

# Оценка времени обслуживания пассажиров на остановочном пункте городского пассажирского транспорта

Зедгенизов А. В., Левашев А. Г.

*Разработана методика расчета времени обслуживания пассажиров на остановочном пункте городского пассажирского транспорта при использовании подвижного состава различающегося по маркам и классам*

За последнее десятилетие в нашей стране резко вырос уровень автомобилизации. Расширяются границы урбанизированных территорий. Увеличились доходы населения, выросли потребности в культурном проведении досуга. Почти все сферы жизнедеятельности современного человека требуют удовлетворения потребностей связанных с его передвижением. Качество и своевременность перевозки пассажиров во многом предопределяет эффективность работы и отдыха жителей крупных городов [4].

Для качественного и своевременного удовлетворения потребностей пассажиров в перевозке необходимо иметь четкую и отлаженную систему, управляющую всеми звеньями транспортного процесса. Напротив, во многих городах России, в т. ч. и в г. Иркутске нет такой системы. Перевозка пассажиров осуществляется мелкими частными перевозчиками, имеющих одно - два транспортных средства, наибольшее предпочтение отдается особо малому классу 11-15 мест. Особые трудности встречаются в осуществлении диспетчеризации и медицинского контроля.

С другой стороны системой управления является организация перевозок пассажиров: проектирование маршрутов городского пассажирского транспорта (ГПТ), выбор используемого подвижного состава и обустройство маршрутов ГПТ. Учитывая, изменения на рынке перевозок пассажиров, произошедшие за последние 10-15 лет, а именно чрезвычайно высокую интенсивность ГПТ до 300 ед/ч в одном направлении в виду использования подвижного состава с низкой провозной возможностью, то и участки улично - дорожной сети (УДС) испытывают колоссальные нагрузки, особенно это касается остановочных пунктов ГПТ. Нередко остановочные пункты в часы «пик» становятся источником заторов для остального движения. Реконструкции локальных УДС приводит к ограниченному эффекту, и не могут обеспечить качественного и своевременного удовлетворения потребностей пассажиров в перевозке. Для этого необходимо применять комплексные схемы организации движения (КСОД) направленные на обеспечение надежности и стабильности при осуществлении перевозок пассажиров.

Многие годы методики расчетов пропускной возможности остановочных пунктов основывались на динамических характеристиках, используемого подвижного состава[2;3]. В условиях плотных транспортных потоков, разнотипном подвижном составе и чрезвычайно высокой интенсивности ГПТ необходимо учитывать вариацию времени простоя на остановочном пункте.

Поскольку, различные классы транспортных средств имеют различную величину времени обслуживания (см. рис.1) в связи с высадкой и посадкой пассажиров на остановочном пункте в зависимости от величины спроса пассажиров между маршрутами, типом подвижного состава и прочими факторами, то влияние вариации времени обслуживания необходимо учитывать при расчете данного параметра. Учет вариации времени обслуживания может быть осуществлен при помощи коэффициента вариации  $C_v$ , который может быть найден как отношение стандартного отклонения времени обслуживания к среднему значению:

$$C_v = \frac{S}{t_d} \quad (1)$$

где:  $S$  – стандартное отклонение времени обслуживания;  $t_d$  – среднее время обслуживания в связи с высадкой и посадкой пассажиров.

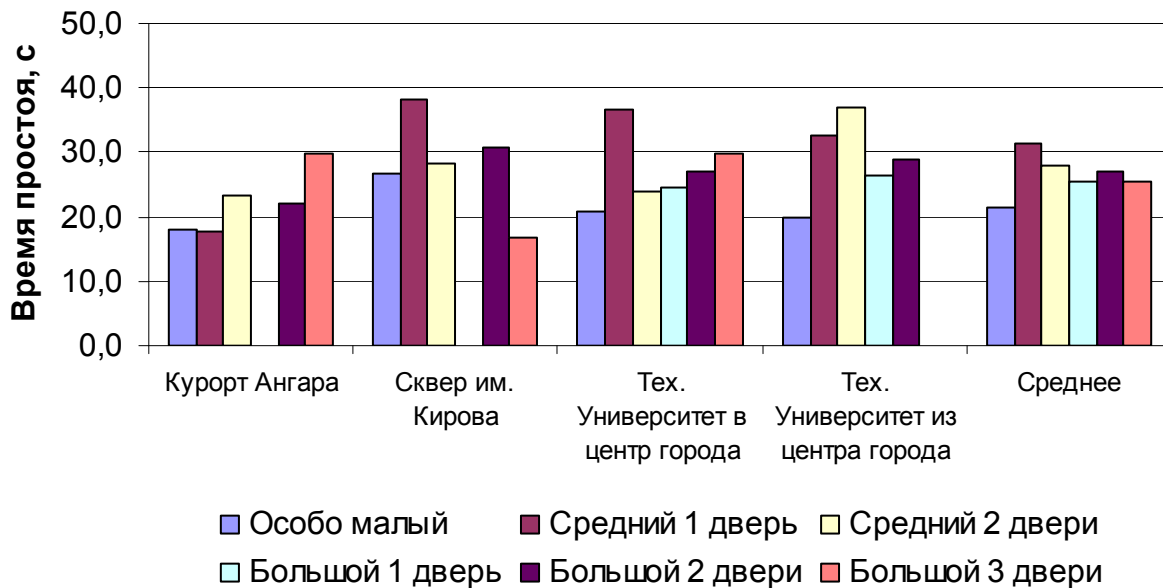


Рис. 1. Зависимость времени простоя от класса транспортного средства и количества предусмотренных дверей

В случае, если коэффициент вариации  $C_v$  равен нулю, то все рассмотренные случаи будут иметь одинаковые значения. В случае, если  $C_v$  равен единице, то это означает, что примерно каждый третий автобус будет иметь время простоя в два раза больше чем среднее значение. Основываясь на обследованиях проведенных в США, коэффициент вариации времени обслуживания принимает значения от 0,4 до 0,8, при отсутствии натуральных обследований рекомендуется значение 0,6[5].

Таким образом, исследование времени обслуживания пассажиров на остановочном пункте в связи с высадкой и посадкой представляет научный и практический интерес. В данной работе под временем обслуживания автор понимает время с момента полной остановки транспортного средства в зоне остановочного пункта до момента его трогания. Проведенные натурные обследования в г. Иркутске определили, рассматриваемый коэффициент на уровне 0,54. Эксперимент проводился в г. Иркутске на четырех наиболее загруженных остановочных пунктах в вечерний час «пик». Результатом такого эксперимента стали уравнения регрессии, характеризующие время обслуживания каждого класса транспортных средств (табл. 1)

Таблица 1 – Уравнения регрессии времени простоя в зависимости от класса транспортного средства

Уравнение регрессии	Класс транспортного средства
$t_d = B_0 + B_1 \cdot X_1 = 11,44 + 3,22 \cdot p$	Особо малый
$t_d = B_0 + B_1 \cdot X_1 = 4,79 + 2,9 \cdot p$	Средний с одной дверью
$t_d = B_0 + B_1 \cdot X_1 = 8,84 + 2,2 \cdot p$	Средний с двумя дверьми
$t_d = B_0 + B_1 \cdot X_1 = 7,75 + 2,45 \cdot p$	Средний с одной и двумя дверьми совместно
$t_d = B_0 + B_1 \cdot X_1 = 4,12 + 2,18 \cdot p$	Большой

Где:  $B_{0,1}$  – коэффициенты регрессии;  $X_1, p$  – средний пассажирооборот проходящий на одно транспортное средство.

Данные хорошо аппроксимировались полиномом первого порядка. В качестве примера рассмотрим распределение натуральных данных для особо малого класса рис. 2.

Число обследований - 327

$$Y = 11,4468 + 3,2268 \cdot x$$

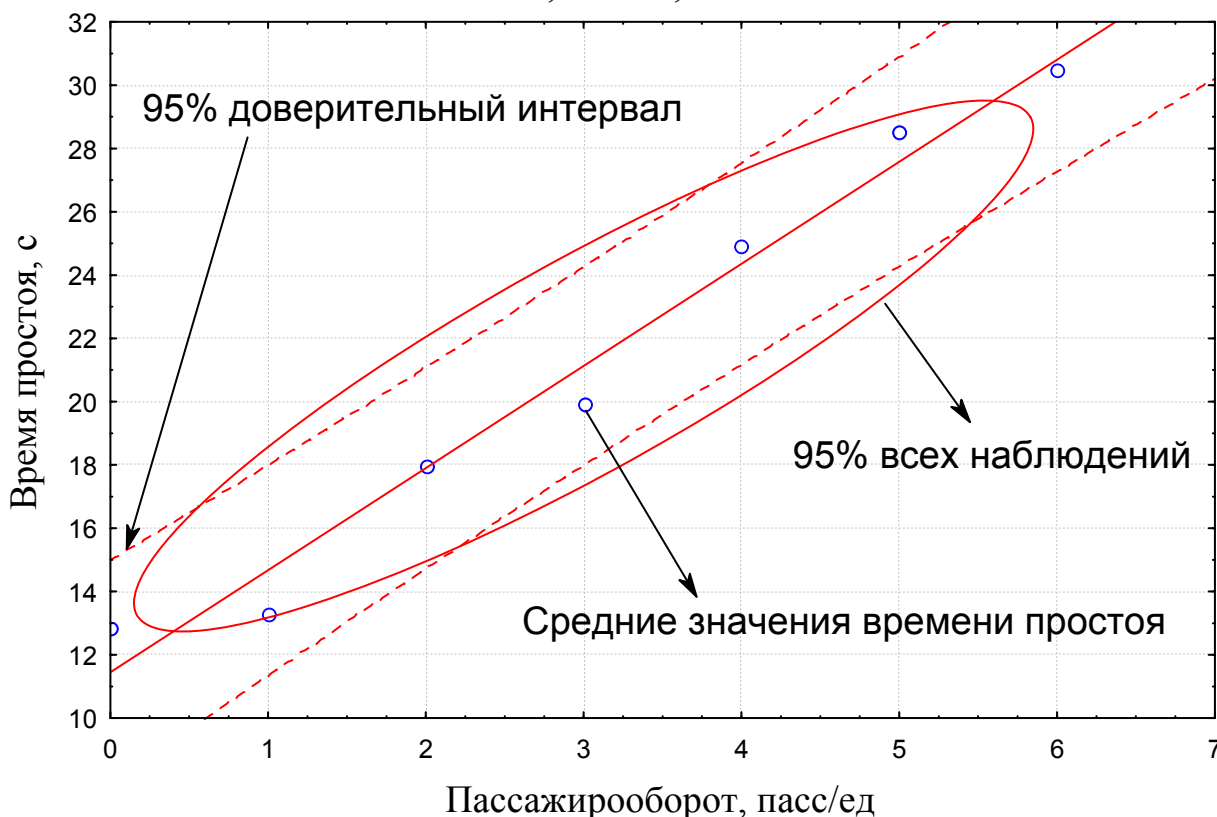


Рис. 2 Распределение времени простоя особо малого класса

При планировании эксперимента, одним из основных требований ставилось - практическая доступность полученных результатов. В этой связи, возникла необходимость использовать такие данные, которые можно было бы легко получить распространенными методами обследований. Статистический анализ показал, что значимо на время обслуживания влияет только число входящих и выходящих пассажиров, поэтому для определения среднего времени обслуживания достаточно знать общий пассажирооборот остановочного пункта и интенсивность ГПТ проходящего через него:

$$p = \frac{P}{N_{ГПТ}} \quad (2)$$

Где:  $p$  – среднее число выходящих и входящих пассажиров на одно транспортное средство, пасс/ед;  $N_{ГПТ}$  – интенсивность городского пассажирского транспорта, ед/ч;  $P$  – общий пассажирооборот остановочного пункта, пасс/ч.

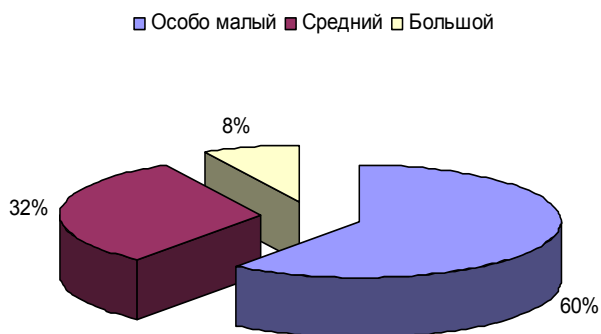
Таким образом, в случае смешанного потока городского пассажирского транспорта необходимо, также знать структуру потока. По усредненным в данным, полученным в г. Иркутске, особо малый класс составляет 60%, средний 20% и большой 10% (см. рис. 3). Далее суть сводится к определению средневзвешенного времени обслуживания всех классов транспортных средств:

$$t_d = t_{dm} \cdot k_m + t_{daa1} \cdot k_{ac1} + t_{daa2} \cdot k_{ac2} + t_{daa} \cdot k_{a\bar{b}} \quad (3)$$

При отсутствии данных разделяющих средний класс с одной и двумя дверьми используется (4.8).

$$t_d = t_{dm} \cdot k_m + t_{daa1-2} \cdot k_{ac1-2} + t_{daa} \cdot k_{ab} \quad (4)$$

Где:  $t_{dm,ac1,ac2,ac1-2,ab}$  - среднее время обслуживания пассажиров соответствующее особо малому, среднему с одной дверью, среднему с двумя дверями, среднему с одной и двумя дверями совместно и большому классу, с;  $k_{mac,ac1,ac2,ac1-2,ab}$  - доля (вес) каждого из классов транспортных средств.



При отсутствии в потоке ГПТ, какого либо класса, соответствующее ему слагаемое в выражении 3 или 4 исключается. Среднее время обслуживания в связи с высадкой и посадкой пассажиров для каждого типа транспортных средств может быть определено двумя способами: рассчитано по уравнениям регрессии, при-

Рис. 3. Структура транспортных средств в потоке

веденным в таблице 1 или по графикам рис. 4, описываемыми этими уравнениями.

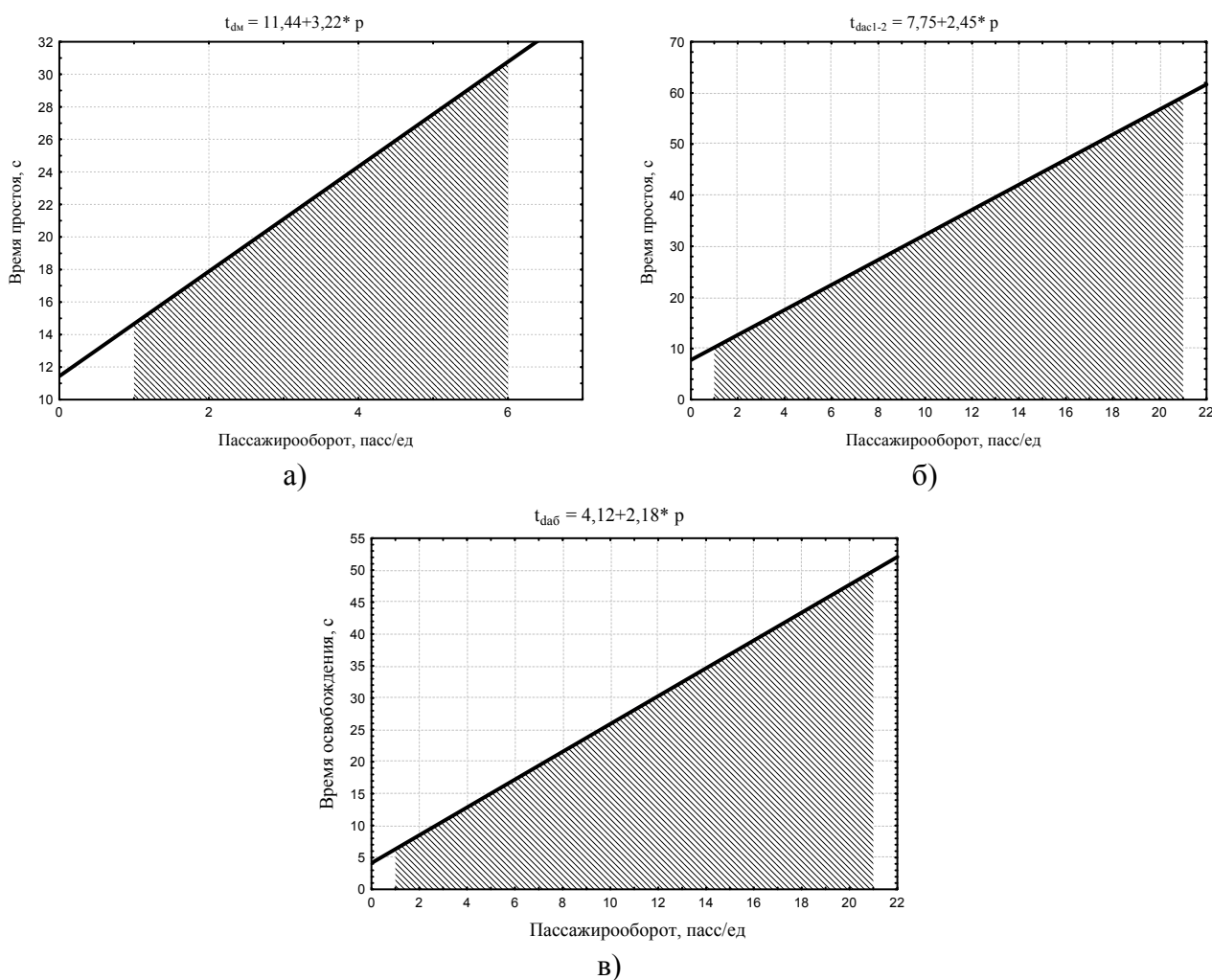


Рис.4. Влияние пассажирооборота на время простоя а)особо малый класс; б) средний класс с одной и двумя дверьми г) большой класс

Уже вычисленные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость времени простоя от пассажирооборота транспортных средств

Пассажирооборот, пасс./ед.	Время простоя, с					
	Особо малый класс	Средний класс с одной дверью	Средний класс с двумя дверьми	Средний класс с одной и двумя дверьми	Большой класс	Среднее значение
0	11,44	-	-	-	-	-
1	14,66	7,69	11,04	10,2	6,3	10,0
2	17,88	10,59	13,24	12,65	8,48	12,6
3	21,1	13,49	15,44	15,1	10,66	15,2
4	24,32	16,39	17,64	17,55	12,84	17,7
5	27,54	19,29	19,84	20	15,02	20,3
6	30,76	22,19	22,04	22,45	17,2	22,9
7	-	25,09	24,24	24,9	19,38	23,4
8	-	27,99	26,44	27,35	21,56	25,8
9	-	30,89	28,64	29,8	23,74	28,3
10	-	33,79	30,84	32,25	25,92	30,7
11	-	36,69	33,04	34,7	28,1	33,1
12	-	39,59	35,24	37,15	30,28	35,6
13	-	42,49	37,44	39,6	32,46	38,0
14	-	45,39	39,64	42,05	34,64	40,4
15	-	48,29	41,84	44,5	36,82	42,9
16	-	51,19	44,04	46,95	39	45,3
17	-	-	46,24	49,4	41,18	45,6
18	-	-	48,44	51,85	43,36	47,9
19	-	-	50,64	54,3	45,54	50,2
20	-	-	52,84	56,75	47,72	52,4
21				59,2	49,9	54,6

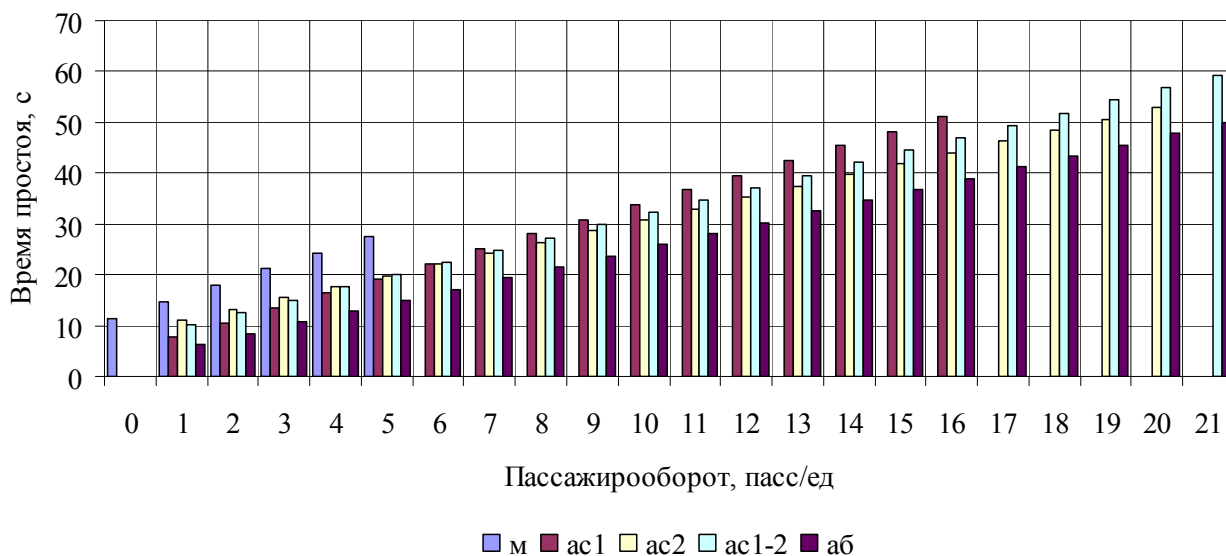
Данные таблицы приведены на гистограмме см. рис.4

Необходимо отметить, что уравнения регрессии, приведенные в таблице 1, имеют ограничения по числу выходящих и входящих пассажиров, например, для особо малого класса не более 6 чел.

В частности было установлено время, затрачиваемое одним пассажиром на высадку и посадку см. таблицу 3 и рис. 5.

Таблица 3 - Время, затрачиваемое одним пассажиром на высадку и посадку в зависимости от класса транспортного средства

Класс транспортного средства					
Особо малый	Средний с одной дверью	Средний с двумя дверьми	Средний с одной и двумя дверьми совместно	Большой	Среднее
6,48	3,46	3,04	3,15	2,55	3,73



где: м - особо малый класс  
ac1 - средний класс с одной дверью  
ac2 - средний класс с двумя дверьми  
ac1-2 - средний класс с одной и двумя дверьми совместно  
аб - большой класс с совершением обгона

Рис. 4. Гистограмма зависимости времени обслуживания пассажиров от пассажирооборота на одно транспортное средство

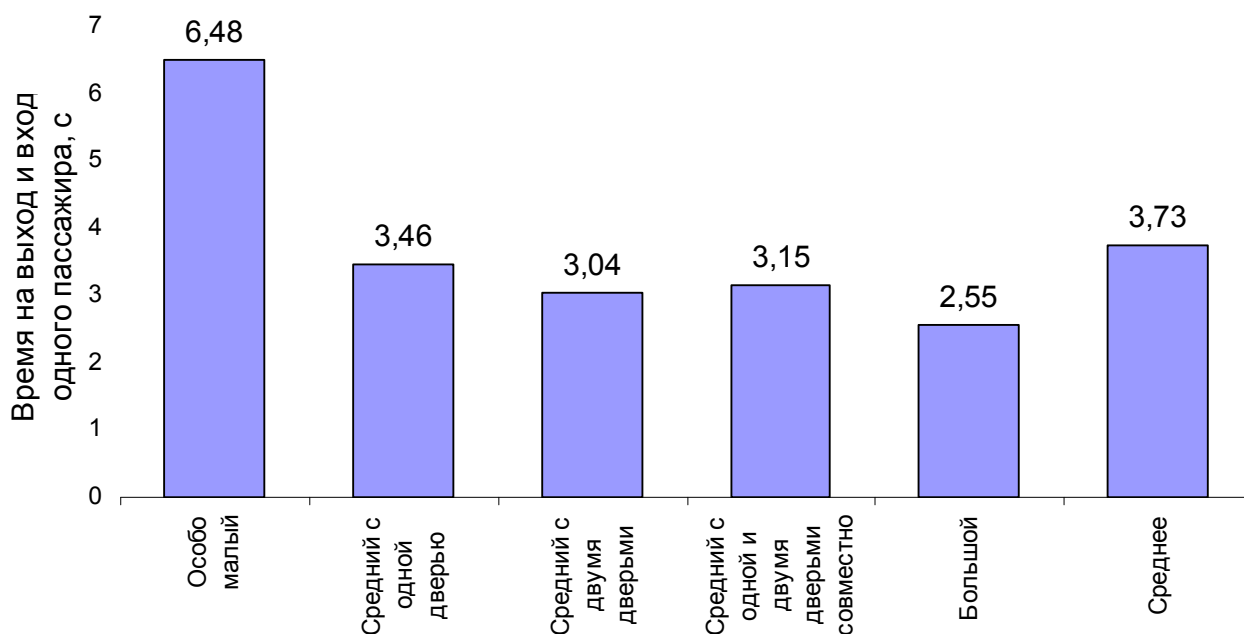


Рис. 5. Зависимость времени на вход и выход одного пассажира от класса транспортного средства

В результате проделанной работы необходимо отметить, что время обслуживания одного пассажира имеет наименьшее значения при использовании подвижного состава большого класса. Следовательно при больших и достаточных пассажиропотоках большой класс является наиболее эффективным. Последнее означает увеличение пропускной возмож-

ности остановочных пунктов и снижения вероятности сбоя по причине отсутствия мест на остановочном пункте.

Другим немаловажным аспектом, является расчет времени обслуживания пассажиров. А именно, то, что различные классы транспортных средств имеют различное время обслуживания и при смешанном потоке ГПТ это необходимо учитывать.

Список используемой литературы:

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник. Пер. с англ. / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Володин Е.П., Громов Н.Н. – Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом. – Изд-во М.: «Транспорт», 1982 г.
3. Ефремов И. С., Кобозев В.М., Юдин В.А. – Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. Школа, 1980. – 535 с. ил.
4. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов / В.А.Гудков, Л. Б. Миротин, А. В Вильможин, С. А Ширяев; Под ред. В.А.Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.: ил.
5. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000, – 1134 p.