

**МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
лабораторных работ
по дисциплине (модулю)**

«ТЕХНОЛОГИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК»

Лабораторная работа 1. Оценка и анализ затрат времени на передвижение пассажира в городском пространстве

Цель: изучение методов обследования и расчета составляющих времени передвижения пассажиров в городских условиях.

Место проведения: натурные обследования проводятся на реальном маршруте, которым пользуется студент. Расчеты проводятся в лаборатории кафедры «Автомобильные перевозки».

Основные сведения из теоретического курса

Передвижение (корреспонденция) – перемещение людей от двери пункта отправления до двери пункта назначения.

Трудность передвижения – затраты времени на передвижение. Строительными нормами и правилами (СНиП) 2.07.01-89*, регламентирующими планировку и застройку городов, предусмотрено нормирование максимальных затрат времени пассажира на поездку во внутригородском сообщении дифференцированно по населенным пунктам определенной людности.

Общие затраты времени пассажира на передвижение до места назначения составляют

$$T_{\Pi} = \sum t_{\text{пеш}i} + \sum (t_{\text{ож}j} + t_{\text{тр}j}) + \sum t_{\text{перес}l}, \text{ ч}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{пеш}i}$ – затраты времени на пеший подход к остановочному пункту вида транспорта $i = 1$ или переход от остановки назначения до цели поездки $i = 2$, мин; $t_{\text{ож}j}$ – затраты времени на ожидание посадки в транспортное средство на j -м маршруте (виде транспорта), мин; $t_{\text{тр}j}$ – затраты времени на следование в транспортном средстве на j -м маршруте (виде транспорта), мин; $t_{\text{перес}l}$ – затраты времени на пересадку между j -м и $j+1$ -м маршрутами (видами транспорта).

Затраты времени на пешее передвижение $t_{\text{пеш}}$ рассчитываются по формуле

$$t_{\text{пеш}} = \frac{l_{\text{пеш}}}{V_{\text{пеш}}} \cdot 60, \quad (4.2)$$

Где $l_{\text{пеш}}$ – расстояние пешего передвижения от пункта отправления (ПО) до остановочного пункта (ОП) или от ОП до пункта назначения (ПН), км; $V_{\text{пеш}}$ – средняя скорость пешехода, км/ч.

Расстояние пешего подхода может быть определено исходя из следующей схемы (рис. 4.1).

Путь следования пассажира можно представить, как

$$l_{\text{пеш}} = K_{\text{ви}} \cdot K_{\text{ни}} \cdot l_{\text{при}}, \quad (4.3)$$

где $K_{\text{ви}}$ – коэффициент выбора остановочного пункта, который учитывает вероятность следования пассажира к более удаленному ОП при условии сокращения суммарных затрат времени пассажиров на передвижение:

$$K_{\text{ви}} = \frac{1}{1 + \frac{V_{\text{пеш}}}{V_{\text{с}j}}}, \quad (4.4)$$

где $V_{\text{с}j}$ – скорость сообщения j -го транспортного средства, к (от) ОП которого осуществляется пеший подход; $K_{\text{ни}}$ – коэффициент не прямолинейности подхода от пункта отправления (ПО) до остановочного пункта (ОП) или от ОП до пункта назначения (ПН).

Расстояние от ПО до ОП по прямой «воздушной» линии определяется из

$$l_{\text{при}} = \sqrt{l_{1i}^2 + l_{2i}^2} \quad (4.5)$$

Расстояние l_{1i} зависит от плотности транспортной (маршрутной) сети и определяется по эмпирической формуле

$$l_{1i} = \frac{1}{3 \cdot \sigma_{\text{тс}i}}, \quad (4.6)$$

где $\sigma_{\text{тс}i}$ – плотность транспортной сети, км/км², определяемая по формуле

$$\sigma_{\text{тс}i} = \frac{\sum L_{\text{та},i}}{S_{\text{рег}}}, \quad (4.7)$$

$\sum L_{\text{та},i}$ – общая протяженность транспортных артерий вида транспорта в регионе, до или от ОП которого осуществляется пеший подход, км;
 $S_{\text{рег}}$ – площадь региона, км².

Расстояние l_{2i} зависит от протяженности перегона и в общем виде равно величине от нуля до $l_{\text{пер}i}/2$. Таким образом, среднее значение составит

$$l_{2i} = \frac{l_{\text{пер}i}}{4}, \quad (4.8)$$

где $l_{\text{пер}i}$ – средняя длина перегона на путях сообщения вида транспорта

в регионе, до или от ОП которого осуществляется пеший подход, км.

Тогда время пешего передвижения

$$t_{\text{пеш}i} = \frac{K_{\text{ви}} \cdot K_{\text{ни}}}{60 \cdot V_{\text{пеш}}} \cdot \sqrt{\left(\frac{l_{\text{тс}i}}{3} \right)^2 + \left(\frac{l_{\text{пер}i}}{4} \right)^2}. \quad (4.9)$$

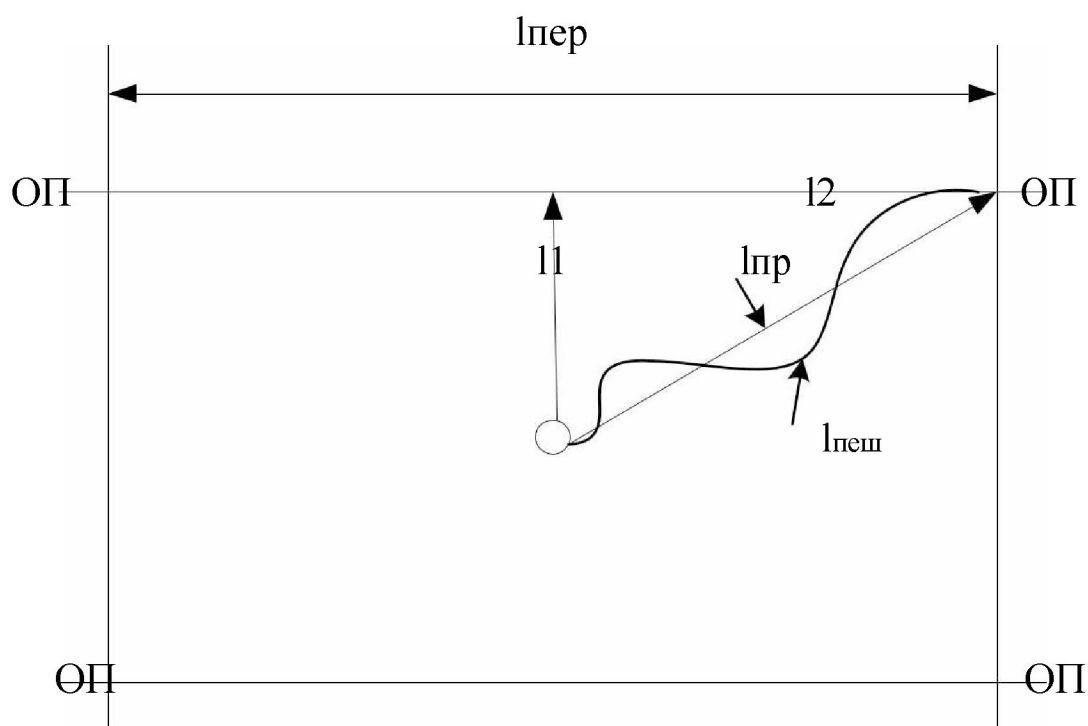


Рис. 4.1. Схема пешего подхода к остановочному пункту: $l_{пер}$ – расстояние перегона между остановочными пунктами; l_1 – расстояние от двери ПО пассажира до трассы маршрута; l_2 – расстояние вдоль трассы маршрута до ОП вида транспорта; $l_{пр}$ – расстояние от ПО до ОП по прямой «воздушной» линии

Затраты времени на ожидание транспортного средства j -го маршрута в общем виде определяются тремя факторами: интервалом движения на маршруте, точностью соблюдения расписания движения водителями, наличием свободных мест в транспортном средстве

$$t_{ож} = \frac{I}{2} + \frac{\sigma^2}{2I} + P_{отк} \cdot I, \quad (4.10)$$

где I_j – плановый интервал движения транспортных средств на j -м маршруте, мин; σ_j – среднеквадратичное отклонение от значения планового интервала движения транспортных средств на j -м маршруте; $P_{откj}$ – вероятность отказа пассажиру в посадке из-за переполнения транспортного средства на j -м маршруте.

При соблюдении интервала и отсутствии отказов в посадке затраты времени на ожидание подвижного состава будут равны

$$t_{ож} = \frac{I}{2}. \quad (4.11)$$

При движении подвижного состава по фиксированному расписанию, известному пассажиру, затраты времени на ожидание составят

$$t_{ожj} = t_{запj}, \quad (4.12)$$

где $t_{зап}$ – время запаса пассажира, подходящего на остановочный пункт к фиксированному времени прибытия подвижного состава на j -м маршруте.

Затраты времени на транспортное передвижение на j -м маршруте определяются его протяженностью и скоростью сообщения

$$t_{трj} = 60 \cdot \frac{l_{трj}}{V_{cj}}, \quad (4.13)$$

где V_{cj} – скорость сообщения на j -м маршруте, км/ч; $l_{тр}$ – протяженность поездки на транспортном средстве на j -м маршруте, км. Она равна сумме длин перегонов $l_{перj}$, км, по которым совершается поездка

$$l_{трj} + l_{перj} = \sum \quad (4.14)$$

Скорость сообщения зависит от динамических качеств подвижного состава, плотности транспортных потоков, системы организации дорожного движения и т.п.

Затраты времени на пересадку определяются количеством пересадок и временем на каждую пересадку.

В общем виде эти затраты определяются, как

$$\Sigma t_{\text{перес}} = t1_{\text{перес}} \cdot N_{\text{пер}}, \quad (4.15)$$

где $t1_{\text{перес}}$ – среднее время, затрачиваемое на одну пересадку, мин; $N_{\text{пер}}$ – количество совершаемых пересадок.

Методические указания

Каждый студент выполняет свой вариант натурных обследований и расчет времени своего передвижения. Вариантом в данной работе является любое передвижение студента, которое имело место (например, передвижение от местожительства до места учебы).

Студент описывает «легенду» своего передвижения, особое место уделяя граничным точкам при определении мест, разделяющих затраты времени на передвижения. Такими границами являются остановочные пункты видов транспорта. «Легенду» следует изобразить в графическом виде (рис. 4.2).

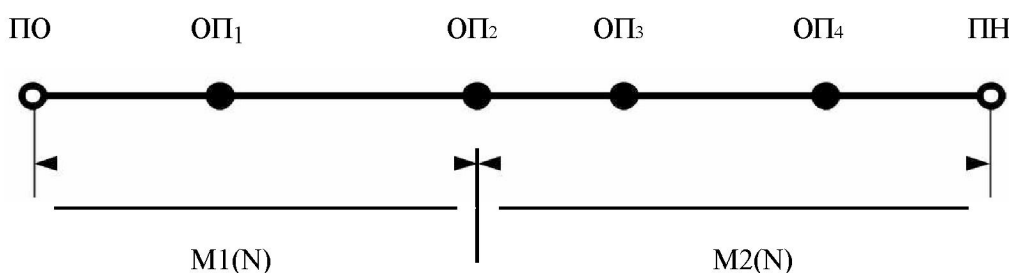


Рис. 4.2. Схема корреспонденции пассажира: $M1(N)$ – первый маршрут (номер, вид); $M2(N)$ – второй маршрут (номер, вид); $ОП(N)$ – остановочные пункты; $ПО$ – пункт отправления; $ПН$ – пункт назначения

Студент должен провести хронометраж составляющих времени на передвижение (не менее 5 замеров), данные занести в табл. 4.1.

Окончательным результатом расчета хронометражных работ будет являться суммарное время передвижения $T_{\text{пер}}^{\Theta}$.

Далее следует для своей «легенды» рассчитать теоретическую величину затрат времени на передвижение $T_{\text{пер}}^{\text{т}}$, для чего необходимо самостоятельно определить показатели для «легенды» (справочные значения отдельных показателей для расчета см. в табл. 4.2).

Задание

1. Провести хронометраж и рассчитать экспериментально затраты времени на передвижение.
2. Определить показатели и рассчитать теоретические затраты времени на передвижение.
3. Построить в координатах путь-время графики затрат времени на передвижение (экспериментальные и теоретические) (рис. 4.3).
4. Проанализировать несовпадение графиков и определить причины их несовпадения.

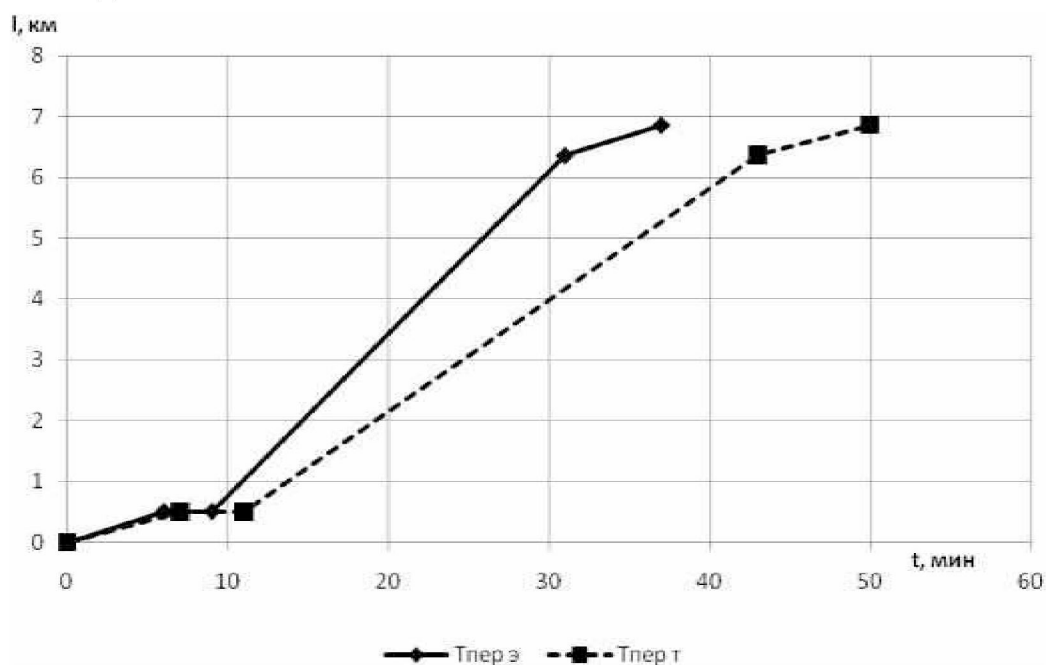


Рис. 4.3. Пример построения графиков затрат времени на передвижение

Таблица 4.1

Результаты хронометражных замеров

Составляющие передвижения пассажира	1	2	3	4	5	Среднее значение
1. Пеший подход от ПО к ОП						
2. Ожидание транспорта						
3. Поездка на транспорте						
...						
N. Пеший подход от ОП к ПН						
Итого						

Таблица 4.2

Справочные значения показателей для расчета теоретического
времени передвижения (для г. Москвы)

№ п/п	Показатель			Справочное значение
	Наименование	Обозна- чение	Единица измере- ния	
1	Коэффициент выбора остановочного пункта	K_B	—	1 – ближний ОП
				1,2 – удаленный ОП
2	Коэффициент непрямолинейности подхода	K_H	—	1,3
3.1	Протяженность перегона для маршру- тов НГПТ (автобус, троллейбус, трамвай)	$l_{пер}^{нг}$	км	0,4...0,7
3.2	Протяженность перегона для метро	$l_{пер}^м$	км	1,9
3.3	Протяженность перегона для железнодорожного транспорта	$l_{пер}^{жд}$	км	2,5
4.1	Общая протяженность линий НГПТ	$\sum L_{т.а.}^{нгпт}$	км	2500
4.2	Общая протяженность линий метро	$\sum L_{та}^м$	км	330
4.3	Общая протяженность линий железнодорожного транспорта	$\sum L_{та}^{жд}$	км	180
4.4	Площадь региона	$S_{рег}$	км ²	1100
5.1	Скорость передвижения пешехода	$V_{пеш}$	км/ч	5
5.2	Скорость сообщения	V_c^a	км/ч	15

	для автобусных маршрутов			
5.3	Скорость сообщения для троллейбусных маршрутов	V_c^{TL}	км/ч	17
5.4	Скорость сообщения для трамвайных маршрутов	V_c^{TM}	км/ч	20
5.5	Скорость сообщения для железнодорожного транспорта	$V_c^{\text{ж}}$	км/ч	42
5.6	Скорость сообщения для метро	V_c^M	км/ч	45
5.7	Скорость сообщения для маршрутного такси, автобусов в полуэкспрессном режиме	V_c^{a3}	км/ч	25
6.1	Средние интервалы движения НГПТ в пиковое время	$I_{\text{пик}}^{\text{НГПТ}}$	мин	5...10
6.2	Средние интервалы движения НГПТ в непиковое время	$I_{\text{нп}}^{\text{НГПТ}}$	мин	15...20
6.3	Средние интервалы движения метро в пиковое время	$I_{\text{пик}}^M$	мин	1...2
6.4	Средние интервалы движения метро в непиковое время	$I_{\text{нп}}^M$	мин	2...4
6.5	Среднеквадратичное отклонение от значения планового интервала движения НГПТ	$\sigma^{\text{НГПТ}}$	мин	2...4
6.6	Вероятность отказа в посадке в пиковое время	$P_{\text{отк}}^{\text{пик}}$	—	0...0,1
6.7	Вероятность отказа в посадке в непиковое время	$P_{\text{отк}}^{\text{нп}}$	—	0...0,01
7	Среднее время на одну пересадку	$t_{\text{перес}}$	мин	3

Лабораторная работа 2. Нормирование скоростей движения на междугородном автобусном маршруте

Цель работы - освоение методики нормирования временных и скоростных характеристик на междугородных автобусных маршрутах регулярных перевозок и приобретение практических навыков по проведению нормирования.

Место проведения работы - лаборатория кафедры «Автомобильные перевозки».

Основные сведения из теоретического курса

Основные термины и определения

К междугородным относятся автобусные маршруты регулярных перевозок, связывающие населенные пункты, расстояние между границами, которых более 50 километров.

Основными показателями междугородных перевозок являются скорость и регулярность сообщения при условии обеспечения безопасности движения. Большое значение при этом имеет правильное нормирование скоростей движения.

Нормированию скоростей движения должны предшествовать выбор маршрута, определение остановочных пунктов и выбор типа подвижного состава, который будет использоваться в конкретных условиях.

Допустимая скорость при условии обеспечения безопасности движения зависит от ряда факторов, которые должны учитываться при проведении работы по нормированию. К таким факторам относятся: технико-эксплуатационные показатели автобусов; геометрические параметры дороги и ее техническое состояние; интенсивность движения транспортных средств на дороге; действующие правила движения; метеорологические условия и время

суток; наличие на дороге специфических условий, требующих снижения скорости движения (населенные пункты, железнодорожные переезды и т.д.).

Предварительный расчет скоростей движения проводится только для автомобильных дорог I, II и III технических категорий.

Составление характеристики маршрута

При составлении характеристики маршрута должны быть определены его этапы, по которым будет проводиться расчет скоростей движения.

Для этого необходимо располагать предварительными сведениями о каждом этапе. За этап маршрута принимается участок между двумя соседними остановочными пунктами, имеющий на всем протяжении одинаковые дорожные условия (ширину проезжей части, тип и состояние дорожного покрытия, интенсивность движения).

Для получения таких сведений проводится изучение маршрута по документам и материалам дорожно-эксплуатационных организаций и непосредственное обследование дорожных условий на трассе маршрута.

По результатам обследования дорожных условий составляется характеристика маршрута, к которой относятся следующие данные (по каждому этапу маршрута):

- техническая категория дороги;
- тип и качество дорожного покрытия;
- ширина проезжей части и обочин дороги;
- среднесуточная интенсивность движения транспортных средств в обоих направлениях;
- протяженность этапа (расстояние от начального до конечного остановочного пункта);

- протяженность города или населенного пункта (начало этапа) от автостанции до его конца;
- протяженность города или населенного пункта (конец этапа) от его начала до автостанции;
- количество городов и населенных пунктов (раздельно), расположенных между начальным и конечным остановочными пунктами (автостанциями);
- общая протяженность городов и населенных пунктов (раздельно);
- протяженность дороги вне населенных пунктов;
- количество железнодорожных переездов всех типов;
- количество опасных для движения участков вне населенных пунктов;
- количество, качество и протяженность затяжных подъемов;
- условная группа, к которой отнесена дорога.

В соответствии с характеристикой маршрута составляется "Сводная таблица дорожных условий на маршруте" (табл. 4.4).

Для участков дороги, имеющих резко различную интенсивность движения, а также различное количество подъемов и спусков в двух направлениях, составляются две схемы маршрута и раздельно для каждого направления движения проводится нормирование скоростей движения.

Раздельное нормирование скоростей проводится также в случае движения автобусов по различным участкам дороги в одном или другом направлениях, например, при въезде в конечный пункт и выезде из него.

Если дорожные условия в обоих направлениях движения примерно одинаковые, составляется только одна схема маршрута - для направления, имеющего большее количество дорожных знаков или большую интенсивность движения. Расчет скоростей проводится по одной схеме условно для обоих направлений движения и в дальнейшем корректируется на основании результатов пробных рейсов и практики эксплуатации маршрута.

Предварительный расчет скоростей движения

Для расчета скорости движения на каждом этапе необходимо:

определить две величины: протяженность пути и время, которое требуется для его прохождения автобусом при условии обеспечения безопасности движения.

Расчет времени движения автобуса на маршруте ведется по двум составляющим: основному ($T_{осн}$, мин) и дополнительному ($T_{доп}$, мин) времени

$$T_{зм} = T_{осн} + T_{доп}, \text{ мин.} \quad (4.1)$$

Под основным понимается время, необходимое для проезда данного расстояния с расчетной средней скоростью. Основное время складывается из трех величин: времени, необходимого для движения вне населенных пунктов, времени, необходимого для проезда через населенные пункты, и времени, необходимого для проезда через города

$$T_{осн} = \sum t_{маг} + \sum t_{н.п.} + \sum t_{гор.} \quad (4.2)$$

где $t_{маг}$, $t_{н.п.}$, $t_{гор.}$ – время, затрачиваемое на движение вне населенных пунктов, по населенным пунктам и по городам, соответственно, мин.

Дополнительное время (надбавка) представляет собой время, необходимое для движения в опасных местах маршрута на пониженной скорости, и добавляется к основному времени. К таким местам могут быть отнесены:

- участки дороги вне населенных пунктов, обставленные предупреждающими дорожными знаками;
- проезд через железнодорожные переезды;
- проезд светофоров;
- остановки вне населенных пунктов;

- преодоление затяжных подъемов, где автобус из-за недостатка тяговых качеств не может обеспечить расчетную среднюю скорость, предусмотренную для относительно ровного профиля дороги.

Дополнительно время рассчитывается по формуле

$$T_{доп} = t_{п.з.} \times N_{п.з.} + t_{п.} \times N_{п.} + t_{ис.с.} \times N_{ис.с.} + t_{св.} \times N_{св.} + t_{ж.д.п.} \times N_{ж.д.п.}, \quad (4.3)$$

где $t_{п.з.}, t_{п.}, t_{ис.с.}, t_{св.}, t_{ж.д.п.}$ – надбавки времени, соответственно, на преодоление участка с предупреждающим знаком, подъема, искусственного сооружения, светофора, железнодорожного переезда, мин;

$N_{п.з.}, N_{п.}, N_{ис.с.}, N_{св.}, N_{ж.д.п.}$ – количество на этапе, соответственно, предупреждающих знаков, подъемов, искусственных сооружений, светофоров.

Процедура нормирования выполняется отдельно для прямого и обратного направлений движения по маршруту.

В результате проведенного хронометража определяется расчетная скорость автобуса на маршруте. Для проверки расчетов необходимо проведение пробных рейсов, позволяющих учесть специфику каждого этапа и дополнительные факторы, влияющие на снижение скорости движения.

После внесения поправок в предварительные расчеты времени движения и окончательного установления времени, необходимого для прохождения каждого этапа, определяется средняя техническая скорость движения автобуса на каждом этапе и маршруте в целом.

Методические указания

Лабораторная работа выполняется бригадой из 2-3 человек.

Каждой бригаде выдаётся схема, соответствующая определённому этапу трассы маршрута (прил. 2). В правом верхнем углу схемы указан порядковый номер этапа.

В соответствии с приведенной методикой бригада проводит расчет основного и дополнительного времени движения автобуса по этапу.

1. Для определения основного времени проследования по этапу необходимо осуществить его разбивку на участки по следующим признакам:

- а) движение вне населённых пунктов;
- б) движение по населённым пунктам с населением до 60 тыс. чел.; в)
движение по городам с населением свыше 60-тью. чел.

Время движения по каждому из участков определяется отношением длины участка к расчетной скорости его проследования

$$t=l/V_m$$

Значение расчетной скорости для участков дороги вне населенных пунктов зависит от ее условной группы.

Принадлежность к той или иной группе зависит от комбинации двух параметров: общей ширины проезжей части Нп.ч. и интенсивности движения автомобилей N . Значение интенсивности движения и ширина полосы для движения по этапу указаны на схеме.

Общая ширина проезжей части определяется по формуле

$$H_{п.ч.} = 2 \times B \times n$$

где B - ширина полосы, м,

n - количество полос в одном направлении.

Таблица 4.1

Условные группы автомобильных дорог

Группа дороги	Общая ширина проезжей части, м	Интенсивность движения, тыс.авт./сут
I	7...11,5	До 4
	12 и более	До 6
II	5,5...6,5	До 2
	7...11,5	Свыше 4
	12 и более	Свыше 6
III	5,5...6,5	Свыше 2
	Не менее 6	До 1

Таблица 4.2

Рекомендуемые значения расчетной скорости движения автобусов в различных условиях

Условия движения	Расчетная скорость, км/ч
Автодороги I группы	85
Автодороги II группы	80
Автодороги III группы	70
Населенные пункты	60
Города с населением свыше 60 тыс. чел.	30

Примечание. При наличии на этапе отдельных участков с ограничением скорости движения ниже уровня рекомендованных расчетных средних скоростей - вне населенных пунктов и в населенных пунктах и в городах - ведется самостоятельный расчет времени движения автобуса на этих участках с вычитанием их протяженности из общей протяженности этапа; затем все величины времени складываются.

По табл. 4.2 рекомендуемых расчетных средних скоростей время движения автобуса рассчитывается отдельно - для движения вне населенных пунктов, в населенных пунктах и в городах, - после чего складывается, образуя основное время движения автобуса на этапе маршрута.

2. Дополнительное время движения на этапе определяется в виде надбавок к основному времени, необходимых для преодоления участков повышенной сложности, требующих снижения скорости.

Таблица 4.3

Нормативные значения надбавок времени на преодоление участков повышенной сложности

Условия снижения скорости		Время на одну операцию, мин.
Предупреждающий знак	Автодороги I группы	0,6
	Автодороги II, III групп	0,5
Подъем	Уклон 4%	0,4
	Уклон 6%	0,6
Мост, путепровод		0,4
Светофор		1,0
Ж/д или трамвайный переезд в одном уровне		1,0

Определение категории и количества участков повышенной сложности осуществляется в соответствии со знаками, приведенными на схемах. При этом стрелка под обозначением знака указывает направление его действия, а цифра над стрелкой - количество знаков, приходящееся на одно обозначение. Нормативные значения надбавок времени на преодоление участков, требующих снижения скорости приведены в табл. 4.3.

Дополнительное время движения рассчитывается по формуле (4.3).
Итоговое время проследования этапа рассчитывается по формуле (4.1).

По полученным данным определяется значение технической скорости движения по этапу

$$V_{\text{т}} = L_{\text{эт}} / T_{\text{эт}}, \text{ км/ч}, \quad (4.6)$$

где $L_{\text{эт}}$ – протяженность этапа, км.

Расчеты проводятся отдельно в прямом и обратном направлениях (по схеме слева направо – прямое направление, справа налево – обратное).

Все данные сводятся в «Сводную таблицу дорожных условий» (табл. 4.4). Рассчитывается длина маршрута в прямом (обратном) направлениях

$$L_{\text{м}} = \sum L_{\text{эт}}, \text{ км}. \quad (4.7)$$

Время движения в прямом (обратном) направлениях

$$T_{\text{об}} = \sum T_{\text{эт}}, \text{ мин}. \quad (4.8)$$

Значение средней технической скорости отдельно для каждого направления

$$V_{\text{т}}^{\text{ср}} = L_{\text{м}} / T_{\text{об}}, \text{ км/ч}. \quad (4.9)$$

Задание

1. Определить условную группу дороги.
2. Рассчитать основное время проследования автобуса по этапу.
3. Рассчитать дополнительное время проследования автобуса по этапу.
4. Провести расчет $L_{\text{эт}}$, $T_{\text{эт}}$, $V_{\text{т}}$.
5. Составить «Сводную таблицу дорожных условий».
6. Определить $L_{\text{м}}$, $T_{\text{р}}$, $V_{\text{т}}^{\text{ср}}$.
7. Построить графики движения автобусов по маршруту (рис. 4.1.) и технической скорости по участкам маршрута (рис. 4.2.) в прямом и обратном направлениях.
8. Сделать вывод по результатам работы.

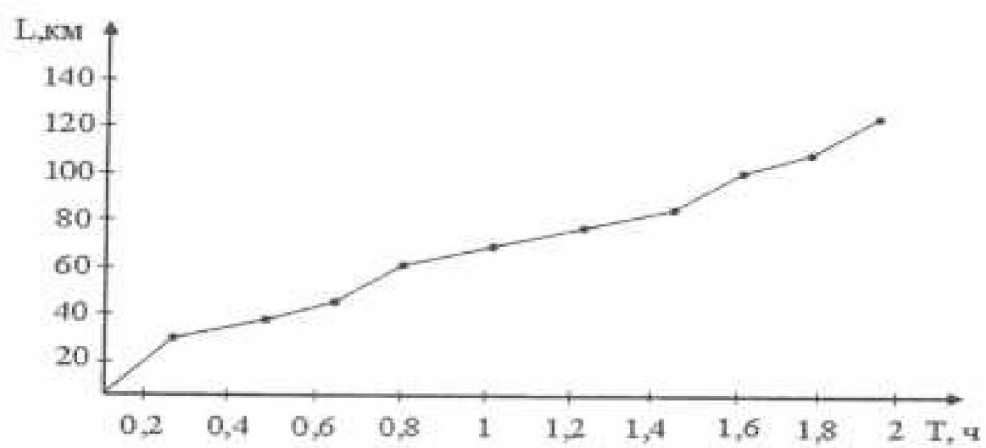


Рис. 4.1. Пример графика движения автобусов по маршруту

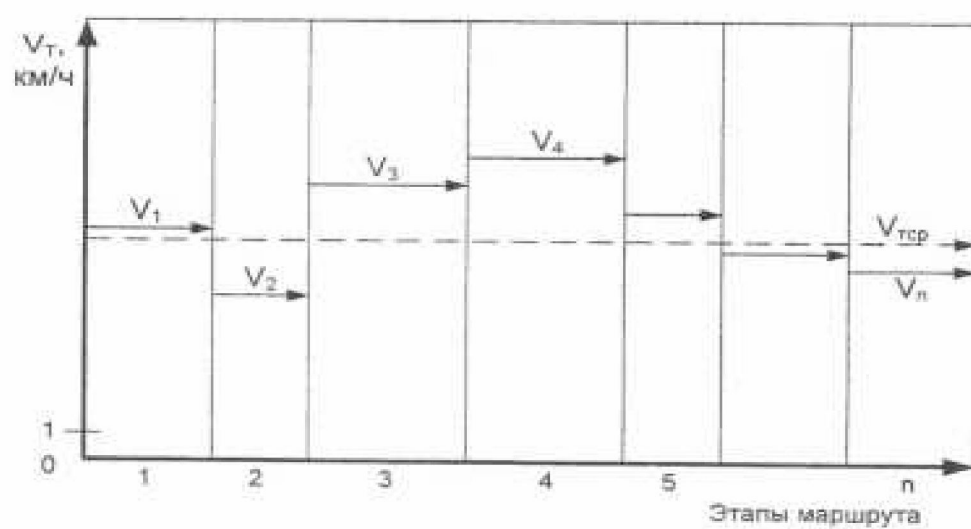


Рис. 4.2. Эюра технической скорости движения автобусов

Лабораторная работа 3. Выбор эффективного типа автобуса методами квалиметрии

Цель - освоение методов выбора рационального типа подвижного состава для автобусного маршрута регулярных перевозок.

Место проведения - лаборатория кафедры «Автомобильные перевозки».

Основные сведения из теоретического курса

Задача выбора рационального типа подвижного состава является одной из главных в проблеме качественного транспортного обслуживания населения. Под рациональным типом подвижного состава в данной работе понимается модель транспортного средства, в наибольшей степени удовлетворяющая требованиям качественного обслуживания пассажиров.

Существует несколько методов выбора рационального типа подвижного состава. Одним из них является метод квалиметрического анализа.

Квалиметрия - область науки, изучающая и реализующая методы количественной оценки качества продукции, предметов и процессов, т.е. объектов реального мира.

Качество объекта проявляется через его свойства, поэтому для оценки качества необходимо определить перечень (номенклатуру) тех свойств, совокупность которых в достаточной мере его характеризует, и оценить или измерить численные характеристики этих свойств. Проведя интегральную оценку совокупности этих свойств, следует сопоставить полученные данные с подобными характеристиками других объектов. Анализ полученных результатов позволит выявить оптимальный объект.

Для решения поставленной задачи применяется метод экспертной оценки показателей качества. Объектами экспертизы являются свойства (характеристики) подвижного состава пассажирского транспорта (далее - показатели).

Для определения значимости тех или иных показателей применяют экспертное оценивание ранжированием. Эксперты оценивают значимость показателей по определенной шкале. Таким видом ранжирования является АВС-анализ — анализ оценочных показателей путём группировки их по трем категориям:

А — наиболее значимые;

В — значимые;

С — наименее значимые.

Эксперты независимо друг от друга определяют перечень показателей $X_1 \dots X_m$. Далее определяется количество повторений одного и того же показателя X_i у всех экспертов. Показатели, повторяющиеся наибольшее количество раз, относят к категории А.

К категории В относят показатели, повторяющиеся реже. Категория С включает показатели, не имеющие повторений. Они исключаются из дальнейшего рассмотрения.

По результатам АВС-анализа показателям присваиваются ранги. Категории А присваивается высший ранг – $R_1=1$. Показателям, попавшим в категорию В, присваивается ранг из интервала $R_1=0,6-0,8$ (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Пример ранжирования показателей

Категория	Количество повторений показателя	Оценочный показатель качества X_i	Ранг R_i
А	4	X_1	1
	4	X_2	1
В	3	X_3	0,8
	3	X_4	0,8
	2	X_5	0,6

Для каждого показателя X_i определяется набор его значений Y_j для выбранных моделей автобусов.

На следующем этапе рассчитываются относительные значения показателей методом предпочтений. Для каждого показателя определяется «эталонное» (наилучшее) значение Y_j которое принимается за 1. Далее проводится перерасчет остальных значений Y_j показателей относительно «эталонного». Это делается следующим образом: если показатель следует *минимизировать*, то численное значение «эталона» делится поочередно на все значения данного показателя

$$Y'_j = \frac{Y_j}{Y_j^*}, \quad (5.1)$$

где Y_j^* – относительное значение показателя.

Если показатель следует *максимизировать*, то все значения данного показателя делятся на «эталонное» значение

$$Y'_j = \frac{Y_j}{Y_j^*}. \quad (5.2)$$

Примечание. Качественные показатели (например, экологический класс) оцениваются с помощью шкалы порядка, где значениям показателя соответствуют числа, присваиваемые в соответствии с определенным порядком (например, Евро-1 = 1, Евро-2 = 2 и т.п.).

Следующий этап предполагает корректировку относительных значений показателей с учетом их рангов. Для этого относительные значения, полученные на предыдущем этапе, умножаются на значения рангов

$$Y_j^k = Y'_j \times R_j. \quad (5.3)$$

Последним этапом является выбор оптимального типа автобуса. Для этого проводится расчет интегральной оценки уровня качества

$$Q_j = \sum_{k=1}^m Y_j^k. \quad (5.4)$$

Максимальное значение данной оценки соответствует оптимальной модели автобуса.

Методические указания

Работа выполняется бригадным методом. Каждая бригада состоит из 2-4 человек.

Бригада получает исходные данные с технико-эксплуатационными показателями (ТЭП) маршрута регулярных перевозок:

- Пассажиронапряженностью по участкам маршрута, пасс;
- Временем оборота на маршруте, мин.

На основании данных о максимальном пассажиропотоке рассчитывается вместимость автобусов Q_n , наиболее соответствующая данному маршруту

$$q_n = \frac{Q_{\max} \cdot I}{60 \cdot \gamma}, \quad (5.5)$$

где $Q_{\max}$ - максимальная пассажиронапряженность на маршруте в одном из направлений в час пик, пасс;

I - интервал движения автобусов в час пик (выбирается студентом из диапазона [5; 15] мин), мин.;

γ - коэффициент наполнения автобусов в час пик (выбирается студентом из диапазона [0,9; 1,0]).

Рассчитывается потребное количество автобусов найденной пассажировместимости A_n ,

$$A_n = \frac{t_{об}}{I}, \quad (5.6)$$

где $t_{об}$ - время оборота автобусов на маршруте, мин.

Для выбранного класса вместимости по справочнику автобусов выбирается до пяти моделей транспортных средств.

Следующим этапом является выбор оценочных показателей качества. Выбор показателей проводится в каждой бригаде самостоятельно.

При выборе оценочных показателей необходимо учитывать, что показателями качества транспортного средства являются его свойства (характеристики), которые оказывают влияние на:

- эффективность транспортного процесса;
- качество обслуживания с точки зрения пассажиров;
- себестоимость перевозки;

- общество и окружающую среду.

Кроме того, следует иметь в виду, что необходимо будет найти величины выявленных оценочных показателей для выбранных моделей транспортных средств.

Например, в качестве оценочных показателей могут быть выбраны следующие свойства (характеристики) подвижного состава:

- Рыночная стоимость, руб.;
- Расход топлива, л/100 км;
- Ресурс транспортного средства (двигателя, шасси, кузова, трансмиссии), км или г;
- Экологический класс двигателя;
- Наличие низкого пола и др.;

Бригада проводит ранжирование составленного перечня оценочных показателей по категориям значимости А, В и С.

Рекомендуется ранжировать показатели таким образом, чтобы суммарно в категории значимости А и В попало не менее пяти показателей.

Для выбранных моделей составляется таблица, в которую заносятся отобранные показатели, их численные значения (из справочника) и ранг (табл. 5.2).

Результаты расчетов в относительных единицах сводятся в табл.5.3. Результаты корректировки показателей с учетом их ранга сводятся в табл. 5.4.

Таблица 5.2

Справочные значения показателей

Показатели	Категория	Ранг	Модель 1	Модель 2	...	Модель n
X_1	A	1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1n}
X_2	A	1	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2n}
X_3	B	0,8	Y_{31}	Y_{32}	...	Y_{3n}
...	...	...	...	...	...	...
X_m	B	0,6	Y_{m1}	Y_{m2}	...	Y_{mn}

Таблица 5.3

Относительные значения показателей

Показатели	Категория	Ранг	Модель 1	Модель 2	...	Модель n
X_1	A	1	Y'_{11}	Y'_{12}	...	Y'_{1n}
X_2	A	1	Y'_{21}	Y'_{22}	...	Y'_{2n}
X_3	B	0,8	Y'_{31}	Y'_{32}	...	Y'_{3n}
...	...	...	...	...	...	...
X_m	B	0,6	Y'_{m1}	Y'_{m2}	...	Y'_{mn}

Таблица 5.4

Итоговые значения показателей

Показатели	Категория	Ранг	Модель 1	Модель 2	...	Модель n
X_1	A	1	Y''_{11}	Y''_{12}	...	Y''_{1n}
X_2	A	1	Y''_{21}	Y''_{22}	...	Y''_{2n}
X_3	B	0,8	Y''_{31}	Y''_{32}	...	Y''_{3n}
...	...	...	...	...	...	...
X_m	B	0,6	Y''_{m1}	Y''_{m2}	...	Y''_{mn}
Σ	—	—	Q_1	Q_2	...	Q_n

По данным таблицы делается вывод об оптимальной модели транспортного средства.

Задание

1. Выбрать класс пассажировместимости транспортного средства для обслуживания маршрута регулярных перевозок.

2. Выбрать по справочнику до пяти моделей транспортных средств определенного класса пассажировместимости.
3. Определить показатели для маршрута регулярных перевозок.
4. Провести ABC-анализ и ранжирование оценочных показателей качества подвижного состава.
5. Провести расчет интегральной оценки уровня качества для выбран-ных моделей транспортных средств.
6. Принять решение о выборе оптимальной модели транспортного средства для обслуживания маршрута регулярных перевозо

Лабораторная работа 4. Оптимизация городского автобусного маршрута

Цель – разработка комплекса мероприятий, направленных на повышение качества обслуживания пассажиров на городских маршрутах.

Место проведения работы - реальный автобусный маршрут, лаборатория кафедры «Автомобильные перевозки».

Основные сведения из теоретического курса

Основные термины и определения

Пассажиропоток (пасс/ч, пасс/сут и т.д.) – количество пассажиров, перевезенных на маршруте за единицу времени.

Корреспонденция пассажиров - объективно существующая потребность населения в транспортных связях между какими-либо двумя остановочными пунктами.

Обследование пассажиропотоков может осуществляться несколькими методами: табличным, талонным, билетным, анкетным и методом непосредственного наблюдения (глазомерный метод).

Анкетный метод применяется при решении вопроса перспективного развития транспортной сети города (микрорайона).

Этот метод предусматривает опрос населения (или пассажиров) о направлении, цели и времени поездок. Методы и формы опроса могут быть различными в зависимости от цели и масштабов проведения обследований. Использование этого метода требует специальной подготовки, он сложен и трудоемок, требует привлечения большого количества людей и не всегда дает

исчерпывающие данные. Однако этот метод обследования является единственным для районов, не имеющих транспортных сетей.

Талонный метод обследования пассажиропотоков основан на регистрации учетчиками посадки и высадки каждого пассажира. Он позволяет непосредственно определить количество пассажиров во взаимных корреспонденциях. Этот метод является в организационном плане самым сложным и дорогостоящим. Суть талонного метода заключается в следующем. Учетчик, находящийся у входной двери, каждому входящему пассажиру выдает талон, делая у себя отметку о наименовании остановочного пункта и количестве выданных талонов. Учетчик, находящийся у выходной двери, забирает талоны у выходящих пассажиров и сортирует их по каждому остановочному пункту. Недостаток данного метода заключается в трудоемкости работы учетчиков, могут наблюдаться неточности в случае несдачи талонов пассажирами (особенно в часы пик).

Билетный метод основан на статистической обработке отчетных данных о количестве проданных билетов. Однако этот метод не учитывает количество пассажиров, пользующихся правом бесплатного проезда и проездными документами. Этот метод не требует специальной подготовки, применяется в основном на пригородных и междугородных маршрутах, где продажа билетов обязательна.

Табличный метод применяется для проведения разового обследования пассажиропотока и требует наименьших затрат при высокой точности полученных данных. Метод основан на регистрации учетчиками количества пассажиров, входящих и выходящих из автобуса. Регистрация пассажиров может проводиться учетчиками как внутри салона автобуса, так и на остановочных пунктах маршрута.

Глазомерный метод наиболее прост и доступен. Он основан на визуальном наблюдении за пассажиропотоками как специальными контролерами, так и кондукторами или водителями.

Для оценки использования вместимости применяется балльная шкала и так называемая «силуэтная» форма глазомерного обследования. Учетчик «на глаз» оценивает наполнение автобуса пассажирами и выставляет соответствующие баллы (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Визуальные оценки наполняемости салона автобуса и соответствующие им уровни наполнения салона автобуса.

Оценка	Наполняемость салона автобуса	Коэффициент наполнения γ
1	Заняты до 50% мест для сидения	0,1
2	Заняты от 50% до 100% мест для сидения	0,25
3	Заняты все места для сидения и до 30% мест для проезда стоя	0,5
4	Заняты все места для сидения и от 30% до 70% мест для проезда стоя	0,7
5	Автобус заполнен полностью, но посадка ещё возможна	1,0
6	Автобус переполнен, наблюдаются отказы в посадке	1,2

Обработка полученных заполненных форм заключается в расшифровке балльных оценок и определении по ним количества пассажиров. Недостатком глазомерного метода является тенденция некоторого завышения наполнения автобусов. Преимущество метода заключается в отсутствии значительных затрат на получение информации.

Сбор информации о времени прибытия, стоянки и отправления автобусов проводится на остановочных пунктах и в дальнейшем используется для расчета временных и скоростных характеристик и контроля за движением автобуса.

Методические рекомендации

Для практического применения результатов обследования пассажиропотоков лабораторную работу предполагается проводить в условиях реального автобусного маршрута табличным и глазомерным методами с расположением учетчиков на остановочных пунктах.

Альтернативным является вариант проведения обследования в лабораторных условиях по видеозаписи, сделанной заранее на обследуемом маршруте и специально подготовленной к демонстрации.

Минимальная общая численность учетчиков N_y определяется по формуле

$$N_y = N_{оп} \times N \times 1,05, \quad (1.1)$$

где $N_{оп}$ – количество остановочных пунктов (ОП) на маршруте в прямом и обратном направлениях,

N – количество учетчиков на одном ОП (обычно 2-3 чел.),

1,05 – коэффициент, учитывающий 5%-ный резерв количества учетчиков.

По прибытии автобуса на остановку в протоколе регистрируется:

- регистрационный номер автобуса;
- время прибытия автобуса на остановку - момент открытия дверей;
- количество вышедших и вошедших пассажиров (суммарное по всем дверям);
- время стоянки автобуса на остановочном пункте - в секундах;
- по отправлении автобуса визуально оценивают наполняемость по шестибальной шкале в соответствии с табл. 1.1.

Правильный выбор маршрутов следования автобусов оказывает решающее влияние на общую величину времени населения на передвижение и эффективность использования подвижного состава.

При выборе и обосновании маршрутов руководствуются следующими требованиями:

- основные пункты транспортного тяготения и массового скопления пассажиров связываются между собой по кратчайшим направлениям;
- маршруты должны обеспечивать беспересадочные поездки пассажиров по основным направлениям следования;
- маршруты городских сообщений должны обеспечивать удобство пересадки пассажирам пригородных и междугородных сообщений на транспортные средства других видов городского транспорта;
- протяженность автобусных маршрутов определяют в зависимости от размеров и планировки города с учетом равномерного наполнения транспортных средств по всей протяженности в различные периоды суток;
- автобусные маршруты устанавливаются при наличии достаточно благоустроенного дорожного полотна, с учетом ширины и продольного профиля улиц, а также эксплуатационно-технической характеристики автобуса;
- автобусные маршруты городских сообщений должны быть согласованы между собой и с маршрутами других видов пассажирского транспорта, а также железнодорожным, воздушным, водным транспортом.

Маршрут большой протяженности имеет следующие преимущества:

- обеспечивает беспересадочное сообщение между периферийными пунктами города;
- не требует организации конечных пунктов в центральной части города;
- обеспечивает более высокую эксплуатационную скорость за счет уменьшения времени простоя на конечных пунктах.

Короткий маршрут имеет следующие преимущества:

- облегчает достижение более равномерной загрузки автобусов на всем протяжении маршрута;
- обеспечивает более высокую регулярность движения.

Оптимальный перегон городских маршрутов 300–500 метров, пригородных маршрутов 800–1200 метров.

Задание

1. Провести обследование пассажиропотоков на реальном автобусном маршруте табличным и глазомерным методами.
2. Заполнить протокол обследования маршрута по остановочным пунктам (прил. 1).
3. С учетом требований, предъявляемых к организации городских маршрутов разработать комплекс мероприятий по совершенствованию организации перевозок на заданном маршруте.

Список использованных источников

1. Туревский И.С. Автомобильные перевозки : учеб. пособие / И.С. Туревский. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 223 с. — (Профессиональное образование).
2. А.И. Рошин Планирование городского автобусного маршрута : методические указания к курсовому проекту по дисциплине "Технология пассажирских перевозок" / А.И. Рошин, Ф.В. Акопов, А.А. Пасынский, Д.Г. Мороз, А.И. Жуков ; МАДИ. — М. : МАДИ, 2019. — 31 с. : ил. — Авторы - преподаватели МАДИ. — Библиогр.: с. 30.
3. Бирюков В.В. Пассажирские перевозки в городах и агломерациях : учебник / В. В. Бирюков. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 368 с. - (Учебники НГТУ). - ISBN 978-5-7782-4264-7. - Текст : электронный.
4. Рошин А.И. К вопросу определения средней дальности поездки пассажира / А.И. Рошин // Проблемы и основные направления модернизации транспортного комплекса московского региона : Сб. науч. трудов / Отв. ред. Н. О. Блудян ; МАДИ. — М., 2012. — С. 67-70.
5. Пассажирские автомобильные перевозки [Текст] : учебник / В. А. Гудков [и др.]. - М. : Горячая линия - Телеком, 2006. - 448 с. : ил. - (Специальность). - Библиогр.: с. 443
6. Рошин А.И. Сборник задач по курсу "Технология пассажирских перевозок" : практикум / А.И. Рошин, А.И. Жуков, Ф.В. Акопов ; под ред. Н.О. Блудяна; Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ). — М. : МАДИ, 2016. — 31 с. : табл. — Авторы-преподаватели МАДИ. — Библиогр.: с. 30.
7. Беляев В.М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения : учеб. пособие по специальности "Технология транспортных процессов" / В. М. Беляев ; МАДИ. — М. : МАДИ, 2014. — 204 с. : ил. — Библиогр.: с. 194-195.