

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.

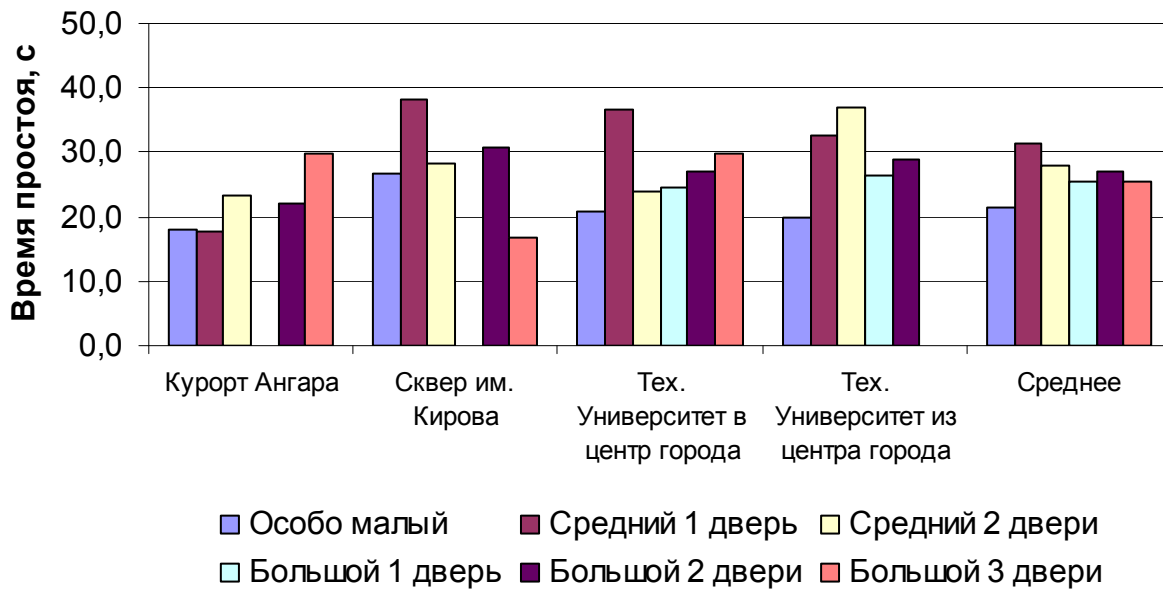


Рис. 1. Зависимость времени простоя от класса транспортного средства и количества предусмотренных дверей

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

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

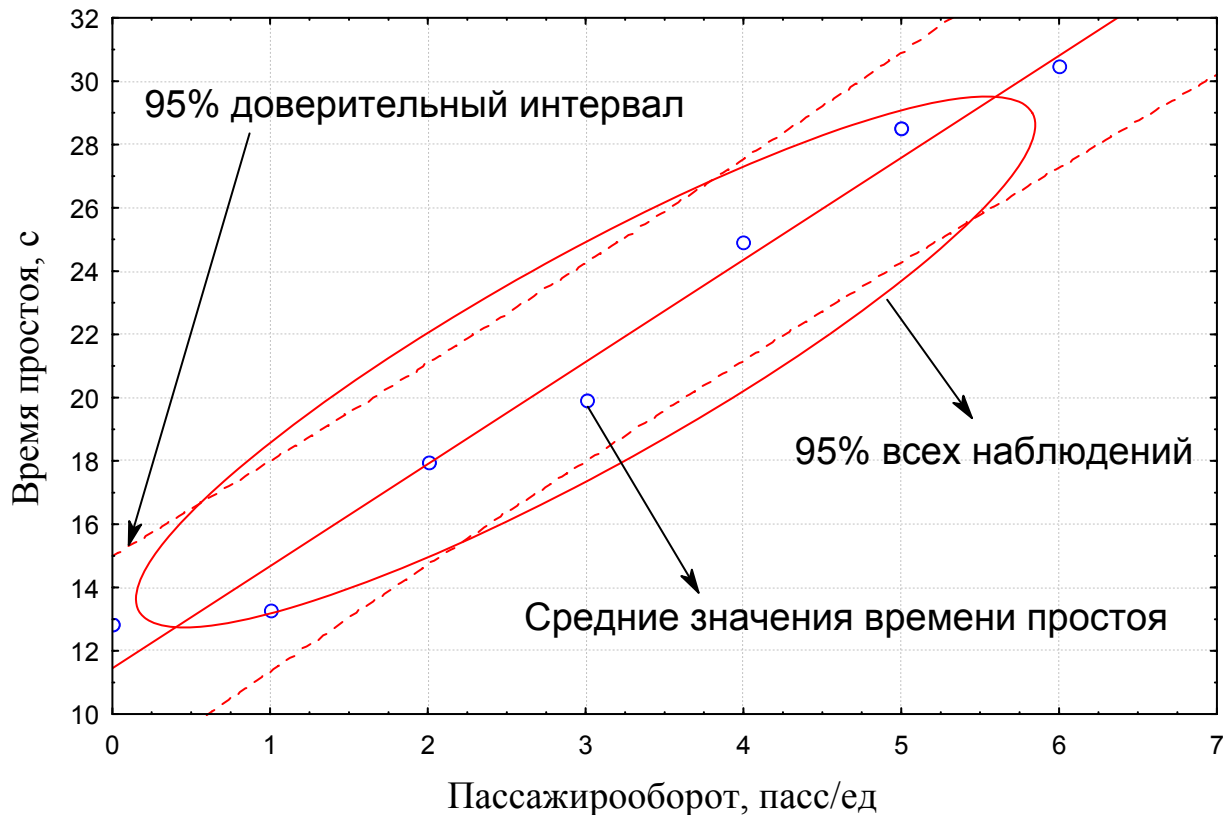


Рис. 2 Распределение времени простоя особо малого класса

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.

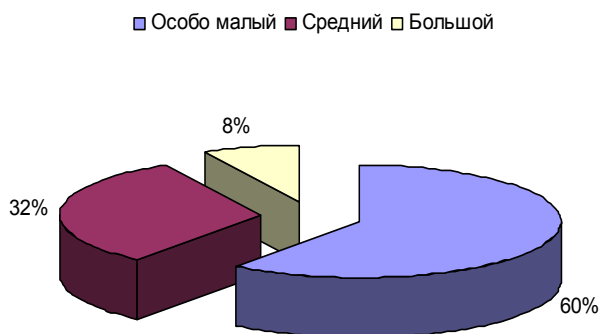
Таким образом, в случае смешанного потока городского пассажирского транспорта необходимо, также знать структуру потока. По усредненным в данным, полученным в г. Иркутске, особо малый класс составляет 60%, средний 20% и большой 10% (см. рис. 3). Далее суть сводиться к определению средневзвешенного времени 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 дверьми, среднему с одной и двумя дверьми 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.

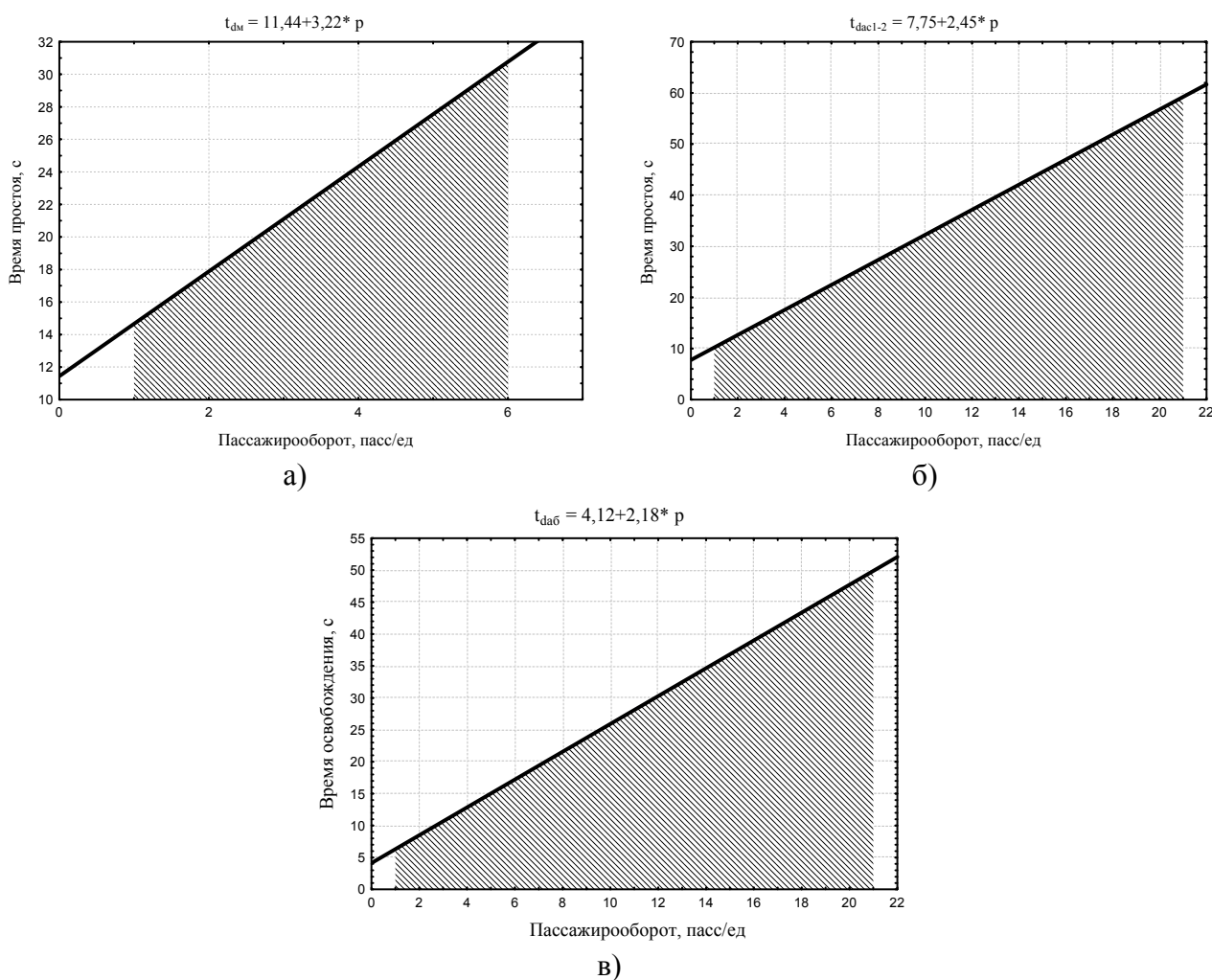


Рис.4. Влияние пассажирооборота на время простоя а)особо малый класс; б) средний класс с одной и двумя дверьми г) большой класс

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

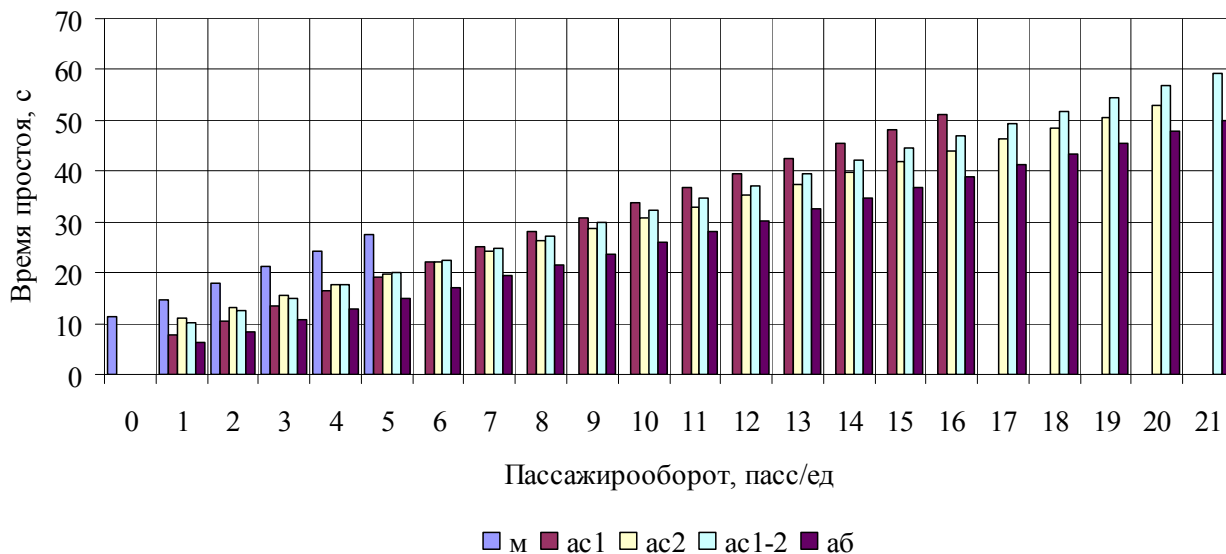
Данные таблицы приведены на гистограмме см. рис.4

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 ма- лый	Средний с одной две- рью	Средний с двумя дверьми	Средний с од- ной и двумя дверьми сов- местно	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

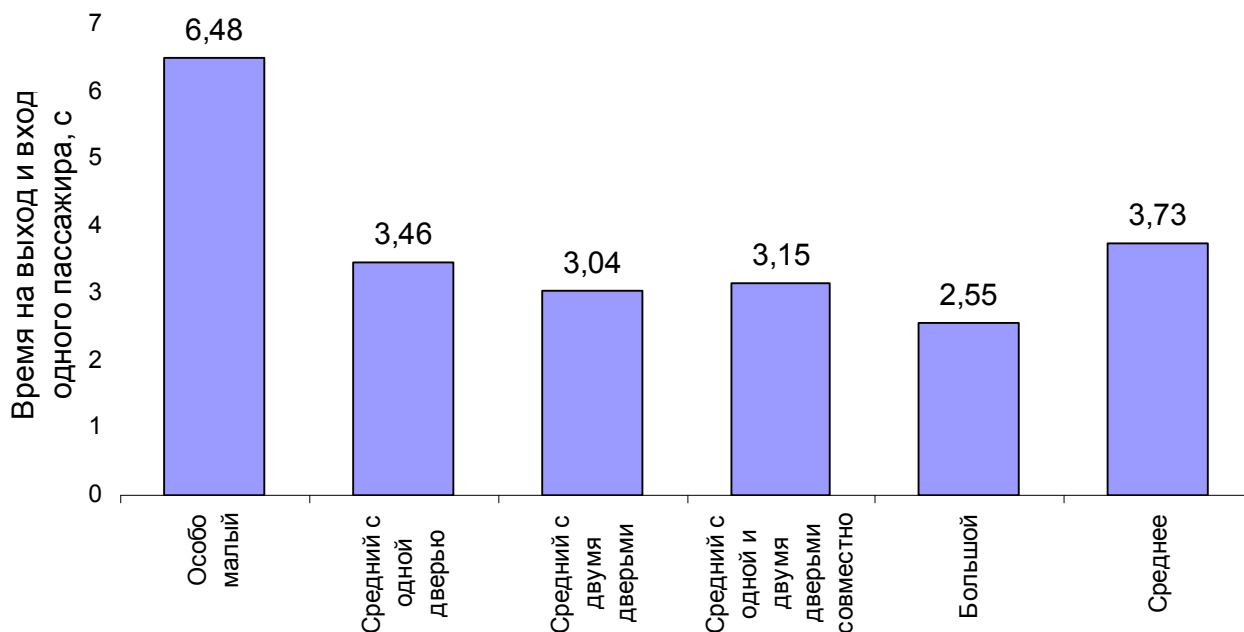


Рис. 5. Зависимость времени на вход и выход одного пассажира от класса транспортного средства

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.