



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра проектирования зданий и градостроительства

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА

Методические указания по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Проектирование транспортных систем»
для студентов бакалавриата направления подготовки
07.03.04 Градостроительство

2-е издание, переработанное и дополненное

ISBN 978-5-7264-1275-7

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2015
© НИУ МГСУ, 2016,
с изменениями
© Оформление.
ООО «Ай Пи Эр Медиа», 2016

Москва 2016

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 656
ББК 39
ПЗ7

Р е ц е н з е н т
кандидат технических наук *Н.В. Данилина*,
доцент кафедры проектирования зданий и градостроительства НИУ МГСУ

Составил *Д.Н. Власов*

ПЗ7 Проектирование системы пассажирского транспорта города [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Проектирование транспортных систем» для студентов бакалавриата направления подготовки 07.03.04 Градостроительство / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т, каф. проектирования зданий и градостроительства ; сост. Д.Н. Власов. 2-е изд., перераб. и доп. — Электрон. дан. и прогр. (5 Мб). Москва : НИУ МГСУ, 2016. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-1275-7 (сетевое)

ISBN 978-5-7264-1274-0 (локальное)

Приведена последовательность выполнения расчетов матрицы корреспонденций, построения картограммы пассажиропотоков и выбора вариантов сети пассажирского транспорта. Изложенные алгоритмы лежат в основе главных расчетных моделей, используемых в современной планировочной практике.

Для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 07.03.04 Градостроительство, изучающих дисциплину «Планирование транспортных систем».

Учебное электронное издание

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2015
© НИУ МГСУ, 2016,
с изменениями
© Оформление.
ООО «Ай Пи Эр Медиа», 2016

Редактор *Ю.Ю. Желтова*
Технический редактор *А.В. Кузнецова*
Корректор *Н.Е. Маричева*
Компьютерная верстка *С.С. Сизиумовой*
Дизайн первого титульного экрана *Д.Л. Разумного*

Для создания электронного издания использовано:
Microsoft Word 2013, приложение pdf2swf из ПИО Swftools, ПО IPRbooks Reader,
разработанное на основе Adobe Air

Подписано к использованию 11.03.2016. Уч.-изд. л. 2,6. Объем данных 5 Мб.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет» (НИУ МГСУ).
129337, Москва, Ярославское ш., 26.
Издательство МИСИ — МГСУ.
Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

ООО «Ай Пи Эр Медиа».
Тел. 8-800-555-22-35, (8452) 24-77-97, вн. 208,
E-mail: izdat@iprmedia.ru, mail@iprbookshop.ru
www.iprbookshop.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
СОСТАВ ПРОЕКТА	7
ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА	8
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	9
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	10
1. Разбивка территории города на расчётные (транспортные) районы	11
2. Расчёт численности населения по расчётным (транспортным) районам ...	12
3. Определение общей подвижности (размера передвижений) населения города на расчётный срок	13
4. Предварительное планирование транспортной сети города	15
5. Определение корреспонденций населения между расчётными районами, а также между районами и фокусами тяготения	16
6. Установление размеров пассажиропотоков между расчётными транспортными районами и фокусами тяготения	22
7. Определение годового объёма работы транспорта и средней дальности поездки	29
8. Построение картограммы и пассажиропотоков по участкам транспортной сети и в целом по городу	30
9. Оценка транспортной системы и определение требуемого количества подвижного состава	31
10. Техничко-экономическое сравнение вариантов системы транспорта	34
11. Построение комплексной маршрутной системы	37
12. Основные технико-экономические показатели работы транспорта	38
Приложение 1. Варианты для выполнения курсового проекта	40
Приложение 2. Варианты заданий	41
Библиографический список	43

ВВЕДЕНИЕ

Формирование среды, комфортной для проживания в современном городе, невозможно без развитой системы общественного транспорта. Разработка схемы развития пассажирского транспорта — сложный процесс, связанный с выполнением и сравнением между собой различных вариантов транспортных систем. Необходимость разработки вариантов связана с рядом факторов, основными из которых являются:

- необходимость формирования максимально удобной сети пассажирского транспорта, обеспечивающей 100 % охват населения, проживающего на территории города в соответствии с нормативными требованиями;
- высокая стоимость реализации инфраструктурных проектов, в частности, устройства системы пассажирского транспорта и необходимость обеспечения экономической эффективности работы системы.

Теоретической основой курсового проекта является гравитационная модель расселения и «закон трудового тяготения», согласно которому трудовые фокусы управляют расселением трудящихся. Связано это с потребностью человека к уменьшению временных затрат на наиболее частые и регулярные перемещения с трудовыми целями.

Математическим выражением гравитационной модели является матрица корреспонденций. Матрица корреспонденций устанавливает и систематизирует размеры передвижений между основными фокусами тяготения, расположенными на территории города. Для построения матрицы необходимо знание основных закономерностей передвижения, которые в курсовом проекте выдаются студентам в качестве исходных данных, а в реальных работах являются предметом самого пристального изучения специалистов. Основными фокусами тяготения в курсовом проекте являются транспортные районы, расположенные на селитебных территориях города, зоны концентрации мест приложения труда, зоны отдыха и досуга (в курсовом проекте — парк культуры и отдыха и стадион).

Среднее количество передвижений, приходящихся на одного жителя, зависит от его отношения к той или иной группе населения. Для упрощения расчетов в составе курсового проекта все городское население разделено на три основных группы: градообразующее, градообслуживающее и несамодеятельное. В современной практике градостроительства принято деление населения в зависимости от его социаль-

ного положения, а не от занятости на том или ином виде предприятий. Для выполнения курсовой работы и разработки оценочных вариантов развития системы пассажирского транспорта предложенное распределение допустимо.

Методические указания разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению «Строительство», в котором содержатся основные требования к содержанию, объему и структуре курса. Рассмотрен общий комплекс вопросов, включающий порядок выполнения и оформления курсовой работы, а также методические рекомендации по ее выполнению, предназначенные для студентов института ИСА, обучающихся по направлению подготовки 270900.62 Градостроительство.

Курсовой проект состоит из элементов практических работ, выполняемых проектными организациями градостроительного профиля. Выполнение курсовой работы способствует усвоению теоретического материала курса «Транспортные системы городов и регионов» и выработке навыков практической разработки документации территориального планирования, ориентированной на развитие транспортной системы.

СОСТАВ ПРОЕКТА

В соответствии с исходными данными, прилагаемыми к заданию, требуется:

1) определить общую и транспортную подвижность населения города, годовой объем перевозок и среднюю длину поездки в целом по городу;

2) построить матрицу корреспонденций;

3) построить картограмму пассажирских потоков и варианты схемы маршрутов на транспортной сети;

4) произвести технико-экономическое сравнение различных систем пассажирского транспорта и выбрать оптимальную для данного города;

5) определить требуемое количество транспортных средств для каждого вида транспорта, их количественное соотношение;

6) установить по укрупненным показателям требуемые капиталовложения на организацию системы городского пассажирского транспорта.

Проект должен включать пояснительную записку и графический материал.

В *пояснительной записке* по каждому пункту задания должны быть представлены расчеты с описательной частью, дающей пояснения принятых расчетных значений и оценку полученных результатов.

В *графическом оформлении* должны быть представлены следующие чертежи:

- лист I — Картограммы пассажиропотоков, масштаб 1:10 000;
- лист II — Маршрутная сеть наземного пассажирского транспорта, масштаб 1:10 000.

Чертежи выполняются на плане города в масштабе 1:10 000 с нанесенными границами расчетных транспортных районов и указанием основных фокусов тяготения пассажиров. На листе II приводится таблица основных технико-экономических показателей, характеризующих выполненный проект.

ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА

Чертежи проекта должны выполняться на листах формата А1. Возможно как компьютерное оформление чертежей с использованием различных графических редакторов, так и ручное выполнение.

На чертеже плана города приводятся условные обозначения транспортных линий различных видов транспорта, их конечных пунктов: отстойно-разворотных площадок, трамвайных колец и др., районов концентрации мест приложения труда с указанием основных входов на территорию; парков и стадионов, также с указанием входов. Основные технико-экономические показатели проекта представляются в пояснительной записке и на чертеже с планируемой транспортной сетью города.

Расчетно-пояснительная записка к проекту должна быть напечатана или аккуратно написана. Цифровые данные следует сводить в таблицы. При необходимости пояснительная записка может быть дополнена схемами и эскизами.

Чертежи проекта складываются и подшиваются к расчетно-пояснительной записке.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Выбор варианта курсового проекта производится по указанию руководителя проекта:

1) принимается согласно разработанному ранее проекту по планировке и застройке города;

2) принимается по вариантам выполнения курсовой работы (см. приложение 1).

Данные для проекта:

- план города в масштабе 1:10 000;
- общая численность населения города (на расчетный срок);
- распределение жителей по отдельным расчетным районам принимается равномерным, пропорциональным площади этих районов;
- основные фокусы тяготения, указанные на плане города, имеют емкости;
 - кроме промышленных зон 1 и 2 остальные места работы трудящихся рассредоточены равномерно на территории города;
 - культурно-бытовые передвижения населения осуществляются к стадиону, парку культуры и отдыха, а также между всеми расчетными районами и в пределах самих районов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнять проект рекомендуется в следующей последовательности:

- 1) разбить территорию города на расчетные (транспортные) районы¹;
- 2) произвести расчет численности населения по расчетным (транспортным) районам;
- 3) подсчитать общую подвижность (размер передвижений) населения города на расчетный срок;
- 4) определить корреспонденции населения между расчетными районами и пунктами массового тяготения;
- 5) установить размеры пассажиропотоков между расчетными транспортными районами, а также между ними и фокусами тяготения;
- 6) определить годовой объем работы транспорта и среднюю дальность поездки;
- 7) построить картограмму пассажиропотоков по участкам транспортной сети и в целом по городу;
- 8) запроектировать варианты системы пассажирского транспорта города;
- 9) оценить систему пассажирского транспорта и определить состав системы и требуемое количество подвижного состава;
- 10) произвести технико-экономическое сравнение вариантов системы пассажирского транспорта;
- 11) построить маршрутную сеть по рекомендуемому варианту системы пассажирского транспорта;
- 12) установить основные технико-экономические показатели работы системы пассажирского транспорта.

¹ Выполнение данного этапа необходимо при выполнении курсового проекта на основании ранее выполненного проекта по планировке и застройке города. При использовании вариантов из данных методических указаний в этом нет необходимости, поскольку территория города уже поделена на транспортные районы.

1. РАЗБИВКА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НА РАСЧЕТНЫЕ (ТРАНСПОРТНЫЕ) РАЙОНЫ

Разбивка города на расчетные районы является подготовительным этапом для определения корреспонденции. Под **корреспонденцией** мы понимаем кратчайшее по времени расстояние между основными фокусами тяготения и транспортными районами, включая перемещения между транспортными районами².

Число и размеры районов должны назначаться в зависимости от размера территории города и его планировочных особенностей.

При выполнении проекта рекомендуется принимать 5-8 районов.

Границы районов должны проходить по естественным и искусственным границам (крупным магистралям, рекам, оврагам, полосам отвода железных дорог, водохранилищам, лесопаркам и т.п.), являющимися планировочными границами и разделяющими территорию города. Размеры территории расчетных районов должны быть такими, чтобы жители их при передвижении внутри районов в основном не пользовались транспортом, а зона хождения от наиболее отдаленной точки до транспортной линии, проходящей в районе, не превышала 400 м (радиус пешеходной доступности).

После разбивки города на районы для каждого из них определяется центр, равноудаленный от основных городских магистралей, где будут проходить маршруты пассажирского транспорта. Центр транспортного района определяется как центр тяжести или как геометрический центр района. После определения центра района производится его смещение с «посадкой» на транспортную сеть.

Необходимо обратить внимание, что в вариантах планировочной структуры города, представленных в настоящих методических указаниях, улично-дорожная сеть представлена только магистральными улицами общегородского значения. Поэтому после определения центра транспортного района необходимо дополнить структуру улично-дорожной сети системой районных магистралей, проходящих через центры транспортных районов.

Дополнительно на этом этапе необходимо наметить места расположения основных входов в парк культуры отдыха, стадион и промышленные территории.

² В качестве одного из допущений курсового проекта корреспонденция рассчитывается как кратчайшее расстояние по транспортной сети.

2. РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПО РАСЧЕТНЫМ (ТРАНСПОРТНЫМ) РАЙОНАМ

Исходными данными для определения численности населения являются:

- планировочная структура города, определенная заданием;
- плотность жилой застройки;
- показатель обеспеченности жильем;
- размеры территории районов.

При определении численности населения по расчетным районам из общей площади района должна исключаться площадь, на которой расположены участки детских садов, школ, объектов социально-культурно-бытового назначения, дворовые территории, районные парки и т.д. Общая площадь застроенных территорий составляет 75 % от общей площади транспортного района.

После определения площади застроенной территории рассчитывается общий фонд застройки на территории, который определяется как произведение площади застроенного участка на плотность застройки.

В соответствии с действующими нормативными документами 20 % от общего фонда застройки составляют нежилые помещения различного функционального назначения. Таким образом, для того чтобы определить фонд жилой застройки, необходимо общий фонд застройки уменьшить на 20 %.

Для получения численности населения транспортного района необходимо полученный фонд жилой застройки разделить на норму обеспеченности жильем (см. приложение 1 или ранее выполненный курсовой проект).

Итоговые расчеты сводятся в табл. 1.

Таблица 1

Численность населения транспортных районов

№№ п/п	Исходные данные	Транспортные районы					Итого
		1	2	3	4	n	
1	Селитебная территория, га						
2	Площадь застроенной территории, га						
3	Плотность жилой застройки, м ² /га						

№№ п/п	Исходные данные	Транспортные районы					
		1	2	3	4	n	Итого
4	Общий фонд застройки территории, м ²						
5	Фонд жилой застройки, м ²						
6	Норма обеспеченности жильем, м ²						
7	Численность населения, чел.						

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ПОДВИЖНОСТИ (РАЗМЕРА ПЕРЕДВИЖЕНИЙ) НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА НА РАСЧЕТНЫЙ СРОК

Для определения общего размера передвижений всё население города делится на три группы:

1-я группа — градообразующая (сотрудники крупных, градообразующих предприятий и учреждений);

2-я группа — градообслуживающая (сотрудники предприятий социально-культурного и бытового назначения);

3-я группа — несамодеятельное население (дети дошкольного возраста, пенсионеры, учащиеся школ, учащиеся дневных отделений высших и средних учебных заведений и др.).

Каждая группа населения в зависимости от трудовой и бытовой деятельности и потребности в культурном отдыхе будет совершать определенное количество передвижений.

Процентное соотношение указанных групп следует принимать по данным табл. 2.

Таблица 2

Соотношение численности отдельных групп

Группа населения	Удельный вес населения, %
1-я	35...40
2-я	15...25
3-я	50...35
Итого	100

По расчетным районам соотношение различных групп населения, как правило, бывает неодинаковым. Для упрощения расчетов в проекте условно принимается соотношение различных групп, одинаковым по всем транспортным районам. Также для упрощения расчетов все передвижения в черте города будем подразделять на две основные категории:

- 1) трудовые и деловые;
- 2) культурно-бытовые.

Трудовые передвижения совершаются жителями 1-й и 2-й групп (передвижения на работу и с работы, поездки с трудовыми целями в течение рабочего дня — встречи, переговоры, совещания и т.п.). Эти передвижения определяются исходя из количества рабочих дней в году.

Деловые передвижения городского населения и передвижения приезжих командированных принимаются в размере 5...10 % от размера трудовых передвижений и сильно варьируются от социальной группы, к которой относится трудящийся.

Количество **культурно-бытовых передвижений** принимается для каждой группы в зависимости от свободного времени, интересов, физического состояния и других факторов.

В курсовом проекте рекомендуется принимать количество передвижений по каждой группе населения в соответствии с табл. 3.

Таблица 3

Число передвижений различных групп населения

Группы населения	Число передвижений	
	трудовые и деловые	культурно-бытовые
1-я	500	400
2-я	480	380
3-я	—	360

Подсчет передвижений производится для каждого транспортного района путем умножения численности населения отдельных групп на число передвижений. Полученные данные сводятся в табличную форму табл. 4.

Принимая, что 20 % всех передвижений приходится на легковой транспорт, а 80 % — на общественный, вводим понижающий коэффициент 0,8 и получаем соответственно передвижения с трудовыми и культурно-бытовыми целями, а также их количество ($N_{т.о.}$, $N_{п.о.}$, $N_{к.о.}$, ΣN_o) на общественном транспорте — последняя колонка табл. 4.

Количество передвижений по транспортным районам

Категории передвижений	Транспортные районы						Всего	Всего на общественном транспорте
	1	2	3	4	...	n		
Трудовые и деловые передвижения:								
Градообразующая группа							N_I	$0,8N_I$
Градообслуживающая группа							N_{II}	$0,8N_{II}$
Культурно-бытовые передвижения							N_K	$0,8N_K$
Градообразующая группа								
Градообслуживающая группа								
Независимого населения								
Итого по району	N_1	N_2	N_3	N_4	...	N_n	ΣN	$\Sigma 0,8N$

Общая подвижность населения города определяется делением количества передвижений ΣN на численность населения города (A):

$$\lambda = \frac{\Sigma N}{A}, \quad (1)$$

где λ — общая подвижность населения города; ΣN — общее количество передвижений на транспорте (графа «всего» в табл. 4); A — численность населения города.

Полученная подвижность является общей подвижностью населения и включает все передвижения на транспорте и пешие передвижения. Количество передвижений на транспорте будет зависеть от расстояния между пунктами тяготения: оно подсчитывается отдельно для каждого расчетного района. Поэтому предварительно для всего города планируется транспортная сеть.

4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ГОРОДА

При проектировании сети массового пассажирского транспорта необходимо учитывать следующие условия:

1) все основные фокусы тяготения пассажиров и жилые районы должны быть связаны транспортными линиями по возможности по кратчайшему расстоянию;

2) наиболее отдаленные от транспортной линии точки должны находиться на расстоянии не более 400 м, т.е. в пределах радиуса пешеходной доступности от остановочных пунктов наземного пассажирского транспорта;

3) основные линии пассажирского транспорта должны проектироваться по магистральным улицам, допускающим возможность пропуска всех предполагаемых видов массового пассажирского транспорта.

Построенная сеть массового пассажирского транспорта с учетом приведенных выше условий должна находиться в соответствии с размерами территории города. Плотность транспортной сети подсчитывается по формуле:

$$\delta = \frac{h_c}{F}, \quad (2)$$

где δ — плотность транспортной сети, км/км²; h_c — общая протяженность транспортных линий, км; F — площадь территории города, км².

Плотность сети должна находиться в пределах рекомендаций, приведенных в табл. 5.

Таблица 5

Оптимальная плотность сети по группам городов (км/км²)

Численность населения, тыс. чел.	100...250	250...500	500...1000
Плотность транспортной сети, км/км ²	1,5...2,0	1,8...2,4	2,1...2,5

При проектировании транспортной сети следует иметь в виду, что плотность сети в центре города и у мест массового тяготения бывает выше, чем в периферийных районах города.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ НАСЕЛЕНИЯ МЕЖДУ РАСЧЕТНЫМИ РАЙОНАМИ, А ТАКЖЕ МЕЖДУ РАЙОНАМИ И ФОКУСАМИ ТЯГОТЕНИЯ

После того, как предварительно запланирована транспортная сеть, можно переходить к следующему этапу выполнения курсового проекта — определению корреспонденций. Для этого необходимо в первую очередь установить пути передвижения между районами и фокусами тяготения.

Установление путей передвижения

Сообщение между районами и пунктами тяготения осуществляется как на транспорте, так и пешком. Соотношение пеших передвижений и передвижений на транспорте изменяется с увеличением расстояния.

Пути следования на транспорте выбираются из расчета минимальной затраты времени на поездку. Для установления путей передвижения транспортную сеть рекомендуется разбить на участки и обозначить каждый участок цифрой. Разбивка сети на участки должна производиться с таким расчетом, чтобы в пределах участков не наблюдались изменения пассажиропотоков. Границами участка следует принимать транспортные узлы (пересечения и разветвления) и точки, связывающие по кратчайшему расстоянию центры тяжести транспортных районов с транспортной сетью. Длина участков записывается в табл. 6.

Таблица 6

Длина участков транспортной сети

Наименование участка сети (индекс)	Длина участка, км	Наименование участка сети (индекс)	Длина участка, км	Наименование участка сети (индекс)	Длина участка, км
1		9		17	
2		10		18	
3		11		19	
4		12		20	
5		13		21	
6		14		22	
7		15		23	
8		16		24	
				25	

Пути следования пассажиров (с индексом участков сети) записываются в табл. 7.

Если центры тяжести районов связаны не одной, а несколькими транспортными линиями, возможно несколько вариантов путей следования пассажиров, которые заносятся в табл. 7 (через дробь).

После заполнения табл. 7 производится выбор кратчайшего из всех возможных расстояний. Расстояния (по кратчайшему направлению) по линии транспорта между пунктами тяготения заносятся в табл. 8.

Пути передвижения пассажиров по участкам транспортной сети

Пункты прибытия	Пункты отправления — транспортные районы					
	1	2	3	4	...	<i>n</i>
Промзона 1						
Промзона 2						
Стадион						
Парк культуры						
Транспортные районы						
1						
2						
3						
...						
<i>N</i>						

Таблица 8

Расстояние по линии транспорта между пунктами тяготения, км

Пункты прибытия	Пункты отправления — транспортные районы					
	1	2	3	4	...	<i>n</i>
Промзона 1						
Промзона 2						
Стадион						
Парк культуры						
Транспортные районы						
1						
2						
3						
...						
<i>N</i>						

Среднее расстояние передвижения жителей внутри каждого расчетного района ℓ_B (внутрирайонные передвижения) можно ориентировочно определять, пользуясь формулой:

$$\ell_B = 0,7\sqrt{F}, \quad (3)$$

где ℓ_B — внутрирайонные передвижения, км; F — площадь расчетного района, км².

Определение времени сообщения T и коэффициентов трудности передвижений P

Среднее время T , необходимое для преодоления расстояния между двумя пунктами, определяется по формуле:

$$T = t_{n1} + t_{ож} + t_{дв} + t_{n2}, \quad (4)$$

где T — среднее время, мин; t_{n1} — время прихода к остановке транспорта, мин; $t_{ож}$ — среднее время ожидания транспорта на остановке, мин; $t_{дв}$ — время движения на транспорте, мин; t_{n2} — время прихода от остановки транспорта к пункту назначения, мин.

Среднее время пешего перехода от остановки t_{n1} и от остановки до цели поездки t_{n2} определяется по формуле:

$$t_{n1} = t_{n2} = \left(\frac{1}{3\delta} + \frac{\ell_n}{4} \right) \cdot \frac{60}{V_n}, \quad (5)$$

где t_{n1} — время прихода к остановке транспорта, мин; t_{n2} — время прихода от остановки транспорта к пункту назначения, мин; δ — плотность транспортной сети, км/км²; ℓ_n — расстояние между остановочными пунктами, км; V_n — скорость пешего передвижения, км/ч.

Указанные значения принимаются:

- δ — по полученным проектным данным;
- $\ell_n = 0,25 \dots 0,3$ км;
- $V_n = 4$ км/ч;
- $t_{ож}$ — время ожидания транспорта на остановке, округленно можно принимать равным половине сетевого интервала (средний по сети интервал движения принимается 4...6 мин);
- $t_{дв}$ — время движения на транспорте, определяется делением расстояния по линии транспорта ℓ_T из табл. 9 на скорость сообщения V_c :

$$t_{дв} = \frac{\ell_T}{V_c}, \quad (6)$$

где ℓ_T — расстояния по линии транспорта; V_c — средние скорости сообщения на транспорте, принимаются в пределах от 17 до 20 км/ч.

При определении корреспонденции следует учитывать, что часть населения транспортных районов будет совершать трудовые и культурно-бытовые передвижения в пределах самих районов. Можно счи-

тать, что время, затрачиваемое на передвижение в пределах районов, в среднем будет составлять 5...7 мин (из расчета среднего расстояния пешего передвижения на 350...450 м или поездки на расстояние до 1 км).

Результаты подсчетов среднего времени сводятся в табл. 9.

Таблица 9

Время сообщения между пунктами города

Пункты прибытия	Пункты отправления — транспортные районы					
	1	2	3	4	...	<i>n</i>
Промзона 1						
Промзона 2						
Стадион						
Парк культуры						
Транспортные районы						
1						
2						
3						
...						
<i>N</i>						

Закон трудового тяготения основан на гипотезе: каждый житель города старается меньше тратить времени на передвижение, поэтому он стремится выбирать место работы ближе к месту жительства, а передвижения, связанные с культурно-бытовыми целями, совершать по возможности на близкие расстояния.

В связи с этим количество передвижений уменьшается с увеличением времени, затрачиваемого на передвижение. Такая закономерность наблюдается для всех категорий передвижения, за исключением передвижений, совершаемых к пунктам тяготения, имеющим общегородское значение (стадион, парк культуры и отдыха). При определении корреспонденции можно считать, что количество передвижений из каждого транспортного района к указанным пунктам тяготения пропорционально численности района. В остальных случаях в соответствии с указанной закономерностью все передвижения распределяются в зависимости от времени, затрачиваемого на передвижение, учитываемого коэффициентом трудности передвижений P , а также пропорционально численности населения района, учитываемого коэффициентом пропорциональности K . Трудность передвижений в зависимости от времени выражается коэффициентами, приведенными в табл. 10.

**Коэффициенты, учитывающие неравномерность распределения
передвижений от пунктов отправления к пунктам тяготения**

Время передвижения, мин	Коэффициенты при максимальном времени сообщения между наиболее отдаленными пунктами		
	до 30 мин	до 45 мин	до 60 мин
0...5	0,48	0,36	0,27
5...10	0,26	0,23	0,19
10...15	0,16	0,15	0,14
15...20	0,06	0,09	0,11
20...25	0,03	0,06	0,08
25...30	0,01	0,05	0,06
30...35	—	0,03	0,05
35...40	—	0,02	0,04
40...45	—	0,01	0,03
45...50	—	—	0,02
50...60	—	—	0,01
Итого	1,00	1,00	1,00

На основании табл. 9 и 10 определяются коэффициенты трудности передвижения P из каждого пункта города во все другие пункты.

При использовании табл. 10 данные берутся из той колонки, которая соответствует максимальному времени сообщения, полученному в табл. 10. Например, максимальное время сообщения в городе составляет 42,0 мин (данные берутся из средней колонки табл. 10). Сумма всех коэффициентов для каждого пункта, в которые совершаются передвижения, должна быть равна 1,0. Но так как в границах отдельных интервалов времени, указанных в табл. 10, может быть несколько пунктов отправления или же вообще пунктов отправления может не оказаться, то сумма всех коэффициентов, как правило, не будет равна 1,0. Поэтому необходимо привести их к 1,0 путем умножения на коэффициент:

$$\Delta = \frac{1,0}{P'_1 + P'_2 + \dots + P'_n}, \quad (7)$$

где $P'_1, P'_2 \dots P'_n$ — коэффициенты, взятые из табл. 10 для данного пункта прибытия.

Полученные коэффициенты P заносятся в табл. 11.

Значение коэффициентов трудности передвижения Р

Пункты прибытия	Пункты отправления						Итого
	1	2	3	4	...	<i>n</i>	
1							1,0
2							1,0
3							1,0
4							1,0
...							1,0
<i>N</i>							1,0
Промзона 1							1,0
Промзона 2							1,0

Примечание. Коэффициенты трудности передвижений P' и P заносятся в табл. 11 через дробь: в числителе — неисправленные P' (на основании табл. 9 и 10), в знаменателе — P (приведенные к единице).

**6. УСТАНОВЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПАССАЖИРОПОТОКОВ
МЕЖДУ РАСЧЕТНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ РАЙОНАМИ
И ФОКУСАМИ ТЯГОТЕНИЯ**

Число передвижений из каждого транспортного района к местам приложения труда, стадиону и парку культуры и отдыха, как было указано выше, происходит из всех районов пропорционально численности их населения, т.е. пропорционально коэффициентам пропорциональности:

$$K_1 = \frac{\alpha_1}{A}; K_2 = \frac{\alpha_2}{A}; \dots K_n = \frac{\alpha_n}{A}, \quad (8)$$

где K_1, K_2, \dots, K_n — коэффициенты пропорциональности для транспортных районов 1, 2, ..., n ; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ — численность населения транспортных районов 1, 2, ..., n ; A — общая численность населения города.

Полученные данные сводятся в табл. 12.

**Коэффициенты пропорциональности для различных
транспортных районов**

Транспортные районы	Коэффициенты пропорциональности
1	K_1
2	K_2

Транспортные районы	Коэффициенты пропорциональности
3	K_3
4	K_4
...	...
N	K_n
	Сумма коэффициентов 1,0

Трудовые и деловые передвижения

Для получения доли передвижений из каждого района отправления в пункт прибытия (промзоны и транспортные районы) значения P , взятые из табл. 11, перемножаются на соответствующие коэффициенты K (табл. 12) и приводятся к 1,0. Результаты записываются в табл. 13.

Таблица 13

Значения $P \times K$, приведённые к 1,0

Пункты прибытия	Транспортные районы — пункты отправления						Итого
	1	2	3	4	...	n	
Промзона 1							1,0
Промзона 2							1,0
Транспортные районы							1,0
1							1,0
2							1,0
3							1,0
4							1,0
...							...
N							1,0

Примечание. Произведение коэффициентов P и K заносится в таблицу в виде дроби: в числителе не приведенные к 1,0, в знаменателе — приведенные.

Число трудовых передвижений в каждый транспортный район определяется по формулам:

$$N_{T-1} = N_{s1}P_i, N_{T-2} = N_{s2}P_i, N_{T-n} = N_{sn}P_i, \quad (9)$$

где P_i — коэффициент трудностей передвижения из табл. 11.

Общее количество передвижений $0,8N$, взятое из табл. 4, умножается на коэффициенты пропорциональности соответствующих транспортных районов (см. табл. 12). Данные заносятся в табл. 14.

Затем определяется общий объем передвижений к пунктам тяготения и обратно. Число годовых трудовых передвижений на общественном транспорте к местам приложения составит (из каждого i -го района):

$$N_{\text{пр.1}} = 500M_1 \cdot P_i K_i \cdot 0,8; \quad (10)$$

$$N_{\text{пр.2}} = 500M_2 \cdot P_i K_i \cdot 0,8, \quad (11)$$

где $N_{\text{пр.1}}$ — промзона 1; $N_{\text{пр.2}}$ — промзона 2; 500 — число трудовых и деловых передвижений в год, приходящихся на одного трудящегося; M_1, M_2 — численность работающих в промзонах 1, 2; P_i — коэффициент трудности передвижения из i -го района отправления к соответствующим промышленным зонам (см. табл. 11); K_i — коэффициенты пропорциональности i -го района (см. табл. 12); 0,8 — коэффициент, учитывающий долю передвижений, приходящихся на общественный транспорт.

Таблица 14

Трудовые передвижения в городе за год

Пункты прибытия	Пункты отправления — транспортные районы						Всего
	1	2	3	4	...	n	
Промзона 1							
Промзона 2							
Транспортные районы							
1							
2							
3							
4							
...							
N							

Остальные трудовые передвижения в соответствии с заданием будут совершаться во все транспортные районы. Количество работающих в каждом районе будет пропорционально численности населения, т.е. коэффициенту K , и временной трудности сообщения между транспортными районами отправления и прибытия (коэффициент трудности передвижения из табл. 11).

Общее число трудовых передвижений по транспортным районам определится:

$$N_S = 0,8N_T - (N_{\text{пр.1}} + N_{\text{пр.2}}), \quad (12)$$

где $0,8N_T$ — общее число годовых передвижений по городу (см. табл. 4); $N_{\text{пр.1}}$, $N_{\text{пр.2}}$ — число годовых передвижений в год соответственно к 1 и 2 промзонам.

Общее число трудовых передвижений N_S распределяется по транспортным районам пропорционально их коэффициентам K , а полученные значения N_{S1} , N_{S2} , ..., N_{Sn} вносятся в графы табл. 14 в соответствии с коэффициентами трудности.

Культурно-бытовые передвижения

По аналогичной методике подсчитывается количество культурно-бытовых передвижений к общегородским пунктам тяготения (стадион, парк культуры) и между транспортными районами.

Например, число передвижений в год к стадиону и от него определяется из условий, что последний функционирует 6 месяцев в году (с мая по октябрь). Число календарных игр берется из расчета 3 игры в неделю. В эти дни каждый посетитель совершает по 2 передвижения. Средняя заполняемость стадиона принимается равной 60% от полной его вместимости. Годовое число передвижений к стадиону составит:

$$N_{\text{СТ}} = (24 \cdot 3 \cdot 2) \cdot 0,6 \cdot V_{\text{стад}}, \quad (13)$$

где 24 — количество недель в игровой сезон; 3 — число игр в неделю; 2 — число передвижений одним посетителем; $V_{\text{стад}}$ — вместимость стадиона (берётся по заданию).

При определении числа передвижений к парку культуры и отдыха принимается, что:

- парк функционирует круглый год (в зимнее время используется под каток, лыжную базу и другие зимние виды спорта);
- в летний и весенний сезоны ежедневно количество посетителей составляет в среднем 20 % от расчетной вместимости; в осенний и зимний сезоны — 8 %.

Тогда годовое число передвижений к парку культуры и отдыха составит:

$$N_{\text{п.к.и.о.}} = (180 \cdot 2)0,2N_{\text{п.к.и.о.}} + (180 \cdot 2)0,08N_{\text{п.к.и.о.}}, \quad (14)$$

где 180 — число дней работы парка культуры и отдыха в весенне-летний период; 0,2 и 0,08 — коэффициенты, учитывающие процент посетителей в соответствующий период года; $N_{п.к.и.о.}$ — расчетная вместимость парка (принимается по заданию).

Из общего количества культурно-бытовых передвижений по городу (см. табл. 4) вычитают передвижения на стадионный парк культуры, получая при этом передвижения, совершаемые между транспортными районами и в пределах самих районов.

Их число составит:

$$N_{тр.р.} = 0,8 \cdot N_K - (N_{ст} + N_{п.к.и.о.}), \quad (15)$$

где $N_{тр.р.}$ — передвижения между транспортными районами; N_K — культурно-бытовые передвижения; $N_{ст}$ — передвижения на стадионный парк культуры; $N_{п.к.и.о.}$ — расчетная вместимость парка.

Количество передвижений в каждый транспортный район составит:

$$N_{тр.р.-1} = N_{тр.р.} \cdot k_1; N_{тр.р.-2} = N_{тр.р.} \cdot k_2, \quad (16)$$

где k_1 и k_2 — коэффициенты пропорциональности.

Таблица 15

Культурно-бытовые передвижения в городе за год

Пункты прибытия	Пункты отправления — транспортные районы						Всего
	1	2	3	4	...	n	
Стадион							
Парк культуры и отдыха							
Транспортные районы:							
1							
2							
3							
4							
...							
N							

Количество передвижений из каждого транспортного района к стадиону и парку культуры и отдыха подсчитывается соответственно умножением $N_{ст}$ и $N_{п.к.и.о.}$ на коэффициенты пропорциональности k_1 , k_2 ,

k_3, \dots, k_n , а количество передвижений в каждый транспортный район $N_{тр.р-1}, N_{тр.р-2}$ и т.п. необходимо распределить по районам отправления в соответствии с коэффициентами трудности передвижения P между районами отправления и прибытия (см. табл. 11). Данные заносятся в табл. 15.

Определение размеров передвижения на транспорте (поездки)

Отношение размеров передвижений, совершаемых на транспорте, к общему количеству передвижений на данное расстояние называется коэффициентом пользования транспортом $K_{тр}$.

Значения коэффициентов пользования транспортом в зависимости от дальности передвижений приведены в табл. 16.

Таблица 16

Коэффициенты пользования транспортом

$K_{тр}$	Расстояние по линиям транспорта, км
0,20	До 1,0
0,50	1,0...1,5
0,75	1,5...2,0
0,95	2,0...2,5
1,0	2,5...3,0
1,0	Более 3,0

Следует помнить, что коэффициенты пользования транспортом при передвижениях с трудовыми и культурно-бытовыми целями различны (в курсовом проекте единые коэффициенты принимаются для уменьшения расчетной части работы).

Пользуясь таблицей расстояний между районами и пунктами тяготения (см. табл. 8 и табл. 16), устанавливаются единые коэффициенты пользования транспортом при передвижениях табл. 17.

Таблица 17

Коэффициенты пользования транспортом при передвижениях

Пункты прибытия	Транспортные районы — пункты отправления					
	1	2	3	4	...	n
Промзона 1						
Промзона 2						
Стадион						
Парк культуры и отдыха						

Пункты прибытия	Транспортные районы — пункты отправления					
	1	2	3	4	...	<i>n</i>
Транспортные районы:						
1						
2						
3						
4						
...						
<i>N</i>						

Чтобы получить количество передвижений на транспорте, необходимо общее передвижение (см. табл. 14 и 15) умножить на коэффициенты пользования транспортом и внести эти данные в табл. 18 и 19.

Таблица 18

Поездки на транспорте при трудовых передвижениях за год

Пункты прибытия	Транспортные районы — пункты отправления						Всего
	1	2	3	4	...	<i>n</i>	
Промзона 1							
Промзона 2							
Транспортные районы:							
1							
2							
3							
4							
...							
<i>N</i>							
Итого: Пт							

На основании табл. 18 и 19 составляется таблица суммарных годовых поездок на транспорте по каждому пункту отправления и прибытия в целом по городу (табл. 20).

Для определения транспортной подвижности населения общие размеры пассажирских перевозок (см. табл. 20) делятся на численность населения города:

$$\lambda_{\text{тр.}} = \frac{П_c}{A}, \quad (17)$$

где $\lambda_{\text{тр.}}$ — транспортная подвижность населения, поездок/год; $П_c$ — общие размеры пассажирских перевозок; A — численность населения города.

Поездки на транспорте при культурно-бытовых передвижениях за год

Пункты прибытия	Транспортные районы — пункты отправления						Всего
	1	2	3	4	...	<i>n</i>	
Стадионы							
Парки культуры и отдыха							
Транспортные районы:							
1							
2							
3							
4							
...							
<i>N</i>							
Итого: Пк/б							

Таблица 20

Суммарные годовые поездки пассажиров (пассажиропоток)

Пункты прибытия	Транспортные районы — пункты отправления						Всего
	1	2	3	4	...	<i>n</i>	
Промзона 1							
Промзона 2							
Стадион							
Парки культуры и отдыха							
Транспортные районы:							
1							
2							
3							
4							
...							
<i>N</i>							
Итого: Пс							

7. ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОДОВОГО ОБЪЕМА РАБОТЫ ТРАНСПОРТА И СРЕДНЕЙ ДАЛЬНОСТИ ПОЕЗДКИ

Объемы работы транспорта определяются как произведение размера транспортных перевозок на дальность поездки. Для получения объемов работы транспорта необходимо перемножить значение табл. 20 на расстояния между транспортными районами и пунктами тяготения пассажиров по линии транспорта, которые приведены в табл. 8.

Результаты подсчетов сводятся в табл. 21.

По полученным значениям табл. 21 определяется средняя дальность поездки пассажиров в городе:

$$l_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{с}}l}{P_{\text{с}}}, \quad (18)$$

где $l_{\text{ср}}$ — средняя дальность поездки, км; $P_{\text{с}}l$ — общий объем работы транспорта по городу; $P_{\text{с}}$ — пассажиропоток.

При вариантном проектировании транспортной сети наименьшее значение средней дальности поездки указывает на более приемлемый вариант проекта.

Таблица 21

Годовой объем работы транспорта

Пункты прибытия	Транспортные районы — пункты отправления						Всего
	1	2	3	4	...	<i>n</i>	
Промзона 1							
Промзона 2							
Стадион							
Парки культуры и отдыха							
Транспортные районы:							
1							
2							
3							
4							
...							
<i>N</i>							
Итого: $P_{\text{с}}l$							

8. ПОСТРОЕНИЕ КАРТОГРАММЫ И ПАССАЖИРОПОТОКОВ ПО УЧАСТКАМ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ И В ЦЕЛОМ ПО ГОРОДУ

Картограмма пассажиропотоков представляет собой графическое изображение количества пассажиров, проезжающих по участкам транспортной сети за определенный период времени.

В курсовом проекте рекомендуется строить картограмму для среднегодовых пассажиропотоков.

Имея данные табл. 21, переходим к распределению поездок по транспортной сети из каждого пункта отправления.

Распределение удобнее проводить в табличной форме табл. 22.

Размеры проходящих пассажирских потоков по участкам сети

Наименование участков сети	Размеры проходящих пассажирских потоков, тыс. чел.	Всего
1		
2		
3		
4		
...		
<i>N</i>		

Размеры проходящих потоков удобнее разносить по участкам сети, пользуясь табл. 8. В случае нескольких возможных вариантов путей следования пассажиров по транспортной линии пассажирооборот по участкам транспортной сети распределяется обратно пропорционально длине линий и с учетом наличия пересадочных узлов.

Из каждого транспортного района потоки «разносятся» по участкам сети отдельно. Например, из транспортного района 1 в промзону 1 и обратно отправляется транспортом 8 тыс. пассажиров. Они двигаются по транспортной сети, проходя участки 1, 4, 5, 6, 10, 18. В колонке 2 (табл. 22) для указанных участков проставляется величина 8. Аналогично делается для всех транспортных районов и фокусов тяготения.

По суммарной величине транспортных потоков (третья колонка табл. 22) строится картограмма пассажирских потоков. Предварительно наносится схема транспортной сети. От транспортной сети откладываются в масштабе величина суммарного потока на участках (половина в каждую сторону) и по полученным точкам проводятся линии параллельно осевой линии на всю длину участков.

9. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО КОЛИЧЕСТВА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Выбор рациональной системы массового пассажирского транспорта города производится на основании сравнения вариантов.

При выполнении курсового проекта количество вариантов и виды транспорта рекомендуется принимать по табл. 23.

Варианты транспортных систем

Группа городов с численностью населения, тыс.чел.	Варианты транспортной системы	Ряд вместимости подвижного состава	Распределение перевозок, %
250...500	I Автобус Автобус Трамвай	Малой вместимости	25...30
		Средней вместимости	55...60
		Четырёхосный	20...25
	II Автобус Автобус Троллейбус Троллейбус	Малой вместимости	25...30
		Средней вместимости	20...25
		Средней вместимости	45...50
		Сочленённый	10...15
	III Автобус Троллейбус Трамвай	Малой вместимости	25...30
		Средней вместимости	55...60
Четырёхосный		20...25	
100...250	I Автобус Автобус	Малой вместимости	50...55
		Средней вместимости	45...50
	II Автобус Троллейбус	Малой вместимости	45...55
		Средней вместимости	50...55

Для вариантов, принятых к сравнению, определяется требуемое количество подвижного состава и объектов обустройства сети³.

Требуемое количество подвижного состава рекомендуется определять по среднегодовому размеру перевозок. Количество подвижного состава зависит от объёма перевозок и провозной способности линий пассажирского транспорта.

Количество подвижного состава в движении определяется по формуле:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\Pi_{cl}RS}{365V_3h\Omega \Delta 100}, \quad (19)$$

³ К объектам обустройства сети относятся — отстойно-разворотные площадки, разворотные кольца трамвая, конечные станции, автобусные и троллейбусные парки, трамвайные депо, электрохозяйство трамвая и троллейбуса, включая тяговые подстанции.

где $N_{ДВ}$ — количество подвижного состава в движении, шт.; $П_{cl}$ — годовой объём работы транспорта (из табл. 21); R — процент перевозок, осваиваемых подвижным составом данной вместимости, % (из табл. вариантов 23); S — коэффициент сезонной неравномерности потока; $S = 1,1$; $V_э$ — эксплуатационная скорость, км/ч (принимается 15...17 км/ч); h — число часов работы транспорта; $h = 14$; Ω — вместимость подвижного состава (табл. 24); Δ — среднесуточный коэффициент наполнения; $\Delta = 0,33$.

Инвентарный парк подвижного состава подсчитывается по формуле:

$$W_{П} = \frac{N_{ДВ}}{K_{В}}, \quad (20)$$

где $N_{ДВ}$ — количество подвижного состава в движении; $K_{В}$ — коэффициент выпуска подвижного состава на линии, $K_{В} = 0,75-0,85$.

Таблица 24

Вместимость и провозная способность различных видов и типов подвижного состава (по перспективному типу)

Вид транспорта и тип подвижного состава	Вместимость, чел.		Провозная способность в часы «пик», чел/ч
	нормальная	в часы «пик»	
Автобусы вместимости:			
малой	31	37	3300
средней	48	65	5850
большой	60	80	7200
особо большой (сочленённый)	90	120	10800
Троллейбусы вместимости:			
средней	57	75	6750
большой	68	88	7900
особо большой (сочленённый)	105	140	12600
Трамвайные вагоны:			
двухосный моторный	140	190	11400
четырёхосный	103	136	8200
шестиосный	130	180	10800
восьмиосный	170	235	14100

10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТА

Сравнение вариантов транспортных систем проводится по двум группам факторов:

1) экономическим;

2) техническим характеристикам различных видов транспорта и местным условиям города (планировочные особенности улично-дорожной сети, характер пассажиропотоков и колебание их во времени, характер и интенсивность уличного движения, рельеф города, климатические и санитарно-гигиенические условия и др.).

Первая группа факторов определяется количественными показателями и может сравниваться между собой по величине. Вторая группа факторов не имеет таких показателей и при сравнении различных вариантов транспортных систем оценивается условно.

Экономические сравнения систем проводятся тогда, когда заранее известно, что в данном городе с учётом факторов второй группы могут быть запроектированы различные системы транспорта.

Экономические сравнения рекомендуется проводить по приведённым народнохозяйственным затратам, определяемым по формуле:

$$C = \mathcal{E} + \frac{K \eta}{Pl}, \quad (21)$$

где C — приведённые затраты, руб./пасс-км; \mathcal{E} — общие эксплуатационные затраты, руб./пасс-км; K — затраты по капиталовложению, руб.; η — коэффициент эффективности капиталовложений; Pl — годовая работа транспорта, приходящаяся на рассматриваемый вид транспорта и тип подвижного состава, пасс-км.

По этой формуле подсчитываются приведённые затраты только для сравниваемых видов транспорта и типов подвижного состава, входящих в рассматриваемые варианты транспортной системы. Например, при сравнении двух вариантов для городов с численностью населения от 100 до 250 тыс. чел. сравнивается автобус средней вместимости и принимается вариант транспортной системы с наименьшими затратами.

Определение эксплуатационных затрат

При выполнении курсового проекта эксплуатационные затраты для различных видов транспорта рекомендуется принимать в соответствии с данными, приведёнными в табл. 25.

**Эксплуатационные затраты на различных видах транспорта
при среднесуточном наполнении вагонов, равном 0,33**

Трамвай	Затраты на 1 пасс-км, руб.	Троллейбус	Затраты на 1 пасс-км, руб.	Автобус	Затраты на 1 пасс-км, руб.
Двухосный с прицепом	0,97	Средней вместимости	1,61	Малой вместимости	2,58
Четырёхосный	1,37	Большой вместимости	1,53	Средней вместимости	2,01
Шестиосный	1,13	Особо большой вместимости (сочленённый)	1,37	Большой вместимости	1,77
Восьмиосный	0,89			Особо большой (сочленённый)	1,53

Примечание: оценочные затраты в ценах 2014 г.

Определение капиталовложений

Капиталовложения включают следующие затраты:

- приобретение подвижного состава;
- строительство парков, депо и мастерских;
- устройство подстанций, контактной и кабельной сети;
- устройство рельсовых путей и дорог.

Затраты на приобретение подвижного состава подсчитываются по количеству инвентарных единиц каждого вида транспорта и типа подвижного состава. Также по инвентарному количеству единиц подвижного состава подсчитываются затраты по паркам, трамвайным и троллейбусным депо и мастерским.

По тяговым подстанциям затраты определяются умножением количества подвижного состава в движении на стоимость подстанции, приходящейся на единицу подвижного состава.

Протяжённость линии сравниваемых видов транспорта от общей протяжённости сети принимается условно пропорционально распределению перевозок подвижным составом в системе (см. табл. 23).

Для электротранспорта затраты по рельсовым путям и контактной сети определяются исходя из общей их протяжённости, а по дорогам (для троллейбуса и автобуса) принимаются равными 10...12 % от стоимости одной полосы дороги.

В табл. 26 приводятся усреднённые затраты по капиталовложению на различные виды транспорта.

Таблица 26

Капиталовложения на единицу измерения (тыс. руб. в ценах 2014 г.)

Наименование сооружений		Дело (парк)	Тяговые подстанции	Рельсовый путь	Контактная и кабельная сеть	Устройство строительного выделенной полосы (троллейбуса, автобуса)	Подвижной состав
Единица измерения		маш.-место	вагон в движении	1 км двойного пути	1 км двойного пути	1 км (при ширине полосы 4,5 м)	шт.
Трамвай	4-осный	1485,0	495	33000,0	3300,0	—	4950,0
	6-осный и поезд из 2-осных вагонов	1518,0	577,5	33000,0	3300,0	—	7425,0
	8-осный	1567,5	627	33000,0	3300,0	—	9075,0
Троллейбус	Средней вместимости	1320,0	660	—	4125,0	24750,0	2970,0
	Большой вместимости	1402,5	742,5	—	4125,0	24750,0	4125,0
	Особо большой вместимости (сочленён.)	1567,50	907,5	—	4125,0	24750,0	4465,0
Автобус	Малой вместимости	874,5	—	—	—	24750,0	1980,0
	Средней вместимости	907,5	—	—	—	24750,0	2475,0
	Большой вместимости	1072,5	—	—	—	24750,0	3300,0
	Особо большой вместимости (сочленён.)	1237,5	—	—	—	24750,0	4125,0

По значениям, приведённым в табл. 26, подсчитываются общие затраты и сводятся в табл. 27.

Таблица 27

Размеры затрат по капиталовложениям, тыс. руб.

Наименование сооружений	Трамвай	Троллейбус	Автобус
Депо (парк)			
Тяговые подстанции			
Рельсовый путь			
Контактная и кабельная сеть			
Подвижной состав			
Итого			

Коэффициент эффективности капиталовложений η принимается исходя из нормативного срока окупаемости, равного 5...8,3 года. Рекомендуется принимать $\eta = 0,12$, что соответствует сроку окупаемости 8,3 года.

Годовая работа, приходящаяся на сравниваемые виды транспорта, будет составлять часть общего объёма годовой работы (см. табл. 21). Величина её подсчитывается исходя из принятого процентного распределения перевозок (см. табл. 23).

Подсчитанные по формуле сводные экономические показатели для сравниваемых видов сопоставляются между собой. Экономически более выгодным будет тот вариант, в котором получится меньший сводный экономический показатель.

Если варианты по сводному экономическому показателю окажутся равноценными, то окончательный выбор проводится по второй группе показателей, учитывающих технические характеристики транспорта и местные условия города.

11. ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МАРШРУТНОЙ СИСТЕМЫ

При построении маршрутной системы следует руководствоваться следующими положениями:

1) маршрутная система должна строиться по запроектированной транспортной сети с возможностью внесения коррективов в последнюю;

2) начертание маршрутов должно соответствовать направлению основных пассажиропотоков, а загрузка маршрутов по длине не должна иметь резких колебаний;

3) на запроектированной маршрутной схеме должно быть обеспечено беспересадочное сообщение для наибольшего количества пассажиров;

4) интервалы движения на запроектированных маршрутах должны находиться в пределах: минимальный — 1,5 мин, максимальный — 6...8 мин;

5) минимальная протяжённость маршрутов не должна быть менее расстояния, на преодоление которого при пешем хождении затрачивается время, равное 30 мин (2...3 км);

6) отношение общей длины маршрутов к расстоянию по прямой между конечными его пунктами (коэффициент непрямолинейности) не должен превышать 1,3-1,4, исключая кольцевые и полукольцевые маршруты.

Исходными материалами для построения маршрутной системы являются картограмма пассажирских потоков и табл. 23.

Построение маршрутной системы начинается с построения маршрутов основного выбранного вида транспорта.

На участках транспортной сети с мощными пассажиропотоками при прохождении по ним нескольких маршрутов должна производиться проверка на провозную (см. табл. 24) и пропускную способность.

12. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА

Результаты проведённых расчётов по проекту организации массового транспорта сводятся в табл. 28.

Таблица 28

Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Единица измерения	Количество
Общая протяжённость транспортной сети всех видов транспорта	км	
Протяжённость сети автобуса троллейбуса трамвая	км	

Наименование показателей	Единица измерения	Количество
Общая плотность транспортной сети	км/км ²	
Общая подвижность населения	передвижений в год	
Транспортная подвижность	поездов в год	
Годовой объём работы транспорта	пасс.-км	
Средняя дальность поездки	км	
Общие капиталовложения	тыс. руб.	

П р и м е ч а н и е. Общая протяжённость транспортной сети будет, как правило, меньше суммарной протяжённости сетей всех видов транспорта

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ВАРИАНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Таблица 1

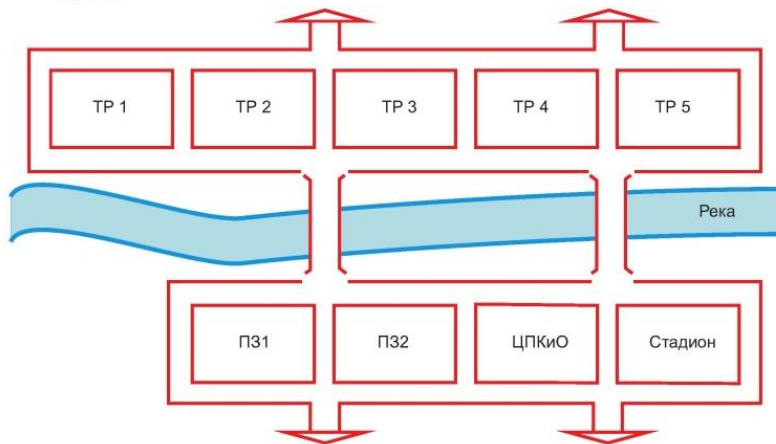
Варианты расчетных значений показателей территории города

№№ п/п	Показатели	Варианты												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Плотность жилой застройки, тыс.м ² /га	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	25,0
2	Обеспеченность жильем, м ² /чел	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	15,0
3	Численность сотрудников и посетителей объектов, тыс. чел.													
3.1	Промзона 1	25,0	28,0	32,0	15,0	24,0	31,0	12,0	31,0	29,0	17,0	28,0	23,0	21,0
3.2	Промзона 2	15,0	12,0	8,0	26,0	24,0	17,0	33,0	20,0	16,0	26,0	28,0	19,0	13,0
3.3	ЦПКиО	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
3.4	Стадион	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0

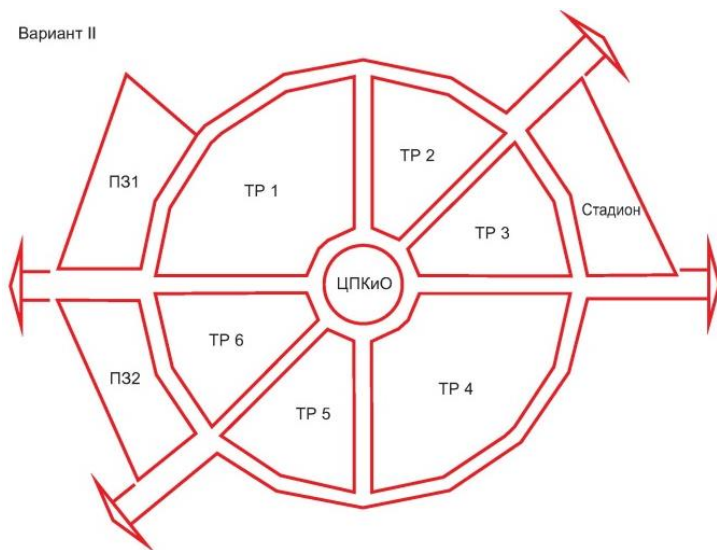
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Варианты заданий

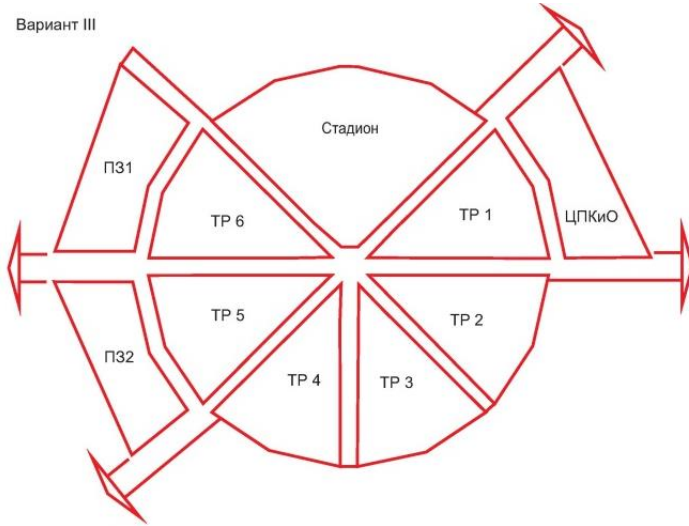
Вариант I



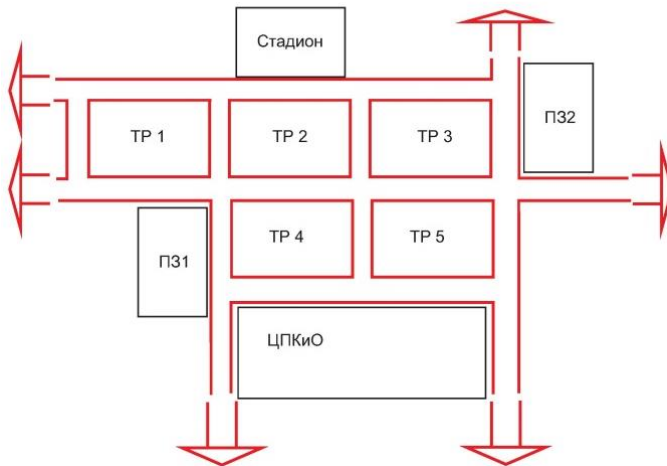
Вариант II



Вариант III



Вариант IV



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Власов, Д.Н.* Научно-методологические основы развития агломерационных систем транспортно-пересадочных узлов (на примере Московской агломерации): дис. ... доктора технических наук: 05.23.22 / Власов Денис Николаевич. Моск. гос. строит. ун-т. М., 2013. 444 с.
2. *Власов, Д.Н.* Транспортно-пересадочные узлы крупнейшего города (на примере Москвы): монография. М. : АСВ, 2009. 96 с.
3. *Овечников, Е.В.* Городской транспорт / Е.В. Овечников, М.С. Фишельсон. М. : Высшая школа, 1976. 352 с.
4. *Самойлов, Д.С.* Городской транспорт. М. : Стройиздат, 1983. 384 с.
5. *Сафронов, Э.А.* Транспортные системы городов и регионов. М. : АСВ, 2007. 285 с.
6. СП 42.13330.2011 Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* [утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 № 820]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.minregion.ru/activities/771/tehref/482/484/486/1045.html>.
7. *Черепанов, В.А.* Транспорт в планировке городов: учебник для вузов. М. : Высшая школа, 1981. 216 с.