпик	6:00	7:00	0,8	1:00	0,8
2	Пик	7:00	9:00	1	2:00	2
3	Межпик	9:00	16:30	0,8	7:30	6
4	Пик	16:30	19:30	1	3:00	3
5	Межпик	19:30	21:00	0,8	1:30	1,2
6	Вечер	21:00	0:00	0,5	3:00	1,5
	Итого в день					14,5

Типовой профиль интервалов движения рассчитан, исходя из соотношения частот движения (относительно часа пик) и времен начала и окончания периодов постоянства интервалов на типичном городском маршруте. Типовой профиль позволяет определить количество рейсов в сутки на 1 рейс в час.



Условный маршрут: параметры

Вид транспорта ->		Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Элб	Тб	Тб	ТУАХ	ТУАХ	Тм	Тм	Тм	Тм
Класс вместимости ->		МК	МК	СК	БК	БК	ОБК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
Параметры маршрута	Общий параметр	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лиаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
Длина маршрута по оси улиц, км	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Скорость сообщения с учетом остановок, км/ч		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Поток в одном направлении, чел/час	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105	1105
Вместимость при 4 чел/м ² , чел		18	22	43	68	68	93	93	73	73	98	73	98	95	162	190	285
Требуемая частота, ед. транспорта/час		61,4	50,2	25,7	16,3	16,3	11,9	11,9	15,1	15,1	11,3	15,1	11,3	11,6	6,8	5,8	3,9
Интервал в пик, минут		0,98	1,19	2,33	3,69	3,69	5,05	5,05	3,96	3,96	5,32	3,96	5,32	5,16	8,80	10,32	15,48
Интервал округленный до 0,5, минут		0,5	1,0	2,0	3,5	3,5	5,0	5,0	3,5	3,5	5,0	3,5	5,0	5,0	8,5	10,0	15,0
Интервал с допуском на опоздание 20 секунд	20	0,6	0,9	2,0	3,4	3,4	4,7	4,7	3,6	3,6	5,0	3,6	5,0	4,8	8,5	10,0	15,1
Интервал, окр.до 0,5 мин		0,6	0,9	2,0	3,0	3,0	4,5	4,5	3,5	3,5	4,5	3,5	4,5	4,5	8,0	9,5	15,0
Интервал - принято (с огр. до 8 мин)		0,6	0,9	2,0	3,0	3,0	4,5	4,5	3,5	3,5	4,5	3,5	4,5	4,5	8,0	8,0	8,0
Время оборотного рейса, минут		66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67
Время зарядки электробуса, минут		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Время с запасом на отстой и зарядку, минут	10%	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33	90,00	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33	73,33
Оборотный рейс (округленный до интервала)		73,42	74,07	74,00	75,00	75,00	76,50	76,50	91,00	73,50	76,50	73,50	76,50	76,50	80,00	80,00	80,00
Выпуск в будни		114	86	37	25	25	17	17	26	21	17	21	17	17	10	10	10
Козф. выпуска		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Парк		143	108	47	32	32	22	22	33	27	22	27	22	22	13	13	13
Рейсов в сутки		1 351	1 010	435	290	290	193	193	249	249	193	249	193	193	109	109	109
Козфф.использования пробега	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Пробег по маршруту в год, тыс.км	350	10 507	7 857	3 383	2 256	2 256	1 504	1 504	1 933	1 933	1 504	1 933	1 504	1 504	846	846	846
Время водителя в год, тыс.час		683	515	222	150	150	102	102	147	118	96	118	96	96	56	56	56

Интервалы определены на основе частоты движения (пиковый поток в час в сечении делим на нормативную вместимость). Интервалы кардинально влияют на суммарный пробег и время водителей, определяя разницу в расходах на работу маршрута между видами транспорта и классами вместимости.



Амортизация

$$\cdot M_i \times C_i \times I_{\text{mot}} \times r / (12 \times T_{\text{ni}}):$$

Вид транспорта ->		Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Элб	Т6	Т6	ТУАХ	ТУАХ	Тм	Тм	Тм	Тм
Класс вместимости ->		МК	МК	СК	БК	БК	ОБК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
Параметры маршрута	Общий параметр	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лиаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
Стоимость единицы, млн.		2,60	3,20	4,10	12,00	12,00	16,00	16,00	34,40	22,00	28,00	27,00	33,00	45,00	96,00	90,00	135,00
Доля капремонтов/аккумуляторов за срок службы от стоим.ПС		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	0%	0%	30%	30%	38%	38%	38%	38%
Срок контракта (мес)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Срок службы, лет		5	5	5	7	7	7	7	15	15	15	15	15	30	30	30	30
Расходы на 1 ед. парка в годовом контракте		0,52	0,64	0,82	1,71	1,71	2,29	2,29	2,98	1,47	1,87	2,34	2,86	2,07	4,42	4,14	6,21
Затраты на амортизацию в год, млн.		74	69	39	55	55	50	50	98	40	41	63	63	46	57	54	81
Затраты, разово (справочно)		371,8	345,6	192,7	384	384	352	352	1135	594	616	729	726	990	1248	1170	1755

При потоке ~1100 пассажиров в час, наименьшие расходы в год на подвижной состав – на автобусе СК, троллейбусе и одиночном трамвае (39-46 млн/год), наибольшие – на автобусе малого и среднего класса и трехвагонном трамвае (69-81 млн. в год), максимальные – на электробусе БК (98 млн. в год).



ФОТ водителей

$$P_{\text{ОТВ}ti} = \frac{12 \times \text{ЗПВ}_i}{\text{ФРВ}_\text{в}} \times \text{АЧ}_{ti} \times k_{\text{пз}} \times k_{\text{бил}} \times I_{\text{пцт}} / L_{ti} \text{ руб./км (2)}$$

Вид транспорта ->		Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Элб	Тб	Тб	ТУАХ	ТУАХ	Тм	Тм	Тм	Тм
Класс вместимости ->		МК	МК	СК	БК	БК	ОБК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
Параметры маршрута	Общий параметр	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лиаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
Средняя зарплата по крупным и средним		36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480	36 480
Коэф. зарплаты водителя по НМЦК/Отраслевому		0,98	0,98	1,05	1,43	1,43	1,50	1,50	1,00	1,00	1,10	1,00	1,10	0,90	1,00	1,00	1,10
Коэф. мегаполиса (по НМЦК)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Фонд рабочего времени	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772	1772
Коэф. подг-закл. времени	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
Коэф. вознагражд. за продажу билетов	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Стоимость 1 часа водителя		256,6	256,6	275,0	374,5	374,5	392,8	392,8	261,9	261,9	288,0	261,9	288,0	235,7	261,9	261,9	288,0
Час водителя с отчислениями	30,8%	335,7	335,7	359,6	489,8	489,8	513,8	513,8	342,5	342,5	376,8	342,5	376,8	308,3	342,5	342,5	376,8
Затраты на персонал экипажей в год, млн.		229	173	80	73	73	52	52	50	41	36	41	36	30	19	19	21

При потоке ~1100 пассажиров в час, наименьшие расходы на фонд оплаты труда водителей – на трамвае всех видов вместимости (21-30 млн.руб/год), наибольшие – на автобусе среднего и малого класса (73-229 млн.руб/год).



Топливо + ГСМ и энергия

$$P_{Tti} = C_{Ti} \times (Hs_i / 100 \times (1 + 0,01 \times D) + (H_{om i} / V_9 \times N_3 / 12)) \times I_{Ti}, \text{ руб. (7)}$$

$$P_{эti} = 1,18 \times H_{Pi} \times C_9 \times I_{эt}, \text{ руб./км (7)}$$

Вид транспорта ->		Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Элб	Тб	Тб	ТУАХ	ТУАХ	Тм	Тм	Тм	Тм
Класс вместимости ->		МК	МК	СК	БК	БК	ОБК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
Параметры маршрута	Общий параметр	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лмаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
<i>Расходы на топливо/энергию ПС</i>																	
Стоимость л.топлива / кВт-ч электроэнергии, руб.		45,99	45,99	51,5	51,5	18,5	51,5	18,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Транспортная норма расхода топлива / Потр.эл-эн (по поправочный коэффициент		17,0	17,0	26,2	39,8	61,3	47,5	73,2	2,4	2,4	3,7	2,4	3,7	2,7	4,6	5,4	8,1
норма расхода топлива на работу отопителей салона (эксплуатационная скорость		0,0	0,0	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5									
количество месяцев работы отопителя салона		8	8	8	8	8	8	8									
Потери в сетях / норма затрат на ГСМ		1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,00	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Затраты на топливо+ГСМ/энергию на км пробега		13,45	13,45	28,33	42,43	22,08	49,25	25,85	10,80	12,74	19,65	12,74	19,65	14,34	24,43	28,67	43,01
Топливо и энергия в год, млн. руб.		141	106	96	96	50	74	39	21	25	30	25	30	22	21	24	36

При потоке ~1100 пассажиров в час, наименьшие расходы на топливо/энергию – на всех видах электротранспорта (прежде всего, на трамвае и электробусе), наибольшие – на автобусах (расходы по этой статье на автобусе выше в 2-7 раз, чем на электротранспорте).



Ремонт подвижного состава

$$ЗПР = СЗП \times K_{ЗП} \times K_M, \text{ руб. (12)}$$

$$\Phi OT_{ppri} = \left(12 \times ЗПР / \Phi РВ_{pp} \right) \times I_{пцт} \times \left(T_{Ti} / K_{ТО} + T_{pi} \times K_{КР} \right) \times 0,001 \times (1 + C_{ТС} / 100)$$

$$\Phi OT_{ppri} = \left(\frac{12 \times ЗПР}{\Phi РВ_{pp}} \right) \times I_{пцт} \times T_{Ti} \times 0,001 \times K_{ТО} \times (1 + C_{ТС} / 100)$$

Вид транспорта ->		Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Элб	Тб	Тб	ТУАХ	ТУАХ	Тм	Тм	Тм	Тм
Класс вместимости ->		МК	МК	СК	БК	БК	ОБК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
Параметры маршрута	Общий параметр	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лиаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
Кoeff.зарплаты ремонтного рабочего		0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Удел.трудоемкость ТО на 1000 км		8,00	8,00	9,30	13,30	16,88	19,10	22,93	25,00	25,00	30,00	25,00	30,00	20,00	26,00	40,40	60,80
Кoeff.корр. ТО по климату		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Удел.трудоемкость ремонта на 1000 км		6,40	6,40	7,80	10,20	12,95	13,20	15,85									
Кoeff.корр. ремонта по климату		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
ФОТ рабочих, руб/км		3,64	3,64	4,32	5,94	7,54	8,17	9,80	7,11	7,11	8,53	7,11	8,53	5,69	7,39	11,49	17,29
Удельные расходы на запчасти, руб/км		3,20	3,20	3,60	6,40	8,12	8,60	10,32	12,60	12,60	16,00	12,60	16,00	17,00	22,00	34,34	51,68
Кoeff.корр. запчастей по климату		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Запчасти с НДС, руб/км		3,20	3,20	3,60	6,40	8,12	8,60	10,32	12,60	12,60	16,00	12,60	16,00	17,00	22,00	34,34	51,68
Шины, руб/км		0,28	0,28	0,66	0,84	0,84	0,94	0,94	0,75	0,75	0,94	0,75	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
Расходы на ремонт ПС на 1 км пробега, руб		7,12	7,12	8,58	13,18	16,51	17,71	21,07	20,46	20,46	25,47	20,46	25,47	22,69	29,39	45,83	68,97
Итого, на ремонт в год, млн.		75	56	29	30	37	27	32	40	40	38	40	38	34	25	39	58

При потоке ~1100 пассажиров в час, наименьшие расходы на ремонт подвижного состава – на трамвае ОБК и на автобусах среднего и большого класса, наибольшие – на автобусе малого класса и на трехвагонных трамваях.



Инфраструктура

$$P_{\text{ККт}} = 149\,550 \times l_{\text{КК}} \times K_{\text{уз}} \times K_{\text{ПКУ}} \times I_{\text{МТ}} / L_{\text{СУММ}}$$

$$P_{\text{ТПт}} = 371 \times N_{\text{ТП}} \times I_{\text{мт}} / L_{\text{СУММт}}, \text{ руб./км (14)}$$

$$P_{\text{Пт}} = 2\,450\,000 \times l_n \times K_{\text{уз}} \times K_{\text{ПКУ}} \times I_{\text{МТ}} / L_{\text{СУММт}}$$

Вид транспорта ->		Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Элб	Тб	Тб	ТУАХ	ТУАХ	Тм	Тм	Тм	Тм
Класс вместимости ->		МК	МК	СК	БК	БК	ОБК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
Параметры маршрута	Общий параметр	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лиаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
Доля протяженности, обустроенная инфраструктурой ГЭТ		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6	0,6	1	1	1	1
Выделенная полоса / трамвайный путь, тыс.руб./км в год		1 478	1 478	1 478	1 478	1 478	1 478	1 478	1 478	1 478	1 478	1 478	1 478	2 450	2 450	2 450	2 450
Контактная и кабельная сеть, тыс.руб/км	149,55									149,55	149,55	89,73	89,73	157,03	157,03	157,03	157,03
Подстанции, тыс.руб/ед.выпуска	73,587									73,59	73,59	73,59	73,59	148,78	148,78	148,78	148,78
Зарядные станции, тыс.руб / ед. выпуска									650,00								
Затраты на инфраструктуру в год, млн.		30	30	30	30	30	30	30	46	34	34	33	33	55	54	54	54

При потоке ~1100 пассажиров в час, наименьшие расходы на инфраструктуру – на автобусе (только расходы на выделенную полосу, необходимую при данной частоте движения). Максимальные расходы – на трамвае и электробусе.



Диспетчеризация

$$P_{сдt} = 75\,000 \times M \times CЗП \times I_{пцтд} / CЗП_{рф} / L_{суммKt}$$

Вид транспорта ->		Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Элб	Тб	Тб	ТУАХ	ТУАХ	Тм	Тм	Тм	Тм
Класс вместимости ->		МК	МК	СК	БК	БК	ОБК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
Параметры маршрута	Общий параметр	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лиаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
Базовые удельные расходы на содержание собс	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Расходы на выпуск, тыс.руб/ед	0,7104	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3
Расходы на диспетчеризацию, млн. в год		6,1	4,6	2,0	1,3	1,3	0,9	0,9	1,4	1,1	0,9	1,1	0,9	0,9	0,5	0,5	0,5

При потоке ~1100 пассажиров в час, наименьшие расходы на диспетчеризацию – на трамвае, наибольшие – на автобусах малого и среднего классов.



Расходы на депо и парки

$$ПКР_{ti} = K_{np} \times (P_{Tti} + P_{CMti} + P_{Шti} + P_{ТОti}), \text{ руб./км (14)}$$

$$ПКР_{ti} = (ЧПД_i \times ЗПП \times 12 \times (1 + C_{ТС}/100) + ПВ_i) \times M_{ti} \times I_{пцтд} / L_{ti}$$

Вид транспорта ->		Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Авт	Элб	Тб	Тб	ТУАХ	ТУАХ	Тм	Тм	Тм	Тм
Класс вместимости ->		МК	МК	СК	БК	БК	ОБК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
Параметры маршрута	Общий параметр	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лиаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
отношение прочих расходов к переменным (по I	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375									
Работа депо на км. пробега		7,71	7,71	13,84	20,85	14,47	25,11	17,60									
уд. численность персонала депо и парков на 1 ТС	1,15								1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Отношение зарплаты прочего персонала к СЗП	65%								65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
Прочие удельные расходы на единицу максимального количества транспортных средств									640 000	640 000	700 000	640 000	700 000	850 000	935 000	980 000	1 100 000
Работа депо на ед.выпуска, тыс. в год/ед									1 298	1 298	1 358	1 298	1 358	1 508	1 593	1 638	1 758
Затраты на депо в год, млн.		81	61	47	47	33	38	26	34	27	23	27	23	26	16	16	18

При потоке ~1100 пассажиров в час, наименьшие расходы на депо и парки – на трамвае, наибольшие – на автобусах малых классов.



130 пасс/ч: нижняя граница эффективности СК

№	Показатель (при равных условиях оплаты труда и налогообложения) при пассажиропотоке 130 пасс. в час в сечении	Соотношение расходов по видам транспорта (для потока 130 пасс/час)											
		Автобус					Элект	Тб		Тм			
		МК	МК	СК	БК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
		Малая (Форд-Транзит)	Малая (Газель-Сити)	Средняя (ПАЗ Вектор) без	БК, газ	ОБК. Газ	БК	Большая (Адмирал)	ОБК	БК	Особо большая	2хБК	3хБК
1	2	3	4	6	9	11	12	14	15	18	19	20	21
1	Вместимость, чел	18	22	43	68	93	73	73	98	95	162	190	285
2	Частота движения, ед.в час	7	6	3	2	1	2	2	1	1	1	1	0
3	Интервал, минут	5,0	5,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
4	Потребный парк подвижного состава, шт	19	19	13	13	13	15	13	13	13	13	13	13
5	Затраты на амортизацию ПС, млн. руб./год	10	12	11	22	30	45	19	24	27	57	54	81
6	Расходы на водителей, млн.руб./год	30	30	22	29	31	23	19	21	17	19	19	21
7	Топливо и энергия, млн. руб.год	18	18	24	19	22	9	11	17	12	21	24	36
8	Затраты на ремонт подвижного состава, млн.руб./год	10	10	7	14	18	17	17	22	19	25	39	58
9	Расходы на инфраструктуру, млн.руб./год	30	30	30	30	30	37	33	33	54	54	54	54
10	Расходы на депо, прочие расходы	11	11	12	13	15	16	14	14	16	16	17	18
11	ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год	109	111	105	127	145	148	113	131	145	192	207	268
12	Рейтинг вида транспорта	3	4	1	7	11	14	5	8	10	17	18	19
13	Отношение затрат к лидеру	103%	105%	100%	120%	138%	141%	108%	125%	138%	183%	196%	255%

При потоке 130 пасс/час, автобус среднего класса (СК) становится экономичнее автобусов малого класса. При потоках менее 130 пасс/час наиболее целесообразно применение автобусов малого класса, однако, с учетом возможных колебаний потока, малый класс рекомендуется только при условии, если колебания потока и отказы в посадке будут крайне редки.



320 пасс/ч: автобус СК примыкает к троллейбусу БК

№	Показатель (при равных условиях оплаты труда и налогообложения) при пассажиропотоке 320 пасс. в час в сечении	Соотношение расходов по видам транспорта (для потока 320 пасс/час)													
		Автобус					Элект	Тб				Тм			
		МК	МК	СК	БК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
		Малая (Форд-Транзит)	Малая (Газель Сити)	Средняя (ПАЗ Вектор) без	БК, газ	ОБК. Газ	БК	Большая (Адмирал)	ОБК	Увелич. автономный ход	Увелич. автономный ход	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
1	2	3	4	6	9	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Вместимость, чел	18	22	43	68	93	73	73	98	73	98	95	162	190	285
2	Частота движения, ед.в час	18	15	7	5	3	4	4	3	4	3	3	2	2	1
3	Интервал, минут	3,0	3,8	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
4	Потребный парк подвижного состава, шт	32	25	13	13	13	15	13	13	13	13	13	13	13	13
5	Затраты на амортизацию ПС, млн. руб./год	17	16	11	22	30	45	19	24	30	37	27	57	54	81
6	Расходы на водителей, млн.руб./год	50	40	22	29	31	23	19	21	19	21	17	19	19	21
7	Топливо и энергия, млн. руб.год	30	24	26	19	22	9	11	17	11	17	12	21	24	36
8	Затраты на ремонт подвижного состава, млн.руб./год	16	13	8	14	18	17	17	22	17	22	19	25	39	58
9	Расходы на инфраструктуру, млн.руб./год	30	30	30	30	30	37	33	33	32	32	54	54	54	54
10	Расходы на депо, прочие расходы	18	15	13	13	15	16	14	14	14	14	16	16	17	18
11	ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год	161	137	108	127	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
12	Рейтинг вида транспорта	12	6	1	4	9	11	2	5	3	7	8	14	15	16
13	Отношение затрат к лидеру	149%	127%	100%	117%	134%	137%	105%	121%	114%	132%	134%	178%	191%	248%

При потоке 320 пассажиров в час, всё ещё наиболее эффективен автобус среднего класса, за которым сразу же следует троллейбус большого класса и троллейбус с увеличенным автономным ходом большого класса, не оставляя места для зоны эффективного применения автобуса большого класса в городских условиях.



330 пас/ч: нижняя граница эффективности Тб

№	Показатель (при равных условиях оплаты труда и налогообложения) при пассажиропотоке 330 пасс. в час в сечении	Соотношение расходов по видам транспорта (для потока 330 пасс/час)														
		Автобус					Элект	Тб					Тм			
		МК	МК	СК	БК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК	
		Малая (Форд-Транзит)	Малая (Газель Сити)	Средняя (ПАЗ Вектор) без	БК, газ	ОБК. Газ	БК	Большая (Адмирал)	ОБК	Увелич. авто-номный ход	Увелич. авто-номный ход	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК	
1	2	3	4	6	9	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	Вместимость, чел	18	22	43	68	93	73	73	98	73	98	95	162	190	285	
2	Частота движения, ед.в час	18	15	8	5	4	5	5	3	5	3	3	2	2	1	
3	Интервал, минут	2,9	3,7	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
4	Потребный парк подвижного состава, шт	32	25	14	13	13	15	13	13	13	13	13	13	13	13	
5	Затраты на амортизацию ПС, млн. руб./год	17	16	11	22	30	45	19	24	30	37	27	57	54	81	
6	Расходы на водителей, млн.руб./год	50	40	24	29	31	23	19	21	19	21	17	19	19	21	
7	Топливо и энергия, млн. руб.год	31	25	27	19	22	9	11	17	11	17	12	21	24	36	
8	Затраты на ремонт подвижного состава, млн.руб./год	16	13	8	14	18	17	17	22	17	22	19	25	39	58	
9	Расходы на инфраструктуру, млн.руб./год	30	30	30	30	30	37	33	33	32	32	54	54	54	54	
10	Расходы на депо, прочие расходы	19	15	14	13	15	16	14	14	14	14	16	16	17	18	
11	ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год	163	139	114	127	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268	
12	Рейтинг вида транспорта	12	6	2	4	9	11	1	5	3	7	8	14	15	16	
13	Отношение затрат к лидеру	144%	123%	101%	112%	128%	131%	100%	116%	109%	126%	128%	170%	182%	237%	

Начиная с потока 330 пассажиров в час, на условном маршруте наиболее эффективен троллейбус. Заметим, что расчеты учитывают все текущие расходы на обновление подвижного состава и имеющейся инфраструктуры, но не учитывают первоначальных инвестиций в инфраструктуру. При этом, автобус СК всё ещё на втором месте, поэтому запуск маршрутов троллейбуса с увеличенным автономным ходом (заряжающийся от контактной сети) ещё не вошел в эффективную фазу. **Электробус дороже на 31%.**



380 пас/ч: автобус СК может заменяться ТУАХ

№	Показатель (при равных условиях оплаты труда и налогообложения) при пассажиропотоке 380 пасс. в час в сечении	Соотношение расходов по видам транспорта (для потока 380 пасс/час)														
		Автобус					Элект	Тб					Тм			
		МК	МК	СК	БК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК	
		Малая (Форд-Транзит)	Малая (Газель-Сити)	Средняя (ПАЗ Вектор) без	БК, газ	ОБК. Газ	БК	Большая (Адмирал)	ОБК	Увелич. автономный ход	Увелич. автономный ход	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК	
1	2	3	4	6	9	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	Вместимость, чел	18	22	43	68	93	73	73	98	73	98	95	162	190	285	
2	Частота движения, ед.в час	21	17	9	6	4	5	5	4	5	4	4	2	2	1	
3	Интервал, минут	2,5	3,1	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
4	Потребный парк подвижного состава, шт	38	30	17	13	13	15	13	13	13	13	13	13	13	13	
5	Затраты на амортизацию ПС, млн. руб./год	20	19	14	22	30	45	19	24	30	37	27	57	54	81	
6	Расходы на водителей, млн.руб./год	60	48	28	29	31	23	19	21	19	21	17	19	19	21	
7	Топливо и энергия, млн. руб.год	36	29	32	19	22	9	11	17	11	17	12	21	24	36	
8	Затраты на ремонт подвижного состава, млн.руб./год	19	15	10	14	18	17	17	22	17	22	19	25	39	58	
9	Расходы на инфраструктуру, млн.руб./год	30	30	30	30	30	37	33	33	32	32	54	54	54	54	
10	Расходы на депо, прочие расходы	22	18	16	13	15	16	14	14	14	14	16	16	17	18	
11	ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год	187	159	129	127	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268	
12	Рейтинг вида транспорта	13	11	4	3	8	10	1	5	2	6	7	14	15	16	
13	Отношение затрат к лидеру	166%	141%	114%	112%	128%	131%	100%	116%	109%	126%	128%	170%	182%	237%	

Начиная с потока 380 пассажиров в час, на условном маршруте расходы по троллейбусу с увеличенным автономным ходом становятся меньше, чем расходы по автобусу среднего класса. Маршруты автобуса, которые идут под проводами более 40%, при потоке 380 пассажиров в час можно переводить на троллейбус с увеличенным автономным ходом. **При этом электробус по-прежнему дороже на 31%.**



650 пасс/ч: переход на троллейбус ОБК

№	Показатель (при равных условиях оплаты труда и налогообложения) при пассажиропотоке 650 пасс. в час в сечении	Соотношение расходов по видам транспорта (для потока 650 пасс/час)													
		Автобус					Элект	Т6				Тм			
		МК	МК	СК	БК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
		Малая (Форд-Транзит)	Малая (Газель Сити)	Средняя (ГАЗ Вектор) без	БК, газ	ОБК. Газ	БК	Большая (Адмирал)	ОБК	Увелич. автo-номный ход	Увелич. автo-номный ход	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
1	2	3	4	6	9	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Вместимость, чел	18	22	43	68	93	73	73	98	73	98	95	162	190	285
2	Частота движения, ед.в час	36	30	15	10	7	9	9	7	9	7	7	4	3	2
3	Интервал, минут	1,3	1,7	3,5	5,5	8,0	6,0	6,0	8,0	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
4	Потребный парк подвижного состава, шт	70	55	27	18	13	19	17	13	17	13	13	13	13	13
5	Затраты на амортизацию ПС, млн. руб./год	36	35	22	31	30	57	25	24	40	37	27	57	54	81
6	Расходы на водителей, млн.руб./год	113	88	45	41	31	29	25	21	25	21	17	19	19	21
7	Топливо и энергия, млн. руб.год	69	54	55	27	22	12	14	17	14	17	12	21	24	36
8	Затраты на ремонт подвижного состава, млн.руб./год	36	28	17	20	18	23	23	22	23	22	19	25	39	58
9	Расходы на инфраструктуру, млн.руб./год	30	30	30	30	30	39	33	33	32	32	54	54	54	54
10	Расходы на депо, прочие расходы	42	33	28	19	15	20	18	14	18	14	16	16	17	18
11	ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год	326	268	196	167	145	180	139	131	152	143	145	192	207	268
12	Рейтинг вида транспорта	16	14	11	7	5	9	2	1	6	3	4	10	13	15
13	Отношение затрат к лидеру	248%	205%	150%	128%	111%	138%	106%	100%	116%	109%	111%	147%	158%	205%

Начиная с потока 650 пассажиров в час, на условном маршруте наименьшие расходы образуются при использовании троллейбуса особо большого класса. Эксплуатация электробуса при этом обойдется дороже на 38%.



1110 пасс/ч: переход на трамвай ОБК

№	Показатель (при равных условиях оплаты труда и налогообложения) при пассажиропотоке 1110 пасс. в час в сечении	Соотношение расходов по видам транспорта (для потока 1110 пасс/час)													
		Автобус					Элект	Тб				Тм			
		МК	МК	СК	БК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
		Малая (Форд-Транзит)	Малая (Газель Сити)	Средняя (ПАЗ Вектор) без	БК, газ	ОБК. Газ	БК	Большая (Адмирал)	ОБК	Увелич. автономный ход	Увелич. автономный ход	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
1	2	3	4	6	9	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Вместимость, чел	18	22	43	68	93	73	73	98	73	98	95	162	190	285
2	Частота движения, ед.в час	62	50	26	16	12	15	15	11	15	11	12	7	6	4
3	Интервал, минут	0,6	0,9	1,5	3,0	4,5	3,5	3,5	4,5	3,5	4,5	4,5	8,0	8,0	8,0
4	Потребный парк подвижного состава, шт	144	108	62	32	22	33	27	22	27	22	22	13	13	13
5	Затраты на амортизацию ПС, млн. руб./год	75	69	51	55	50	98	40	41	63	63	46	57	54	81
6	Расходы на водителей, млн.руб./год	231	173	106	73	52	50	41	36	41	36	30	19	19	21
7	Топливо и энергия, млн. руб.год	142	106	128	50	39	21	25	30	25	30	22	21	24	36
8	Затраты на ремонт подвижного состава, млн.руб./год	75	56	39	37	32	40	40	38	40	38	34	25	39	58
9	Расходы на инфраструктуру, млн.руб./год	30	30	30	30	30	46	34	34	33	33	55	54	54	54
10	Расходы на депо, прочие расходы	88	66	65	34	27	35	28	24	28	24	27	16	17	18
11	ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год	641	500	418	279	230	291	207	203	229	223	212	192	207	268
12	Рейтинг вида транспорта	16	15	14	11	8	12	4	2	7	6	5	1	3	9
13	Отношение затрат к лидеру	333%	260%	217%	145%	120%	151%	108%	105%	119%	116%	110%	100%	107%	140%

Начиная с потока 1110 пассажиров в час, наиболее выгодным становится применение трамвайного транспорта (с учетом расходов на содержание и ремонт инфраструктуры и подвижного состава, но без учета первоначальных затрат). Троллейбус становится дороже на 5-8%, троллейбус с автономным ходом – на 16-19%, автобус – на 20%, электробус – на 51%.



1830 пасс/ч: трехвагонные поезда трамвая

№	Показатель (при равных условиях оплаты труда и налогообложения) при пассажиропотоке 1830 пасс. в час в сечении	Соотношение расходов по видам транспорта (для потока 1830 пасс/час)													
		Автобус					Элект	Т6				Тм			
		МК	МК	СК	БК	ОБК	БК	БК	ОБК	БК	ОБК	БК	ОБК	2хБК	3хБК
		Малая (Форд-Транзит)	Малая (Газель-Сити)	Средняя (ПАЗ Вектор) без	БК, газ	ОБК. Газ	БК	Большая (Адмирал)	ОБК	Увелич. автo-номный ход	Увелич. автo-номный ход	БК Львенок	ОБК Витязь	2хБК	3хБК
1	2	3	4	6	9	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Вместимость, чел	18	22	43	68	93	73	73	98	73	98	95	162	190	285
2	Частота движения, ед.в час	102	83	43	27	20	25	25	19	25	19	19	11	10	6
3	Интервал, минут	0,3	0,4	1,0	1,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	4,5	5,5	8,0
4	Потребный парк подвижного состава, шт	358	238	93	62	38	57	47	38	47	38	38	22	18	13
5	Затраты на амортизацию ПС, млн. руб./год	186	152	76	106	87	170	69	71	110	109	79	97	75	81
6	Расходы на водителей, млн.руб./год	575	382	159	144	92	87	71	64	71	64	52	33	27	21
7	Топливо и энергия, млн. руб.год	354	235	192	100	70	37	43	53	43	53	39	37	35	36
8	Затраты на ремонт подвижного состава, млн.руб./год	188	124	58	74	57	69	69	69	69	69	61	44	56	58
9	Расходы на инфраструктуру, млн.руб./год	30	30	30	30	30	59	35	35	34	34	57	55	54	54
10	Расходы на депо, прочие расходы	218	145	98	68	49	61	50	42	50	42	47	28	24	18
11	ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год	1 551	1 067	613	522	385	482	338	334	378	370	334	294	271	268
12	Рейтинг вида транспорта	16	15	13	12	9	11	6	4	8	7	5	3	2	1
13	Отношение затрат к лидеру	578%	398%	228%	194%	143%	180%	126%	124%	141%	138%	125%	109%	101%	100%

Начиная с потока 1830 пассажиров в час, абсолютным лидером становится трамвайный поезд, сцепленный из трех одиночных вагонов. Такой трамвай на 24-26% экономичнее троллейбуса, на 43% экономичнее автобуса и на 80% экономичнее электробуса.



Годовые затраты в зависимости от потока в сечении

Поток в сечении, пасс. в час	Авт МК	Авт МК Газель-Сити	Авт СК	Авт БК	Авт БК	Авт ОБК	Авт ОБК	Элб БК	Т6 БК	Т6 ОБК	ТУАХ БК	ТУАХ ОБК	Тм БК	Тм ОБК	Тм 2хБК	Тм 3хБК
100	81	82	105	146	127	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
150	109	111	105	146	127	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
200	109	111	105	146	127	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
250	129	111	105	146	127	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
300	151	131	105	146	127	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
350	172	149	114	146	127	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
400	195	166	129	146	127	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
450	220	187	147	146	127	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
500	246	204	161	151	130	168	145	148	113	131	123	143	145	192	207	268
550	269	225	177	160	138	168	145	150	115	131	125	143	145	192	207	268
600	296	247	196	184	157	168	145	171	129	131	141	143	145	192	207	268
650	326	268	196	196	167	168	145	180	139	131	152	143	145	192	207	268
700	354	290	225	210	179	174	149	200	147	131	161	143	147	192	207	268
750	384	313	225	210	179	185	158	200	147	134	161	145	155	192	207	268
800	416	335	264	233	198	197	169	211	156	142	171	155	163	192	207	268
850	448	362	264	257	217	213	182	230	172	151	190	165	174	192	207	268
900	481	385	264	257	217	228	194	230	172	162	190	178	174	192	207	268
950	517	412	321	286	241	228	194	259	188	172	207	189	183	192	207	268
1000	555	438	321	286	241	245	207	259	188	172	207	189	193	192	207	268
1050	593	466	321	286	241	271	230	291	207	183	229	201	193	192	207	268
1100	634	494	321	332	279	271	230	291	207	183	229	201	212	192	207	268
1150	677	525	418	332	279	271	230	331	238	203	265	223	212	192	207	268
1200	720	554	418	332	279	300	253	331	238	203	265	223	230	195	207	268
1250	767	587	418	391	328	300	253	331	238	222	265	245	230	207	207	268
1300	816	619	418	391	328	335	282	331	238	222	265	245	230	207	207	268
1350	869	653	418	391	328	335	282	390	279	222	311	245	252	219	207	268
1400	922	690	418	391	328	335	282	390	279	246	311	272	252	219	211	268
1450	980	728	613	479	400	335	282	390	279	246	311	272	252	236	211	268
1550	1 104	806	613	479	400	389	326	482	338	284	378	315	288	250	224	268
1600	1 173	849	613	479	400	389	326	482	338	284	378	315	288	250	237	268
1650	1 247	892	613	479	400	389	326	482	338	284	378	315	288	250	237	268
1700	1 323	937	613	479	400	460	385	482	338	284	378	315	288	265	256	268
1750	1 407	985	613	627	522	460	385	482	338	284	378	315	334	265	256	268
1800	1 494	1 035	613	627	522	460	385	482	338	334	378	370	334	265	256	268
1850	1 589	1 086	613	627	522	460	385	482	338	334	378	370	334	294	271	268

Затраты на автобус резко возрастают с ростом пассажиропотока, затраты на трамвай растут гораздо медленнее.



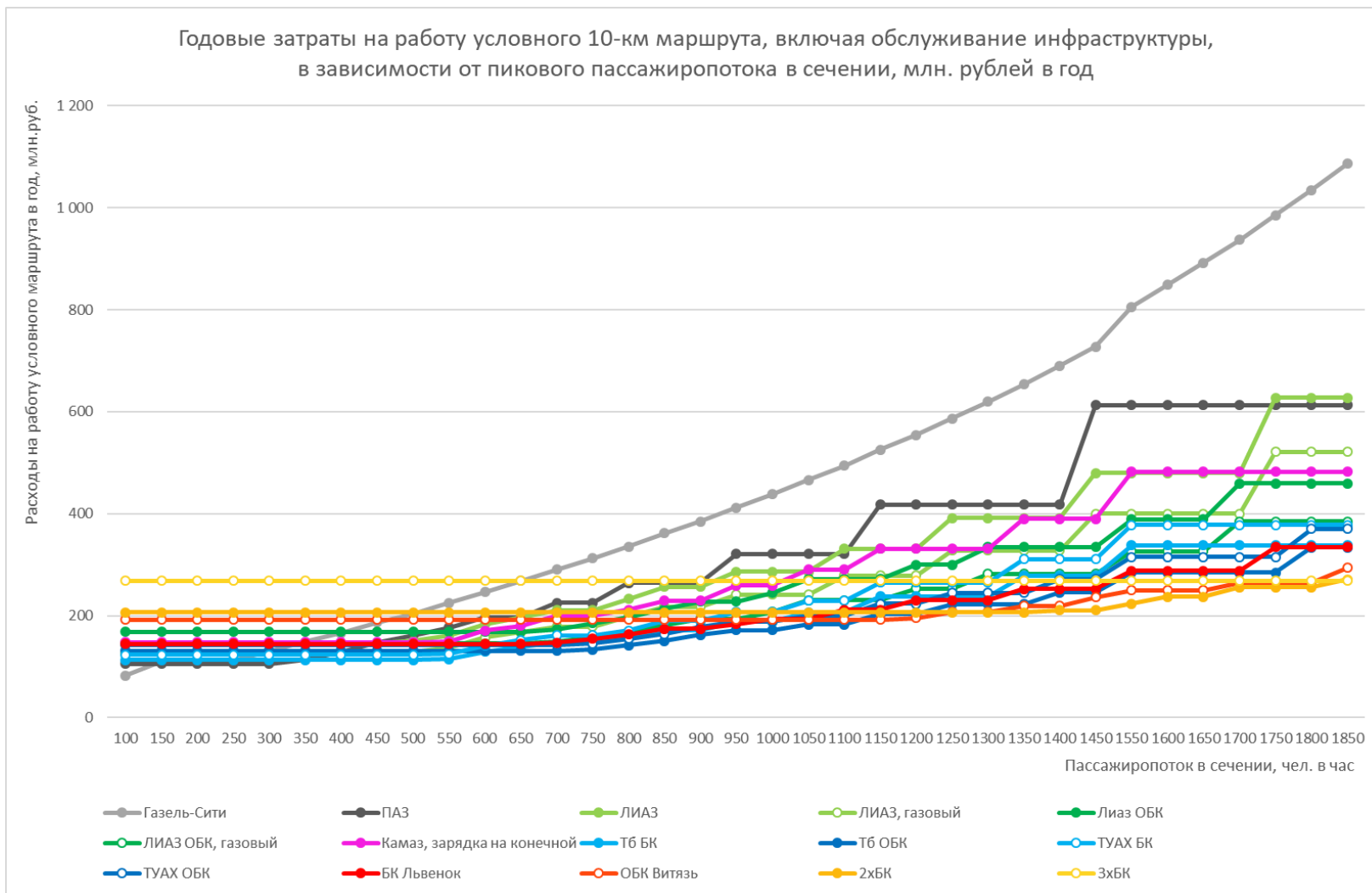
Отношение затрат по виду транспорта к минимальным

вид транспорта	Авт МК	Авт МК	Авт СК	Авт БК	Авт БК	Авт ОБК	Авт ОБК	Элб БК	Т6 БК	Т6 ОБК	ТУАХ БК	ТУАХ ОБК	Тм БК	Тм ОБК	Тм 2хБК	Тм 3хБК
Поток в сечении, пасс. в час	Форд-Транзит	Газель-Сити	ПАЗ	ЛИАЗ	ЛИАЗ, газовый	Лиаз ОБК	ЛИАЗ ОБК, газовый	Камаз, зарядка на конечной	БК Адмирал	ОБК	БК Адмирал	ОБК	БК Львенок	ОБК Вигляз	2хБК	3хБК
100	100%	102%	130%	181%	157%	208%	179%	183%	140%	162%	153%	177%	179%	238%	256%	332%
150	103%	105%	100%	139%	120%	160%	138%	141%	108%	125%	117%	136%	138%	183%	196%	255%
200	103%	105%	100%	139%	120%	160%	138%	141%	108%	125%	117%	136%	138%	183%	196%	255%
250	123%	106%	100%	139%	120%	160%	138%	141%	108%	125%	117%	136%	138%	183%	196%	255%
300	143%	125%	100%	139%	120%	160%	138%	141%	108%	125%	117%	136%	138%	183%	196%	255%
350	152%	131%	101%	129%	112%	149%	128%	131%	100%	116%	109%	126%	128%	170%	182%	237%
400	172%	147%	114%	129%	112%	149%	128%	131%	100%	116%	109%	126%	128%	170%	182%	237%
450	194%	165%	130%	129%	112%	149%	128%	131%	100%	116%	109%	126%	128%	170%	182%	237%
500	217%	180%	143%	133%	114%	149%	128%	131%	100%	116%	109%	126%	128%	170%	182%	237%
550	234%	196%	154%	139%	120%	146%	126%	130%	100%	114%	109%	124%	126%	167%	180%	233%
600	229%	191%	152%	142%	122%	130%	112%	132%	100%	101%	109%	110%	112%	149%	160%	207%
650	248%	205%	150%	150%	128%	129%	111%	138%	106%	100%	116%	109%	111%	147%	158%	205%
700	270%	221%	172%	161%	136%	132%	114%	153%	112%	100%	123%	109%	112%	147%	158%	205%
750	288%	234%	169%	157%	134%	138%	119%	150%	110%	100%	121%	109%	116%	144%	155%	201%
800	293%	236%	186%	164%	139%	139%	119%	149%	110%	100%	120%	109%	115%	135%	146%	189%
850	297%	240%	175%	170%	144%	141%	121%	152%	114%	100%	126%	109%	115%	128%	137%	178%
900	297%	238%	163%	158%	134%	141%	120%	142%	106%	100%	117%	110%	107%	119%	128%	166%
950	300%	239%	187%	166%	140%	132%	113%	151%	109%	100%	120%	110%	106%	112%	120%	156%
1000	322%	255%	187%	166%	140%	142%	120%	151%	109%	100%	120%	110%	112%	112%	120%	156%
1050	323%	254%	175%	156%	132%	148%	126%	159%	113%	100%	125%	110%	106%	105%	113%	147%
1100	346%	270%	175%	181%	152%	148%	126%	159%	113%	100%	125%	110%	116%	105%	113%	147%
1150	352%	273%	217%	172%	145%	141%	120%	172%	124%	105%	138%	116%	110%	107%	107%	140%
1200	369%	284%	214%	170%	143%	153%	130%	170%	122%	104%	136%	114%	118%	100%	106%	137%
1250	371%	284%	202%	189%	159%	145%	122%	160%	115%	108%	128%	118%	111%	100%	100%	130%
1300	395%	300%	202%	189%	159%	162%	136%	160%	115%	108%	128%	118%	111%	100%	100%	130%
1350	420%	316%	202%	189%	159%	162%	136%	189%	135%	108%	150%	118%	122%	106%	100%	130%
1400	437%	327%	198%	186%	155%	159%	134%	185%	132%	117%	147%	129%	120%	104%	100%	127%
1450	465%	345%	290%	227%	190%	159%	134%	185%	132%	117%	147%	129%	120%	112%	100%	127%
1550	494%	360%	274%	214%	179%	174%	146%	216%	151%	127%	169%	141%	129%	112%	100%	120%
1600	495%	358%	258%	202%	169%	164%	138%	203%	143%	120%	159%	133%	122%	105%	100%	113%
1650	526%	376%	258%	202%	169%	164%	138%	203%	143%	120%	159%	133%	122%	105%	100%	113%
1700	518%	367%	240%	188%	157%	180%	151%	189%	132%	111%	148%	123%	113%	104%	100%	105%
1750	550%	386%	240%	245%	204%	180%	151%	189%	132%	111%	148%	123%	131%	104%	100%	105%
1800	584%	405%	240%	245%	204%	180%	151%	189%	132%	131%	148%	145%	131%	104%	100%	105%
1850	592%	405%	228%	234%	194%	171%	143%	180%	126%	124%	141%	138%	125%	109%	101%	100%

В каждом диапазоне потоков выявлен вид транспорта и класс вместимости с наименьшими затратами. Общее правило: с ростом потока должна повышаться вместимость. Автобусы на потоках свыше 1,5 тыс. в час – дороже в 1,5-5 раз, чем трамвайные перевозки. Электробус дороже любых других видов транспорта минимум на 30% (в некоторых случаях – в 2 раза).



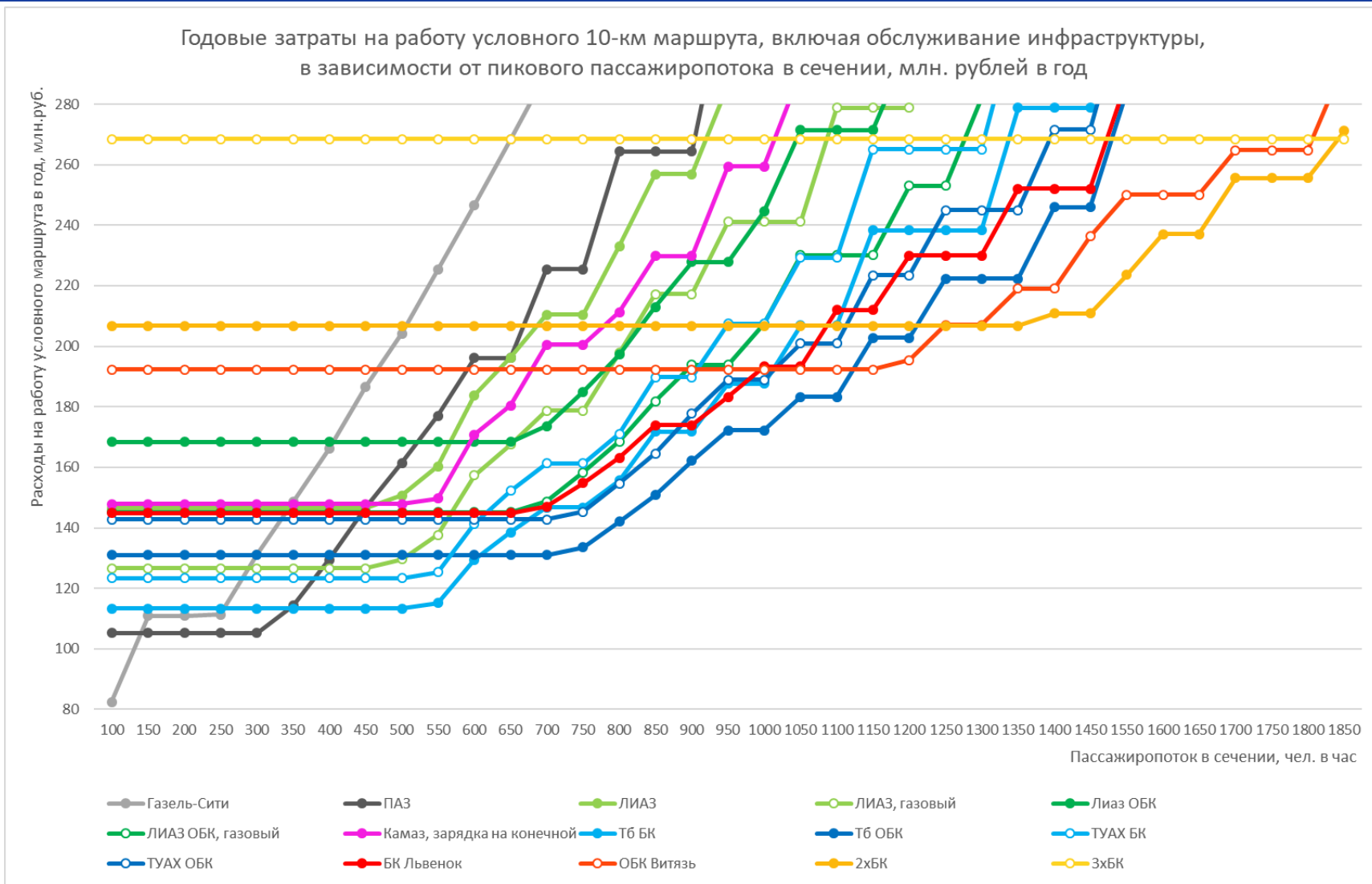
Рост затрат по видам транспорта с ростом потока



Затраты на работу автобусов малого класса взлетают ракетой с ростом потока. Работа газелей обходится в 2 раза дороже, чем автобусов ОБК, в 4 раза дороже троллейбуса и в 5 раз дороже трамвая на потоках свыше 1-1,5 тыс. пасс. в час.



Рост затрат по видам транспорта с ростом потока



Наиболее эффективными являются виды транспорта, обеспечивающие качество перевозок при минимальном уровне затрат (нижняя часть графиков).

1. В каждом случае необходимо вести расчеты индивидуально. Использование конкретных классов ПС существенно зависит от переплетения маршрутов и наличия общих участков следования.
2. Ключевыми для отсечения видов транспорта являются расходы при максимальном приемлемом пиковом интервале (8 минут или больше).
3. Значительное влияние оказывает ступенчатость изменения параметров (например, вместимость).
4. Автобус большого класса проигрывает троллейбусу при любом пассажиропотоке (дороже на 11-12%) – если не учитывать первоначальных вложений в инфраструктуру.
5. Электробус с зарядкой на конечной и коротким автономным ходом до 50 км является полностью невыгодным (дороже троллейбуса как минимум на 31%, дороже автобуса при низких потоках на 37%, трамвая – на 51%).
6. Нижние границы эффективности ГЭТ:
 - Тб БК: 330 пасс/час (с автономным ходом: от 380 пасс/час);
 - Тб ОБК: 650 пасс/час;
 - Тм ОБК (Витязь): выгоднее при любом потоке свыше 1110 пасс/час;
 - Тм БКхЗ: безусловный лидер, начиная с потока 1830 пасс/час.
7. Расчеты выполнены для условий полностью равномерного обновления подвижного состава и инфраструктуры. Вариант «новых автобусов» – это кредитный рывок, который приводит к резкому росту расходов и устаревания всего подвижного состава одновременно.