

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

В статье представлен комплекс методик определения структуры подвижного состава городского пассажирского автомобильного транспорта в зависимости от уровня решаемых задач: с учетом показателей транспортной подвижности населения муниципальных образований; с учетом возможностей городской маршрутной сети; с учетом интервалов движения на маршрутах городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: пассажиропоток, структура подвижного состава, пассажирский транспорт, транспортная подвижность населения.

В настоящее время городской пассажирский автомобильный транспорт характеризуется высокой степенью децентрализации управления, с необоснованно большим количеством хозяйствующих субъектов, многие из которых характеризуются малым количеством подвижного состава, низкой производственно-технической культурой, не позволяющей должным образом организовать подготовку и осуществить процесс перевозки. Безопасности и качеству перевозок этими хозяйствующими субъектами не уделяется должного внимания.

Для увеличения прибыли перевозчик использует для перевозок пассажиров автобусы малой вместимости устаревших моделей, зачастую с высокой степенью износа. При этом количество таких автобусов на линии в настоящее время не регламентируется, что в условиях сложившейся архитектурно-планировочной структуры городов ведет к перегруженности маршрутной сети, снижает эффективность ее использования при одновременном ухудшении безопасности перевозок. Сложившееся положение вызывает серьезную озабоченность в органах управления на транспорте различных уровней и требует его решения в ближайшей перспективе. Для решения этой проблемы перед муниципальным образованием стоит задача определения потребности в подвижном составе пассажирского автомобильного и наземного городского электрического транспорта.

В настоящее время известны классические приемы определения количества транспортных средств на основе известных пассажиропотоков на маршруте. Однако они не позволяют определять структуру подвижного состава городского пассажирского транспорта. Кроме этого,

не учитываются возможности городской маршрутной сети, а также нормативы по интервалам движения транспортных средств, которые имеют важное значение при организации транспортного обслуживания населения.

Для расширения возможностей организации перевозочного процесса автором разработаны три способа определения структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта. Каждый из способов зависит от поставленной задачи, степени детализации исходных данных и точности расчетов.

Для первого способа разработана методика [1], для которой требуется минимум затрат на проведение обследований. Он позволяет укрупненно оценить общие пассажиропотоки по муниципальному образованию и определить структуру подвижного состава, основываясь на экономической целесообразности. Второй способ предполагает обследование городской маршрутной сети и определение структуры подвижного состава исходя из ее возможностей. Третий способ – наиболее точный, предполагает высокозатратные обследования маршрутной городской сети и пассажиропотоков по маршрутам. Результатом является распределение по-маршрутно структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта с учетом нормативных интервалов движения и возможностей городской маршрутной сети.

Целью разработанных методов является снижение затрат на проведение обследований, а также негативных воздействий подвижного состава наземного пассажирского автомобильного транспорта на жизнь и здоровье участников дорожного движения, окружающую среду наряду с обеспечением требуемых зна-

чений показателей качества обслуживания пассажиров.

Первый способ основан на определении минимальной величины транспортной подвижности населения по количеству поездок одного пассажира в год. Для этого используют отраслевой документ [2].

Транспортную подвижность населения $P_{\Sigma i}$ определяют как количество поездок, совершаемых жителем группы населения:

$$P_{\Sigma i} = P_i K_{Pi} K_{pPi},$$

где P_i – количество передвижений, совершаемых с определенной целью;

K_{Pi} – коэффициент пересадочности;

K_{pPi} – коэффициент реализации транспортной подвижности.

Общее количество поездок $P_{общ}$, совершаемое за год жителем i -й группы, определяют по формуле:

$P_{общ} = P_{\Sigma раб} + P_{\Sigma кб} + P_{\Sigma мед} + P_{\Sigma дел} + P_{\Sigma тур.дач} + P_{\Sigma пр}$,
где $P_{\Sigma раб}$ – число передвижений, совершаемых с рабочими целями;

$P_{\Sigma кб}$ – число передвижений, совершаемых с культурно-бытовыми целями;

$P_{\Sigma мед}$ – число передвижений, совершаемых с медицинскими целями;

$P_{\Sigma тур.дач}$ – число передвижений, связанных с туристическими (включая поездки на дачные участки) целями;

$P_{\Sigma пр}$ – число прочих передвижений.

Среднюю подвижность населения для городов в зависимости от их численности (в поездках в год) определяют по формуле:

$$P_{ср} = K_{ац} K_{пр} \frac{\sum_{j=1}^n P_{общj} n_j}{n_{нас}},$$

где $K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий долю приезжих в общем числе пассажиров общественного пассажирского транспорта;

$K_{ац}$ – коэффициент, учитывающий увеличение численности населения для административных центров по сравнению с подвижностью населения обычных городов;

$P_{общj}$ – общее количество поездок, совершаемых за год жителем j -й группы, поездки;

n_j – численность жителей j -й группы, чел.;

$n_{нас}$ – численность населения города, чел.

Долю населения различных групп определяют исходя из статистических данных.

Средний годовой пассажиропоток в муниципальном образовании определяют произведением средней подвижности населения на численность городских жителей (после исключения детей до 6 лет) по формуле:

$$Q^{год} = 0,95 P_{ср}^{год} n_{нас}.$$

Для определения необходимого количества подвижного состава в муниципальном образовании необходимо определить максимальный часовой пассажиропоток в час пик. Разность (в долях единицы) между максимальным и средним часовым пассажиропотоками называют параметром относительного изменения среднего часового пассажиропотока к максимальному часовому пассажиропотоку и определяют на основе ранее выполненных обследований пассажиропотоков:

$$Q_{общ}^{ч max} = \frac{Q_{общ}^c (\Delta + 1)}{t},$$

где $Q_{общ}^c$ – средний часовой пассажиропоток, пасс/час;

Δ – разность между максимальным и средним часовым пассажиропотоками, в долях единицы;

t – время работы общественного транспорта (как правило, $t = 16$ час).

Максимальный часовой пассажиропоток, обслуживаемый определенным видом транспортных средств:

$$Q_i^{ч max} = Q_{общ}^{ч max} D_i,$$

где D_i – доли пассажиропотоков, перевозимых различными видами транспорта.

При выборе категорий и классов подвижного состава для городов в случае отсутствия распределения по маршрутам в условиях неопределенности воспользуемся методикой, разработанной Д.С. Самойловым [3].

Доли каждого вида транспорта D_i могут быть приняты с учетом сложившейся структуры парка подвижного состава и ограничений, накладываемых архитектурно-планировочной средой муниципального образования (таблица 1).

Провозная возможность каждого вида транспортных средств для осуществления безопасных и качественных перевозок пассажиров должна быть равна или больше максимального пассажиропотока. В условиях перенасыщения маршрутной дорожной сети провозную

возможность i -го вида транспорта определяют по формуле:

$$П_g^i = A_{ог} q^p \gamma_n v_g,$$

где $A_{ог}$ – количество подвижного состава определенного вида транспорта в движении, шт.;

q^p – средняя вместимость транспортных средств, чел.;

γ_n – коэффициент использования расчетной вместимости, принимается в пределах 0,30...0,35, если не определено иначе;

v_g – эксплуатационная скорость транспортного средства, км/ч.

Максимальный часовой пассажиропоток, перевозимый i -м видом транспорта, равен [3, 4]:

Таблица 1. Варианты систем пассажирского транспорта по группам городов

Группы городов по численности населения (тыс. чел)	Расчетный ряд вместимостей подвижного состава, пас.-мест	Варианты систем городского пассажирского транспорта	Доля осваиваемых пассажирских перевозок, %
1 (1000-2000)	35	Автобус малой вместимости	8-11
	90	Автобус большой вместимости	62-74
	230	Трамвай особо большой вместимости	15-30
1 (1000-2000)	35	Автобус малой вместимости	8-11
	90	Троллейбус средней вместимости	62-74
	230	Трамвай особо большой вместимости	15-30
1 (1000-2000)	15	Микроавтобус на 10-20 пас.-мест	8-11
	35	Автобус малой вместимости	
	90	Автобус большой вместимости	
	90	Троллейбус средней вместимости	62-74
	230	Трамвай особо большой вместимости	15-30
2 (500-1000)	35	Автобус малой вместимости	14-20
	90	Троллейбус средней вместимости	63-76
	160	Трамвай большой вместимости	13-23
2 (500-1000)	35	Автобус малой вместимости	14-20
	90	Автобус большой вместимости	20-40
	90	Троллейбус средней вместимости	63-67
	160	Трамвай большой вместимости	13-23
3 (250-500)	35	Автобус малой вместимости	13-22
	65	Автобус средней вместимости	47-58
	110	Автобус большой вместимости	20-40
3 (250-500)	35	Автобус малой вместимости	13-22
	65	Автобус средней вместимости	47-58
	110	Трамвай большой вместимости	20-40
3 (250-500)	35	Автобус малой вместимости	13-22
	65	Троллейбус малой вместимости	47-58
	110	Трамвай большой вместимости	20-40
3 (250-500)	35	Автобус малой вместимости	13-22
	65	Троллейбус малой вместимости	47-58
	110	Троллейбус большой вместимости	20-40
4 (100-250)	35	Те же варианты что и в 3 группе городов	20-42
	65		48-55
	110		13-32
5 (50-100)	35	Автобус малой вместимости	48-70
	65	Автобус средней вместимости	30-52

$$Q_i^{max} = P_i^i \text{ или } Q_i^{max} = A_{0i} q^p \gamma_n v_n.$$

Количество транспортных средств i -го вида транспорта, находящегося в движении, определяют по формуле:

$$A_{0i} = \frac{Q_i^{max}}{q^p \gamma_n v_n}.$$

Списочный состав i -го вида транспорта определяют:

$$A_{cni} = \frac{A_{0i}}{\alpha_B},$$

где α_B – коэффициент выпуска подвижного состава на линию.

Коэффициент выпуска автомобилей на линию (коэффициент выпуска) определяют по формуле:

$$\alpha_B = 0,9[1 - (1 - \alpha_{TH})K_4],$$

где α_{TH} – нормативное значение коэффициента технической готовности;

K_4 – коэффициент корректирования нормативов времени простоя при выполнении работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту автобусов.

Становится возможным определение количества подвижного состава каждого типоразмера, привлекаемого к перевозке пассажиров в муниципальном образовании. Для этого, предварительно оценив доли подвижного состава по вместимости в соответствии с таблицей 1, определяют списочное количество транспортных средств [3]:

$$A_{cni} = \frac{0,95 \Pi_{cp}^{zod} n_{nac} (\Delta + 1) D_i}{365 t q_i \gamma_i v_i \alpha_B}. \quad (1)$$

Таким образом, этот способ позволяет укрупненно определять количество и структуру пассажирских транспортных средств в муниципальном образовании без проведения высокозатратных обследований пассажиропотоков, значения эти квазистабильны в условиях конкретного города.

Второй способ основывается на следующих положениях:

- удовлетворение потребности пассажиров за интервал времени различными видами наземного пассажирского общественного транспорта;
- регламентация структуры подвижного состава, используемого для перевозки пассажиров по маршрутам регулярных перевозок, исходя из пропускной способности городской маршрутной сети.

Исходной предпосылкой является пассажиропоток за интервал времени, удовлетворяемый различными видами пассажирского общественного транспорта:

$$Q_{рег.л} = Q_{общ} - Q_{такс},$$

где $Q_{такс}$ – пассажиропоток, перевозимый легковыми такси, пасс.

Часовой пассажиропоток, перевозимый подвижным составом автомобильного и наземного городского электрического транспорта i -той группы, определяют по формуле:

$$Q_i = \frac{A_i \gamma_{di} q_i v_{ti} \alpha_u}{l_{en}^{cp} \eta_n}, \quad (2)$$

где A_i – списочное количество подвижного состава i -й группы, шт;

γ_{di} – динамический коэффициент использования вместимости;

q_i – вместимость подвижного состава i -го типа, пасс.;

v_{ti} – техническая скорость i -го транспортного средства, км/ч;

α_u – коэффициент использования автомобилей;

l_{en}^{cp} – средняя дальность поездки, км;

η_n – коэффициент неравномерности пассажиропотоков.

В рассматриваемой математической модели используется критерий ограничения при формировании структуры подвижного состава, используемого для перевозки пассажиров по регулярным маршрутам, исходя из пропускной способности городской маршрутной сети. Суть ограничения состоит в том, что сложившаяся городская маршрутная сеть имеет конечные значения по своим размерам и конфигурации. В зависимости от используемых категорий и классов подвижного состава для перевозки пассажиров она может использоваться с различной степенью загрузки при неизменном объеме транспортной работы. Крайней ситуацией могут явиться заторы на дорогах, участником которых нередко становятся пассажирские транспортные средства. Ограничение состоит в подборе структуры подвижного состава таким образом, чтобы минимизировать его вклад в формирование таких негативных явлений.

Исходя из этого условия, логично предположить, что возможность городской маршрутной сети $d_{\Sigma ДС}$ пропускать без заторов одного среднестатистического пассажира должна быть

больше или равна средневзвешенному динамическому габариту $L_{насс}^{cp.636}$ одного пассажира

$$L_{насс}^{cp.636} \leq d_{\Sigma ДС}. \quad (3)$$

Приведенное неравенство содержит новый параметр – динамический габарит $L_{насс}^{cp.636}$ пассажира. Математическая формулировка динамического габарита $L_{насс}$ пассажира исходит из формулы динамического габарита L_u транспортного средства с учетом его вместимости и коэффициента использования вместимости:

$$L_{насс} = \frac{L_u}{\eta}.$$

Взаимодействие автомобилей в транспортном потоке зависит от большого количества факторов, среди которых необходимо отметить габариты транспортного средства, скорость движения, подготовленность водителя к управлению, состояние дорожного полотна и другие. Часть из этих факторов включает в себя известный показатель – динамический габарит L_u транспортного средства, который определяют суммой минимального расстояния между автомобилями, при котором водитель следующего за ним транспортного средства способен затормозить на безопасном расстоянии от первого при его внезапной остановке, и габаритной длины транспортного средства.

Аналитически значение этого параметра выражают зависимостью следующего вида:

$$L_u = vT_p + \frac{v^2}{2j} + 2L_a,$$

где T_p – время реакции водителя, с;

v – скорость движения, м/с;

j – среднее замедление транспортного средства при экстренном торможении, м/с²;

L_a – длина транспортного средства, м.

Значительное влияние на динамический габарит транспортного средства оказывает состав транспортного потока, так как различные транспортные средства имеют различные габариты и динамические характеристики.

Пассажир, находясь в транспортном средстве, занимает часть не только транспортного средства, но и часть городской маршрутной сети. Значение части маршрутной сети, которую занимает пассажир, находясь в транспортном средстве, зависит от типоразмера используемого транспортного средства. Необходимо отметить, что в условиях незначительной вариации ширины полос движения транспортных

средств, достаточно в дальнейшем оперировать не площадью, занимаемой пассажиром, а длиной маршрутной сети, отведенной для перевозок пассажиров по маршрутам регулярных перевозок. Приведенные доводы отражают суть вновь введенного понятия «динамический габарит пассажира». Ввиду того, что пассажиры перевозятся различными категориями и классами транспортных средств, имеет смысл говорить о его средневзвешенном значении $L_{насс}^{cp.636}$ [4].

Значение параметра $L_{насс}$ определяют для каждого типоразмера пассажирского подвижного состава. С учетом структуры подвижного состава городского наземного пассажирского автомобильного и электрического транспорта значение средневзвешенного динамического габарита $L_{насс}^{cp.636}$ пассажира определяют по зависимости:

$$L_{насс}^{cp.636} = \frac{\sum_i L_{насс i} A_i}{\sum A_i}.$$

Таким образом, вновь введенный параметр «средневзвешенный динамический габарит пассажира $L_{насс}^{cp.636}$ » характеризует протяженность городской маршрутной сети, фактически занимаемой одним среднестатистическим пассажиром, перевозимым подвижным составом различного типоразмера, характерного для муниципального образования.

Правая часть неравенства (3) характеризует возможность $d_{\Sigma ДС}$ городской маршрутной сети пропускать без заторов одного среднестатистического пассажира подвижным составом городского пассажирского наземного автомобильного и электрического транспорта. Ее значение может быть определено на базе значения общей длины $L_{\Sigma ДС}$ городской маршрутной сети [5], отнесенного к пассажиропотоку $Q_{поезд}$ за среднее время t_{cp} поездки, с учетом поправочных коэффициентов: $K_{авт}$ – отношение количества подвижного состава, осуществляющего перевозки пассажиров по маршрутам регулярных перевозок, к общему количеству подвижного состава, использующего городскую маршрутную сеть; K_z – коэффициент, зависящий от значений коэффициента загрузки движением маршрутной сети; K_n – коэффициент неравномерности загрузки городской маршрутной сети движением.

Таким образом, возможность городской маршрутной сети пропускать без заторов одного среднестатистического пассажира может быть определена по зависимости:

$$d_{\text{удс}} = \frac{L_{\Sigma \text{ДС}} K_{\text{авт}} K_z K_u}{Q_{\text{поезд}}}$$

Выражение (3) примет вид:

$$\frac{\sum L_{\text{насс.}i} A_i}{\sum A_i} \leq \frac{L_{\Sigma \text{ДС}} K_{\text{авт}} K_z K_u}{Q_{\text{поезд}}} \quad (4)$$

Таким образом, второй способ определения структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта реализован в математической модели [6]:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{\text{рег.н}} = \sum \frac{A_i \gamma_i q_i v_{\text{н}} \alpha_u}{l_{\text{ен}}^{\text{сп}} \eta_{\text{н}}}; \\ \frac{\sum L_{\text{насс.}i} A_i}{\sum A_i} \leq \frac{L_{\Sigma \text{ДС}} K_{\text{авт}} K_z K_u}{Q_{\text{поезд}}} \end{array} \right.$$

Третий способ основывается на следующих положениях:

- выполнение равенства 2 и неравенства 4;
- соблюдение равенства пассажиропотоков по маршрутам

$$Q_{\text{рег.н}} = \sum_j Q_{\text{м.}j},$$

где $Q_{\text{м.}j}$ – пассажиропотоки на j-том маршруте.

- соблюдение равенства численности пассажирских транспортных средств по маршрутам движения:

$$\sum_i A_i = \sum_i \sum_j A_{ij}^{\text{м}};$$

- соблюдение равенства количества транспортных средств на маршруте;
- соблюдение интервалов движения согласно отраслевым стандартам:

$$t_{\text{м.}u} \leq t_{\text{норм}},$$

где $t_{\text{м.}u}$ – интервал движения на маршруте (маршрутный интервал), мин.;

$t_{\text{норм}}$ – нормируемый интервал движения на маршруте, мин.

Маршрутный интервал определяют по формуле:

$$t_u = \frac{l^{\text{об}}}{A_{\text{дв}}^{\text{м}} v_3},$$

где $l^{\text{об}}$ – длина оборотного маршрута, км.;

Тогда ограничение по интервалу движения на маршруте (в минутах) имеет вид:

$$\frac{60 l_j^{\text{об}}}{A_{\text{дв}j}^{\text{м}} v_j} \leq t_{\text{норм}}^j.$$

Таким образом, третий способ реализуется математической моделью, удовлетворяющей вышеперечисленным критериям, и имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{\text{рег.н}} = \sum \frac{A_i \gamma_i q_i v_{\text{н}} \alpha_u}{l_{\text{ен}}^{\text{сп}} \eta_{\text{н}}}; \\ \frac{\sum L_{\text{насс.}i} A_i}{\sum A_i} \leq \frac{L_{\Sigma \text{ДС}} K_{\text{авт}} K_z K_u}{Q_{\text{поезд}}}; \\ Q_{\text{рег.н}} = \sum_{j=1} Q_{\text{м.}j}; \\ \sum A_i = \sum \sum A_{ij}^{\text{м}}; \end{array} \right.$$

при

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{60 l_{\text{об}1}^1}{A_{\text{дв}1}^{\text{м}} v_{\text{э}1}} \leq t_{\text{норм}}^1; \\ \frac{60 l_{\text{об}2}^2}{A_{\text{дв}2}^{\text{м}} v_{\text{э}2}} \leq t_{\text{норм}}^2; \\ \dots \\ \frac{60 l_{\text{об}j}^j}{A_{\text{дв}j}^{\text{м}} v_{\text{э}j}} \leq t_{\text{норм}}^j. \end{array} \right.$$

Предложенный комплекс методик [7] позволяет органам муниципального управления на транспорте в зависимости от уровня поставленных задач эффективно управлять процессом перевозок пассажиров автомобильным и наземным городским электрическим транспортом в муниципальных образованиях.

5.05.2011

Список литературы:

1. Якунина, Н.В. Методика определения структуры подвижного состава городского пассажирского автомобильного транспорта на базе укрупненных показателей транспортной подвижности / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин // Вестник Иркутского ГТУ. - 2011. - №4. - С.96-99.
2. Шефтер, Я.И. Рекомендации по показателям временных минимальных стандартов транспортной подвижности населения в городах и качества услуг / Я.И. Шефтер, К.В. Трякин. – М.: НИИАТ, 2002. - 56 с.
3. Самойлов, Д.С. Методология технико-экономического обоснования выбора вида транспорта в городах / Д.С. Самойлов. – М.: Акад. коммун. х-ва им. К.Д. Памфилова, 1962. - 184 с.
4. Якунина, Н.В. Параметр рациональной структуры подвижного состава городского пассажирского наземного автомобильного и электрического транспорта / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин, Р.С. Аминев // Вестник ТулГУ. Сер. Автомобильный транспорт. Вып. 2. – 2009. - С. 122-128.
5. Якунина, Н.В. Методика определения длины городской улично-дорожной сети / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин, Р.С. Аминев // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов IX российской науч-прак. конф./ Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2009. – С. 467-468.

6. Якунина, Н.В. Математическая модель определения структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта / Н.В. Якунина // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы межд. науч.-практ. конф. / Тюм-ГНГУ. – Тюмень, 2010. – С. 378-381.
7. Якунина, Н.В. Теоретический подход к определению структуры подвижного состава городского пассажирского автомобильного транспорта / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин, Д.А. Дрючин // Инновации в транспортном комплексе. Безопасность движения. Охрана окружающей среды. Т. 2: материалы межд. науч.-практ. конф. / Пермский ГТУ. – Пермь, 2010. – С. 60-63.

Сведения об авторе:

Якунина Наталья Владимировна, доцент кафедры автомобильного транспорта транспортного факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 756399, e-mail: Yakunin-N@yandex.ru

UDC 656.13.072

Yakunina N.V.

Orenburg state university, e-mail: Yakunin-N@Yandex.ru

IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY FOR DETERMINING THE STRUCTURE OF THE ROLLING STOCK OF URBAN PASSENGER ROAD TRANSPORT

The article provides a set of techniques to determine the structure of the rolling stock of urban passenger road transport, depending on the level of tasks: subject indicators for the transport of mobility of the population of municipalities; taking into account the capacity of urban road network; in view of the intervals on the routes of urban passenger transport.

Key words: traffic flow, the structure of the rolling stock, passenger transport, transport mobility of the population.

Bibliography:

1. Yakunina, N.V. Technique of definition of structure of a rolling stock of city passenger motor transport on the basis of the integrated indicators of transport mobility / of N.V. Yakunina, N.N. Yakunin. // the bulletin Irkutsk GTU. 2011. №4. P.96-99.
2. Shefter, Y.I. Recommendation on indicators of time minimum standards of transport mobility of the population in cities and qualities uslug/ Y.I. Shefter, K.V. Trjakin. – M.: niat research institute, 2002. -56p.
3. Samoilov, D.S. Methodolog of the feasibility report on a choice of a type of transport in cities/ D.S. Samoilov. – TH.: Akad.kommun.h-va of K.D. Pamfilova, 1962.-184 p.
4. Yakunina, N.V. Parameter of rational structure mobile from city passenger land automobile and electric transport/ N.V. Yakunina, N.N. Yakunin, R.S. Aminev// Vestnik TulGU. Sulfurs. Motor transport. №.2.– 2009,-P.122-128.
5. Yakunina, N.V. Technique of definition of length of a city ulichno-road network/ N.V. Yakunina, N.N. Yakunin, R.S. Aminev// Progressive technologies in of transport systems: the collection of materials of IX Russian nauch-prak. konf./Orenburg Un.U – Orenburg, 2009,-P.467-468.
6. Yakunina, N.V. Mathematical model of definition of structure under-vizhnogo structure of city passenger transport/ N.V. Yakunina// Problems of functioning of systems of transport: materials megd. nauch.-prakt. konf./TjumGNGU. – Tyumen, 2010. – P.378-381.
7. Yakunina, N.V. Theoretical approach to structure definition under-vizhnogo structure of city passenger motor transport/ N.V. Yakunina, N.N. Yakunin, D.A. Drjuchin// Innovations in a transport complex. Traffic safety. Preservation of the environment. T.2: materials megd. nauch.-prakt. konf. / Perm GTU. – Perm, 2010. – P.60-63.