



# **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/м<sup>2</sup>) 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/м<sup>2</sup>];
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 Москвы 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      | <b>16</b>  | 0.6          | <b>19</b>                                       | 18   | 18  | 17  | 18            |
| 2  | СК     | ЛИАЗ 4292     | <b>18</b>  | 6.4          | <b>50</b>                                       | 46   | 43  | 37  | 43            |
| 3  | БК     | ЛИАЗ 5292     | <b>20</b>  | 12.0         | <b>80</b>                                       | 74   | 68  | 56  | 68            |
| 4  | Эл.БК  | Лиаз          | <b>25</b>  | 12.0         | <b>85</b>                                       | 79   | 73  | 61  | 73            |
| 4  | Эл.БК  | Камаз         | <b>24</b>  | 12.2         | <b>85</b>                                       | 78   | 72  | 60  | 72            |
| 5  | Т6 БК  | ЗИУ-9         | <b>25</b>  | 12.0         | <b>85</b>                                       | 79   | 73  | 61  | 73            |
| 6  | ОБК    | ЛИАЗ 6213     | <b>37</b>  | 14.0         | <b>107</b>                                      | 100  | 93  | 79  | 93            |
| 7  | Т6 ОБК | ЗИУ-10        | <b>32</b>  | 16.6         | <b>115</b>                                      | 106  | 98  | 81  | 98            |
| 8  | Тм-МК  | 71-911ЕМ      | <b>34</b>  | 15.4         | <b>111</b>                                      | 103  | 95  | 80  | 95            |
| 9  | Тм-СК  | Богатырь      | <b>34</b>  | 19.4         | <b>131</b>                                      | 121  | 111 | 92  | 111           |
| 10 | Тм-БК  | Витязь        | <b>60</b>  | 25.6         | <b>188</b>                                      | 175  | 162 | 136 | 162           |
| 11 | Тм-ОБК | Лев           | <b>70</b>  | 39.0         | <b>265</b>                                      | 245  | 226 | 187 | 226           |
| 12 | Метро  | 81-717        | <b>228</b> | 172.5        | <b>1090</b>                                     | 1004 | 918 | 745 | 918           |

По данным о вместимости подвижного состава при 5 и 8 чел/м<sup>2</sup>, произведен расчет площади пола и вместимости при 4 чел/м<sup>2</sup>.



## 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 <sup>2</sup> , 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        |
| <b>Интервал, окр.до 0,5 мин</b>             |                | <b>0,6</b>   | <b>0,9</b>  | <b>2,0</b> | <b>3,0</b> | <b>3,0</b>    | <b>4,5</b> | <b>4,5</b>        | <b>3,5</b>                 | <b>3,5</b> | <b>4,5</b> | <b>3,5</b> | <b>4,5</b> | <b>4,5</b> | <b>8,0</b> | <b>9,5</b> | <b>15,0</b> |
| <b>Интервал - принято (с огр. до 8 мин)</b> |                | <b>0,6</b>   | <b>0,9</b>  | <b>2,0</b> | <b>3,0</b> | <b>3,0</b>    | <b>4,5</b> | <b>4,5</b>        | <b>3,5</b>                 | <b>3,5</b> | <b>4,5</b> | <b>3,5</b> | <b>4,5</b> | <b>4,5</b> | <b>8,0</b> | <b>8,0</b> | <b>8,0</b>  |
| 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

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

| 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      |
| <b>Затраты на амортизацию в год, млн.</b>                 |                | <b>74</b>    | <b>69</b>   | <b>39</b> | <b>55</b> | <b>55</b>     | <b>50</b> | <b>50</b>         | <b>98</b>                  | <b>40</b>  | <b>41</b> | <b>63</b>  | <b>63</b> | <b>46</b>  | <b>57</b>  | <b>54</b> | <b>81</b> |
| 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      |
| 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     |
| <b>Затраты на персонал экипажей в год, млн.</b> |       | <b>229</b>   | <b>173</b>  | <b>80</b> | <b>73</b> | <b>73</b>     | <b>52</b> | <b>52</b>         | <b>50</b>                  | <b>41</b>  | <b>36</b> | <b>41</b>  | <b>36</b> | <b>30</b>  | <b>19</b>  | <b>19</b> | <b>21</b> |

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 | Лиаз 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     |
| <b>Топливо и энергия в год, млн. руб.</b>                                     |                | <b>141</b>   | <b>106</b>  | <b>96</b> | <b>96</b> | <b>50</b>     | <b>74</b> | <b>39</b>         | <b>21</b>                  | <b>25</b>  | <b>30</b> | <b>25</b>  | <b>30</b> | <b>22</b>  | <b>21</b>  | <b>24</b> | <b>36</b> |

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

$$ЗПР = СЗП \times K_{3П} \times K_M, \text{ руб. (12)}$$

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

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

| 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         |
| Коэф.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        |
| Коэф.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             |                            |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Коэф.корр. ремонта по климату             |                | 1,00         | 1,00        | 1,00        | 1,00        | 1,00          | 1,00        | 1,00              |                            |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>ФОТ рабочих, руб/км</b>                |                | <b>3,64</b>  | <b>3,64</b> | <b>4,32</b> | <b>5,94</b> | <b>7,54</b>   | <b>8,17</b> | <b>9,80</b>       | <b>7,11</b>                | <b>7,11</b>  | <b>8,53</b>  | <b>7,11</b>  | <b>8,53</b>  | <b>5,69</b>  | <b>7,39</b>  | <b>11,49</b> | <b>17,29</b> |
| 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        |
| Коэф.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         |
| <b>Запчасти с НДС, руб/км</b>             |                | <b>3,20</b>  | <b>3,20</b> | <b>3,60</b> | <b>6,40</b> | <b>8,12</b>   | <b>8,60</b> | <b>10,32</b>      | <b>12,60</b>               | <b>12,60</b> | <b>16,00</b> | <b>12,60</b> | <b>16,00</b> | <b>17,00</b> | <b>22,00</b> | <b>34,34</b> | <b>51,68</b> |
| <b>Шины, руб/км</b>                       |                | <b>0,28</b>  | <b>0,28</b> | <b>0,66</b> | <b>0,84</b> | <b>0,84</b>   | <b>0,94</b> | <b>0,94</b>       | <b>0,75</b>                | <b>0,75</b>  | <b>0,94</b>  | <b>0,75</b>  | <b>0,94</b>  | 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        |
| <b>Итого, на ремонт в год, млн.</b>       |                | <b>75</b>    | <b>56</b>   | <b>29</b>   | <b>30</b>   | <b>37</b>     | <b>27</b>   | <b>32</b>         | <b>40</b>                  | <b>40</b>    | <b>38</b>    | <b>40</b>    | <b>38</b>    | <b>34</b>    | <b>25</b>    | <b>39</b>    | <b>58</b>    |

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                     |            |           |            |           |            |            |           |           |
| <b>Затраты на инфраструктуру в год, млн.</b>           |                | <b>30</b>    | <b>30</b>   | <b>30</b> | <b>30</b> | <b>30</b>     | <b>30</b> | <b>30</b>         | <b>46</b>                  | <b>34</b>  | <b>34</b> | <b>33</b>  | <b>33</b> | <b>55</b>  | <b>54</b>  | <b>54</b> | <b>54</b> |

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

$$ПКР_{ii} = K_{np} \times (P_{Tii} + P_{CMii} + P_{Шii} + P_{TOii}), \text{ руб./км (14)}$$

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

| 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                                       | 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     |
| <b>Затраты на депо в год, млн.</b>   |                | <b>81</b>    | <b>61</b>   | <b>47</b> | <b>47</b> | <b>33</b>     | <b>38</b> | <b>26</b>         | <b>34</b>                  | <b>27</b>  | <b>23</b> | <b>27</b>  | <b>23</b> | <b>26</b>  | <b>16</b>  | <b>16</b> | <b>18</b> |

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 | <b>ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год</b>   | <b>109</b>   | <b>111</b>          | <b>105</b>               | <b>127</b>  | <b>145</b>  | <b>148</b>  | <b>113</b>        | <b>131</b>  | <b>145</b>  | <b>192</b>    | <b>207</b>  | <b>268</b>  |
| 12 | <b>Рейтинг вида транспорта</b>  | <b>3</b>   | <b>4</b>            | <b>1</b>                 | <b>7</b>    | <b>11</b>   | <b>14</b>   | <b>5</b>          | <b>8</b>    | <b>10</b>   | <b>17</b>     | <b>18</b>   | <b>19</b>   |
| 13 | <b>Отношение затрат к лидеру</b>  | <b>103%</b>  | <b>105%</b>         | <b>100%</b>              | <b>120%</b> | <b>138%</b> | <b>141%</b> | <b>108%</b>       | <b>125%</b> | <b>138%</b> | <b>183%</b>   | <b>196%</b> | <b>255%</b> |

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 | <b>ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год</b>   | <b>161</b>   | <b>137</b>          | <b>108</b>               | <b>127</b>  | <b>145</b>  | <b>148</b>  | <b>113</b>        | <b>131</b>  | <b>123</b>             | <b>143</b>             | <b>145</b>  | <b>192</b>  | <b>207</b>  | <b>268</b>  |
| 12 | <b>Рейтинг вида транспорта</b>  | <b>12</b>  | <b>6</b>            | <b>1</b>                 | <b>4</b>    | <b>9</b>    | <b>11</b>   | <b>2</b>          | <b>5</b>    | <b>3</b>               | <b>7</b>               | <b>8</b>    | <b>14</b>   | <b>15</b>   | <b>16</b>   |
| 13 | <b>Отношение затрат к лидеру</b>  | <b>149%</b>  | <b>127%</b>         | <b>100%</b>              | <b>117%</b> | <b>134%</b> | <b>137%</b> | <b>105%</b>       | <b>121%</b> | <b>114%</b>            | <b>132%</b>            | <b>134%</b> | <b>178%</b> | <b>191%</b> | <b>248%</b> |

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 | <b>ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год</b>   | <b>163</b>   | <b>139</b>          | <b>114</b>               | <b>127</b> | <b>145</b> | <b>148</b> | <b>113</b>        | <b>131</b> | <b>123</b>              | <b>143</b>              | <b>145</b> | <b>192</b> | <b>207</b> | <b>268</b> |
| 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 | <b>ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год</b>   | <b>187</b>   | <b>159</b>          | <b>129</b>               | <b>127</b> | <b>145</b> | <b>148</b> | <b>113</b>        | <b>131</b> | <b>123</b>             | <b>143</b>             | <b>145</b> | <b>192</b> | <b>207</b> | <b>268</b> |
| 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 (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  | 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 | <b>ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год</b>   | <b>326</b>   | <b>268</b>          | <b>196</b>               | <b>167</b>  | <b>145</b>  | <b>180</b>  | <b>139</b>        | <b>131</b>  | <b>152</b>              | <b>143</b>              | <b>145</b>  | <b>192</b>  | <b>207</b>  | <b>268</b>  |
| 12 | <b>Рейтинг вида транспорта</b>  | <b>16</b>  | <b>14</b>           | <b>11</b>                | <b>7</b>    | <b>5</b>    | <b>9</b>    | <b>2</b>          | <b>1</b>    | <b>6</b>                | <b>3</b>                | <b>4</b>    | <b>10</b>   | <b>13</b>   | <b>15</b>   |
| 13 | <b>Отношение затрат к лидеру</b>  | <b>248%</b>  | <b>205%</b>         | <b>150%</b>              | <b>128%</b> | <b>111%</b> | <b>138%</b> | <b>106%</b>       | <b>100%</b> | <b>116%</b>             | <b>109%</b>             | <b>111%</b> | <b>147%</b> | <b>158%</b> | <b>205%</b> |

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       | 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. 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 | <b>ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год</b>  | <b>641</b>  | <b>500</b>          | <b>418</b>               | <b>279</b>  | <b>230</b>  | <b>291</b>  | <b>207</b>        | <b>203</b>  | <b>229</b>             | <b>223</b>             | <b>212</b>  | <b>192</b>  | <b>207</b>  | <b>268</b>  |
| 12 | <b>Рейтинг вида транспорта</b>   | <b>16</b>   | <b>15</b>           | <b>14</b>                | <b>11</b>   | <b>8</b>    | <b>12</b>   | <b>4</b>          | <b>2</b>    | <b>7</b>               | <b>6</b>               | <b>5</b>    | <b>1</b>    | <b>3</b>    | <b>9</b>    |
| 13 | <b>Отношение затрат к лидеру</b>   | <b>333%</b>   | <b>260%</b>         | <b>217%</b>              | <b>145%</b> | <b>120%</b> | <b>151%</b> | <b>108%</b>       | <b>105%</b> | <b>119%</b>            | <b>116%</b>            | <b>110%</b> | <b>100%</b> | <b>107%</b> | <b>140%</b> |

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       | 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. 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 | <b>ИТОГО, затраты на обслуживание, млн.руб./год</b>  | <b>1 551</b>  | <b>1 067</b>        | <b>613</b>               | <b>522</b>  | <b>385</b>  | <b>482</b>  | <b>338</b>        | <b>334</b>  | <b>378</b>              | <b>370</b>              | <b>334</b>  | <b>294</b>  | <b>271</b>  | <b>268</b>  |
| 12 | <b>Рейтинг вида транспорта</b>   | <b>16</b>   | <b>15</b>           | <b>13</b>                | <b>12</b>   | <b>9</b>    | <b>11</b>   | <b>6</b>          | <b>4</b>    | <b>8</b>                | <b>7</b>                | <b>5</b>    | <b>3</b>    | <b>2</b>    | <b>1</b>    |
| 13 | <b>Отношение затрат к лидеру</b>   | <b>578%</b>   | <b>398%</b>         | <b>228%</b>              | <b>194%</b> | <b>143%</b> | <b>180%</b> | <b>126%</b>       | <b>124%</b> | <b>141%</b>             | <b>138%</b>             | <b>125%</b> | <b>109%</b> | <b>101%</b> | <b>100%</b> |

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 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.





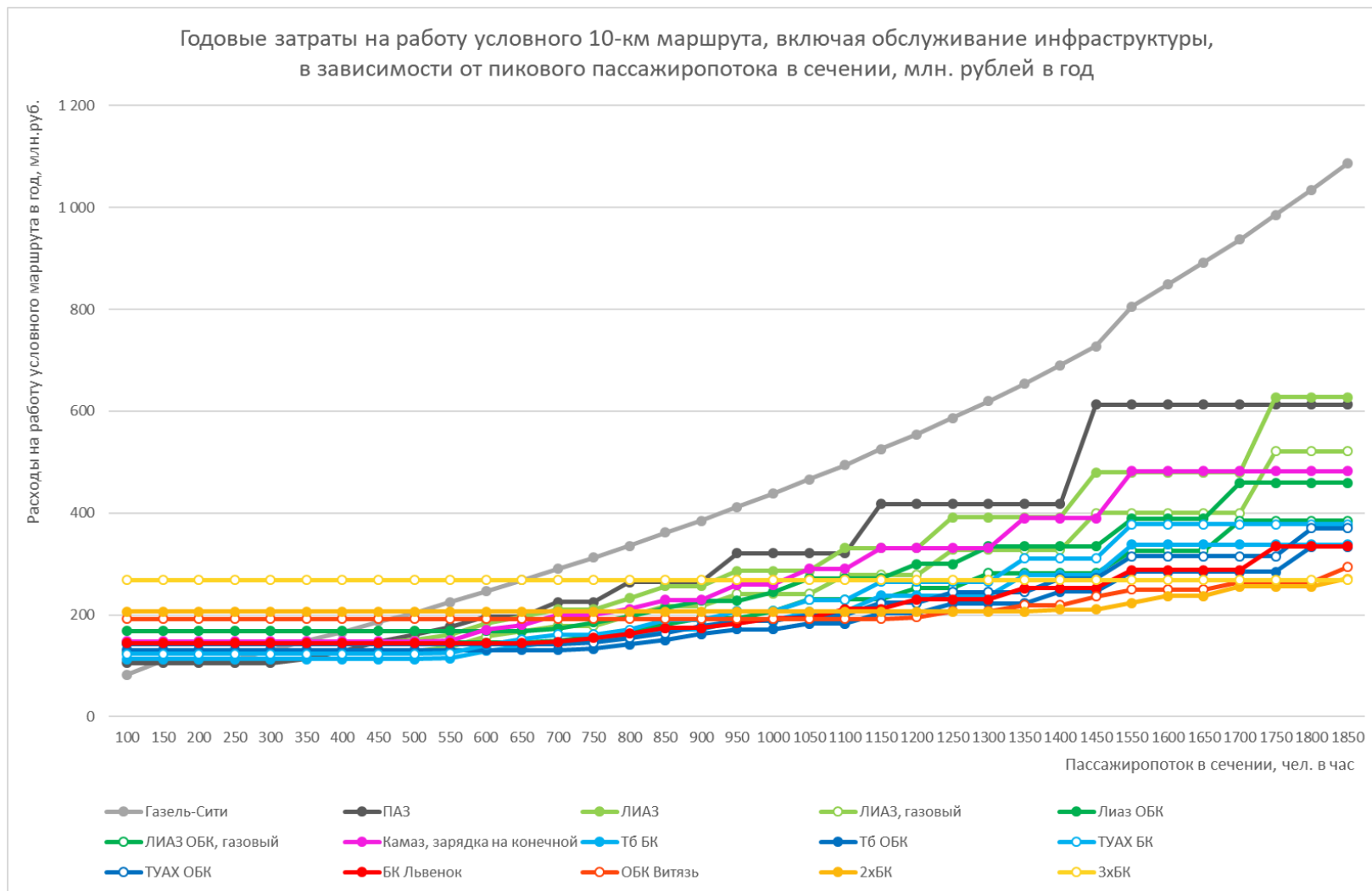
# Отношение затрат по виду транспорта к минимальным

| Потоки в сечении, пасс. в час | класс        |             |      |      |               |          |                   |                             | Элб        | Т6   | Т6         | ТУАХ | ТУАХ       | Тм         | Тм   | Тм   | Тм |
|-------------------------------|--------------|-------------|------|------|---------------|----------|-------------------|-----------------------------|------------|------|------------|------|------------|------------|------|------|----|
|                               | МК           | МК          | СК   | БК   | БК            | ОБК      | ОБК               | БК                          |            |      |            |      |            |            |      |      |    |
|                               | Форд-Транзит | Газель-Сити | ПАЗ  | ЛИАЗ | ЛИАЗ, газовый | Лиаз ОБК | ЛИАЗ ОБК, газовый | Камаз, зарплата 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%       | 100%       | 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

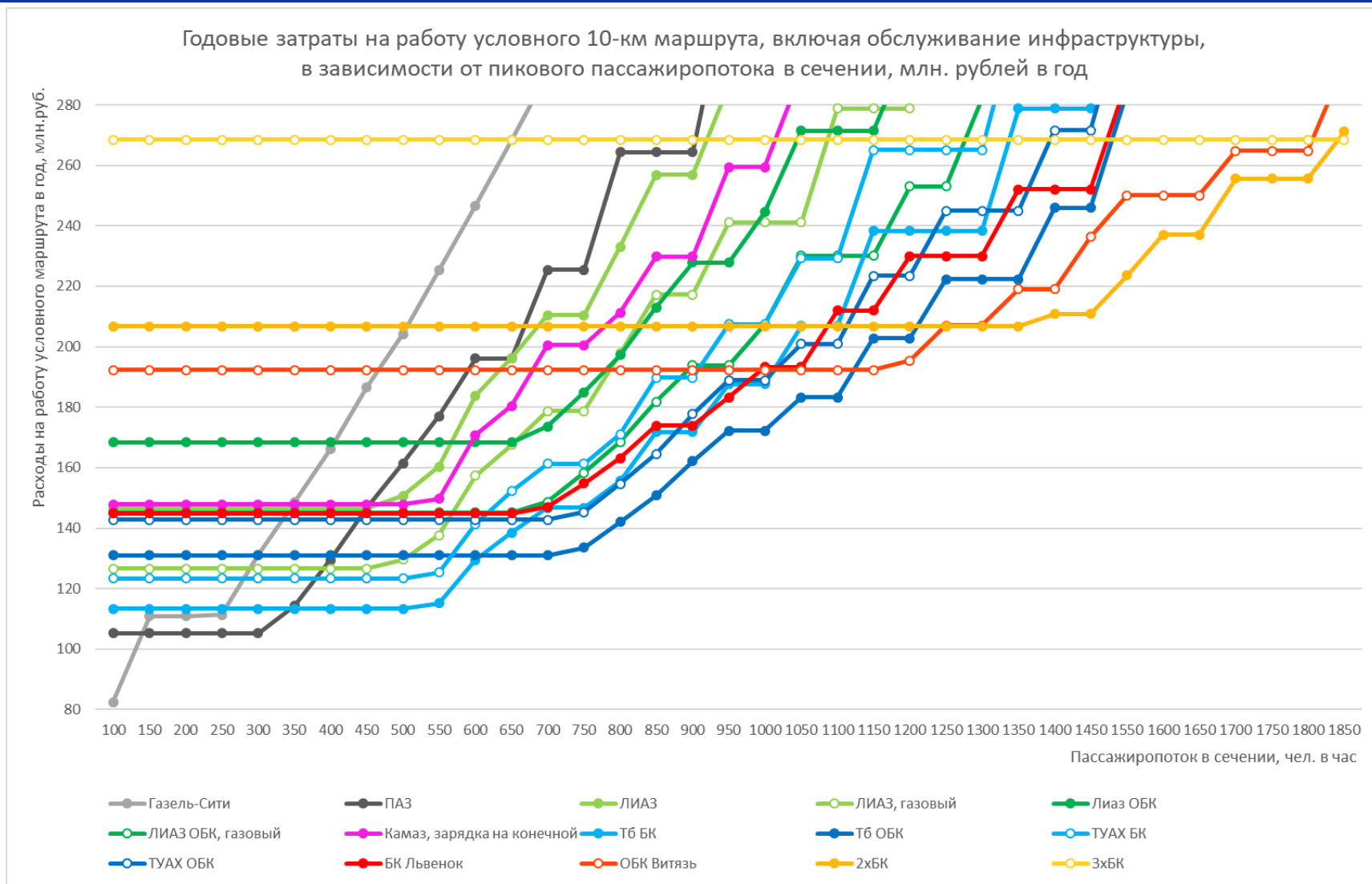


Затраты на работу автобусов малого класса взлетают ракетой с ростом потока. Работа газелей обходится в 2 раза дороже, чем автобусов ОБК, в 4 раза дороже троллейбуса и в 5 раз дороже трамвая на потоках свыше 1-1,5 тыс. пасс. в час.





# 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 (модель Москвы) 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.