

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

«РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УЛИЧНОЙ ДОРОЖНОЙ СЕТИ»

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В рамках практических работ рассматривается вариант проектирования транспортной системы нового города. В качестве исходных параметров принимаются: численность населения города, уровень легковой и грузовой автомобилизации, характеристики отдельных видов транспорта, экономические показатели.

Каждому студенту назначается вариант исходных данных, представленных в таблице 1. Кроме того, имеется ряд приложений, в которых даны необходимые для расчетов нормативы и рекомендации.

Результаты расчетов оформляются в виде пояснительной записки, которая включает титульный лист, вариант задания, транспортную схему города и основные результаты расчетов.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Определение площади и размеров города

Качество планировки города определяется рациональным размещением функциональных зон города (промышленной, селитебной, отдыха, коммунально-складской, внешнего транспорта и т.д.). Транспортная сеть, связывая эти зоны и объекты обслуживания, формирует планировочную структуру города.

Исходные данные для расчета

Вариант	Численность населения города $N_{г}$, тыс.жит.	Плотность населения $\delta_{н}$, тыс.жит./км ²	Уровень легковой автомобилизации $g_{л}$, авт./тыс.жит.	Уровень грузовой автомобилизации $g_{гр}$, авт./тыс.жит.	Схема транспортной сети (рис.1)
1	450	5	250	30	а
2	480	5,2	255	31	а
Вариант	Численность населения города $N_{г}$, тыс.жит.	Плотность населения $\delta_{н}$, тыс.жит./км ²	Уровень легковой автомобилизации $g_{л}$, авт./тыс.жит.	Уровень грузовой автомобилизации $g_{гр}$, авт./тыс.жит.	Схема транспортной сети (рис.1)
3	700	5,4	260	32	а
4	750	5,8	265	33	б
5	800	6,0	270	34	б
6	850	6,2	275	35	б
7	880	6,4	280	36	в
8	900	6,8	285	37	в
9	920	7,0	290	38	в
10	930	7,2	295	39	г
11	940	7,4	300	40	г
12	950	7,6	305	41	г
13	960	7,8	310	42	д
14	970	8,0	315	43	д
15	980	8,2	320	44	д

Примечание – вариант для выполнения работы берется согласно списку группы, студенты с порядковым номером более 15 отнимают данное число из своего порядкового номера.

Основной объем перевозок пассажиров и грузов (65-70%) осуществляется на магистральных улицах, именно эти улицы и формируют геометрическую схему транспортной сети города.

Площадь города рассчитывается по формуле:

$$F = N / \delta_{н}$$

где F – площадь города, км²; N – количество жителей города, жит.;
 $\delta_{н}$ – плотность населения города, жит./км².

Размеры города по заданному варианту определяются в зависимости от геометрической схемы транспортной сети. Для радиально-кольцевой схемы:

$$F = \pi R^2; R = \sqrt{F/\pi},$$

где F – площадь города, км²; R – радиус, км.

Для прямоугольной:

$$F = a \cdot b,$$

где F – площадь города, км²; a, b – стороны прямоугольника, км.

По определенным размерам города в масштабе строится геометрическая схема транспортной сети города с выделением 2-х категорий: магистральных улиц городского (L_c) и районного (L_p) значений.

При этом необходимо сопоставить полученные показатели с нормативными требованиями и в случае необходимости подкорректировать:

а) линейная плотность транспортной сети должна быть дифференцирована по группам городов и принимается по прил.1;

б) шаг магистралей должен быть в пределах 800-1200 м;

в) зона влияния крайних магистралей должна быть в пределах 500 м;

г) степень непрямолинейности не должна превышать рекомендуемые в прил.2 значения

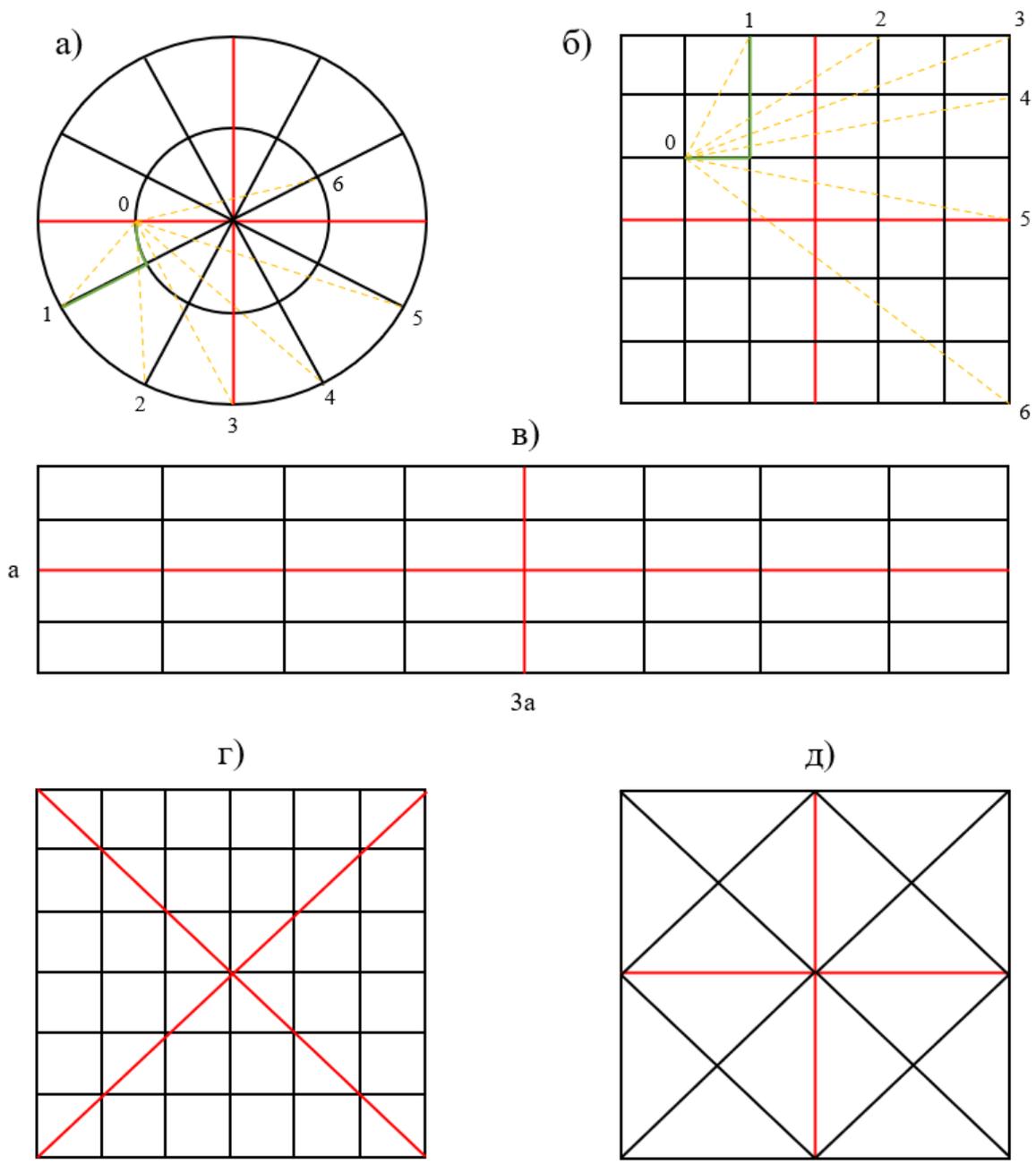


Рис. 1. Геометрическая схема транспортной сети города: а) радиально-кольцевая; б) квадратная; в) прямоугольная; г) диагональная; д) треугольная

Условные обозначения: — магистральные улицы городского значения; — улицы районного значения; - - - расстояние по воздушной линии между корреспондирующими точками при определении K_n (0-1; 0-2; ...; 0-N); — расстояние между корреспондирующими точками по магистральной сети при определении K_n

2.2. Расчет показателей транспортной сети города

Линейная плотность транспортной сети города определяется по формуле:

$$\delta_{\text{л}} = \frac{(\sum L_{\text{г}} + \sum L_{\text{р}})}{F} = \frac{L_{\text{м}}}{F}$$

где $\delta_{\text{л}}$ – линейная плотность магистральной сети города, км/км²;

$\sum L_{\text{г}}$ – суммарная протяженность магистральных улиц городского значения, км;

$\sum L_{\text{р}}$ – суммарная протяженность магистральных улиц районного значения, км;

$\sum L_{\text{м}}$ – суммарная протяженность магистральной сети города, км.

Среднее число полос движения магистралей в одном направлении (городские магистрали $n_{\text{г}}=3$ полосы, районные $n_{\text{р}}=2$ полосы)

$$n_{\text{ср}} = \left(\sum L_{\text{г}} \cdot n_{\text{г}} + \sum L_{\text{р}} \cdot n_{\text{р}} \right) / L_{\text{м}}$$

Полосная плотность транспортной сети

$$\delta_{\text{п}} = \frac{L_{\text{м}} \cdot n_{\text{ср}}}{F} = \delta_{\text{л}} \cdot n_{\text{ср}}$$

где $\delta_{\text{п}}$ – полосная плотность транспортной сети, км/км²;

Шаг магистралей

$$l_{\text{м}} = \frac{2}{\delta_{\text{л}}}$$

где $l_{\text{м}}$ – шаг магистралей, км; $\delta_{\text{л}}$ – плотность магистральной сети города, км/км².

Средний коэффициент непрямолинейности

$$K_{\text{н}} = \frac{\sum l_i}{\sum l_b}$$

где $\sum l_i$ – кратчайшее расстояние между пунктами отправления и прибытия (корреспонденций) по магистральной сети, км; $\sum l_b$ – расстояние между этими пунктами по воздушным линиям, км.

Коэффициент непрямолинейности транспортной сети определяется следующим образом. От выбранного пункта города (0) до объектов тяготения, расположенных по периметру (1,2...6), на масштабной схеме проводятся прямые связи (рис. 1а,б). Далее измеряются расстояния по магистральной сети. Он оценивается и корректируется согласно приложению 2.

2.3. Загрузка транспортной сети различными видами ГПТ

Объём среднегодовых перевозок на ГПТ определяется по формуле:

$$A = N \cdot P_{\text{тр}},$$

где A – объём среднегодовых перевозок, пасс./год; N – численность населения города, жит.; $P_{\text{тр}}$ – транспортная подвижность населения, поездок на жит./год принимается с учетом доли муниципального заказа (приложение 1).

Средняя дальность полной поездки на ГПТ, км:

$$l_n = 2 + 0,3\sqrt{F}$$

Средняя дальность маршрутной поездки, км:

$$l_{mn} = l_n / K_n$$

где K_n – коэффициент пересадочности (приложение 1).

Объём годовой работы ГПТ:

$$M = A \cdot l_{mn}$$

где M – объём годовой работы ГПТ, пасс.-км; A – объём среднегодовых перевозок, пасс./год; l_{mn} – средняя дальность маршрутной поездки на массовом пассажирском транспорте, км.

Численность ПС ГПТ в инвентаре

$$N_{\text{инв}} = \frac{M \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2}{365 \cdot V_3 \cdot h \cdot \Omega \cdot \alpha \cdot \gamma}$$

где $N_{\text{инв}}$ – численность подвижного состава ГПТ в инвентаре, ед.; M – объём годовой работы ГПТ, пасс.-км; λ_1 – коэффициент сезонной неравномерности, определяемый отношением объёма перевозок за максимальный месяц в году к среднемесячному объёму за год; λ_2 – коэффициент суточной неравномерности, определяемый отношением объёма перевозок за максимальные сутки месяца к среднесуточному объёму перевозок за максимальный месяц года; $\lambda_1=1,1$; $\lambda_2=1,1$; V_3 – эксплуатационная скорость подвижного состава с учетом отстоя на конечных пунктах, км/ч (принимается равной 16 км/ч); h – среднее время работы подвижного состава на линии, принимается равной 14 ч; α – коэффициент среднесуточного наполнения, принимается равным 0,3; γ – коэффициент выпуска ПС на линию, принимается равным 0,8; Ω – средняя вместимость ПС, зависящая от величины города (принимается по приложению 1).

Суммарный пробег ГПТ

$$W_n = N_l \cdot V_3 \cdot h$$

где W_n – суммарный суточный пробег пассажирского транспорта, маш.-км/сут.; N_l – количество подвижного состава на линии, $N_l = N_{\text{инв}} \cdot \gamma$, ед.

Суммарный суточный пробег всех видов ГПТ в приведенных единицах:

$$W_{\text{пл}} = W_n \cdot K_{\text{пр}} + 3,17$$

Где $W_{\text{пл}}$ – суммарный приведенный пробег, авт.-км/сут.; W_n – суммарный суточный пробег пассажирского транспорта, который зависит от типа выбранного ПС (табл.3), маш.-км/сут.; $K_{\text{пр}}$ – коэффициент приведения пассажирского транспорта к условному легковому автомобилю (приложение 3).

2.4. Загрузка транспортной сети легковым и грузовым автотранспортом

Суммарный суточный пробег легковых автомобилей рассчитывается по формуле:

$$W_{ла} = \frac{N_{г}/1000 \cdot g_{л} \cdot W_{л} \cdot 0,64}{365}$$

где $W_{ла}$ – суммарный пробег легковых автомобилей, авт.-км/сут; $N_{г}$ – численность населения города, жит.; $g_{л}$ – уровень легковой автомобилизации, принимается по варианту (таблица 1); $W_{л}$ – годовой пробег легкового транспорта (приложение 1); 0,64 – доля пробега легкового транспорта по магистральным улицам города.

Для расчета суммарного суточного пробега грузовых автомобилей определяются:

а) пробег одного грузового автомобиля

$$W'_{гр} = \frac{T}{t_{пв} + t_p} \cdot l_p$$

где $W'_{гр}$ – пробег одного грузового автомобиля, км/сут.; T – время работы одного грузового автомобиля на линии в сутки, принимается равным 9 ч; $t_{пв}$ – время погрузки и выгрузки, принимается равным 0,5 ч; t_p – время рейса, $t_p = l_p / V_{ср}$; l_p – длина одного рейса, $l_p = 1,8\sqrt{F}$, км; $V_{ср}$ – средняя скорость движения, принимается равной 24 км/ч.

б) суммарный суточный пробег всех грузовых автомобилей

$$W_{г} = 0,36 \cdot g_{гр} \cdot N_{г}/1000 \cdot W'_{гр}$$

где 0,36 – доля пробега грузового транспорта по магистральным улицам города; $g_{г}$ – уровень грузовой автомобилизации, принимается по варианту (таблица 1).

Суммарный суточный пробег грузового транспорта в приведенных единицах:

$$W_{г\lambda} = W_{г} \cdot K_{пр}$$

где $K_{пр}$ – коэффициент приведения грузового транспорта к условному легковому (приложение 3). В расчетах принимается средний коэффициент.

Суммарный суточный пробег всех видов транспорта в приведенных единицах:

$$W = W_{пл} + W_{г\lambda} + W_{ла}$$

где W – суммарный пробег всех видов транспорта в приведенных единицах, авт.-км/сут.; $W_{пл}$ – суммарный суточный пробег ГПТ в приведенных единицах, авт.-км/сут.; $W_{г\lambda}$ – суммарный суточный пробег грузового транспорта в приведенных единицах, авт.-км/сут.; $W_{ла}$ – суммарный пробег легковых автомобилей, авт.-км/сут.

Доля загрузки транспортной сети различными видами транспорта в приведенных единицах на существующее положение определяется методом решения уравнения с одним неизвестным:

$$\text{от } W=100\%, W_{пл} - ? W_{г\lambda} - ? W_{ла} - ?$$

2.5. Производительность транспортной системы

Показателем, характеризующим транспортную сеть города, является её суточная производительность, то есть объём транспортной работы, который может быть выполнен на ней за сутки:

$$P_c = 2 \cdot (L_{г} \cdot N_{нг} \cdot K_{мг} + L_{р} \cdot N_{нр} \cdot K_{мр}) \cdot K_c \cdot T_n$$

где P_c – производительность транспортной сети города, авт.-км/сут.; L_e – длина магистральных улиц городского значения, км; $K_{мг}$, $K_{мр}$ – коэффициенты многополосности для дорог городского и районного значений соответственно (приложение 4); $N_{нг}$, $N_{нр}$ – пропускная способность одной полосы при регулируемых пересечениях с учетом левостороннего движения, $N_n = D \cdot V$, авт./ч; D – плотность движения, авт./км; V – скорость движения, км/ч; для городских магистралей $N_{нг} = 1000$ авт./ч, для районных магистралей $N_{нр} = 500$ авт./ч; T_n – коэффициент приведения пиковой загрузки суточной, принимается равным 10; K_c – коэффициент снижения пропускной способности магистралей за счет неравномерности их загрузки транспортными потоками по зонам города, принимается равным 0,7.

Степень использования производительности транспортной сети:

$$R = \frac{W}{P_c} \cdot 100\%$$

где W – суммарный пробег всех видов транспорта в приведенных единицах, авт.-км/сут.; P_c – производительность транспортной сети города, авт.-км/сут.;

По принятой точности расчета $\pm 10\%$ приемлемый результат лежит в пределах от 90% до 110%.

2.6. Рекомендации по совершенствованию транспортной системы

В том случае, если транспортная сеть перегружена ($R > 110\%$), необходимо увеличить её параметры на величину, пропорциональную перегрузке. Если транспортная сеть недогружена ($R < 90\%$), необходимо определить допустимый уровень автомобилизации на перспективу, при условии полной загрузки сети.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Показатели транспортного обслуживания по группам городов

Существующее положение по данным натуральных обследований 50 городов страны

Группа городов	Численность населения N_z , тыс.жит.	Транспортная подвижность $P_{тр}$, поездок на 1 жит./год	Доля муниципального заказа, %	Коэффициент пересадочности K_n	Плотность транспортной сети δ_n , км/км ²	Средняя дальность маршрутной поездки M_n , км	Средняя вместимость ПС, мест	Годовой пробег легкового транспорта W_n , км
1	1000 – 1500	460	70	1,46	2,3	4,30	100	15000
2	750 – 1000	420	65	1,34	2,1	4,00	80	13000
3	500 – 750	380	60	1,33	1,8	3,96	80	12000
4	250 – 500	360	55	1,25	1,5	3,90	70	11000
5	100 – 250	340	50	1,17	1,4	3,60	65	10000

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Степень непрямолинейности сообщений с главным транспортным узлом (центром города)

Карта показателя	Степень непрямолинейности сетей	Коэффициент непрямолинейности в сообщениях с центром города
1	Исключительно высокая	1,3 и более
2	Очень высокая	1,25 – 1,3
3	Высокая	1,20 – 1,25
4	Умеренная	1,15 – 1,20
5	Малая	1,10 – 1,15
6	Очень малая	1,10 и менее

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Коэффициенты приведения различных видов транспорта к условному легковому автомобилю

Вид транспорта	К _п
Легковые автомобили и мотоциклы	1,0
Грузовые автомобили грузоподъёмность, т:	
2	1,3
6	1,4
8	1,6
14	1,8
Более 14	2,0
Автопоезда грузоподъёмностью, т:	
10	1,8
20	2,2
30	2,7
Более 30	3,2
Троллейбусы, трамваи	3,0
Сочлененные автобусы и троллейбусы (особо большой вместимости)	4,0

Примечания: 1. При промежуточных значениях грузоподъёмности транспортных средств коэффициент приведения следует определять интерполяцией.

2. Коэффициенты приведения для автобусов и специальных автомобилей следует принимать, как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъёмности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Коэффициент многополосности при различном количестве полос движения в одном направлении

Характеризует рост пропускной способности магистрали в зависимости от числа полос:

при одной полосе проезжей части $K_m = 1;$

при двух полосах -//- $K_m = 1,9;$

при трех полосах -//- $K_m = 2,7;$

при четырех полосах -//- $K_m = 3,5;$