

А.С. Баймиструк



ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАНИРОВКА ГОРодОВ



Учебное пособие

Курганский
государственный
университет



редакционно-издательский
центр
43-38-36

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.С. БАЙМИСТРУК

ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАНИРОВКА ГОРОДОВ

Учебное пособие

Курган 2008

УДК 625 72(075.8)

Б 18

Рецензенты

Комитет по архитектуре и строительству Курганской области (*председатель комитета по архитектуре и строительству Курганской области Выродов Ю.А.*), ГУП институт «Кургангражданпроект» (*директор института Бодриков В.В.*).

Печатается по решению методического совета Курганского государственного университета.

Б18 Баймиструк А.С. Транспортная планировка городов: Учебное пособие – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. – 82с.

В учебном пособии изложены основные направления развития улично-дорожной сети городов. На примере г. Кургана рассмотрены основные проблемы, возникшие в процессе развития городской территории, и причины высокой аварийности на примере основных магистральных улиц г. Кургана. Приводятся основные положения проектирования улично-дорожной сети города. Изложены основные положения по размещению инженерных коммуникаций на улицах города. Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности «Организация и безопасность дорожного движения».

Рис. - 37, библиограф. -18 назв.

УДК 625 72(075.8)

© Курганский государственный университет, 2008

© Баймиструк А.С., 2008

ВВЕДЕНИЕ

Постоянно растущее количество автомобилей в городах создает проблемы для их безопасной и эффективной эксплуатации. Негативные проблемы автомобилизации ярко проявились за последние годы в нашем городе, особенно в тех его частях, в которых застройка велась без учета законов, обеспечивающих рациональное развитие транспортной сети. В результате этого образуются заторы на основных магистральных улицах, не хватает мест для парковки автомобилей, а использование для стоянки одной из полос снижает и без того недостаточную пропускную способность проезжей части улиц. Высокая аварийность, загрязнение природной среды, в три-четыре раза завышенная стоимость внутригородских перевозок (в том числе стоимость проезда в общественном транспорте, по этой причине завышена в 2-3 раза) - все это неизбежные проблемы, полученные в результате недостатков, допущенных при разработке проекта развития города Кургана. Эти проблемы требуют безотлагательного решения и специальных знаний.

Однако специалистов в этой области в городах, подобных Кургану, не хватает или вообще нет. В то же время зависимость экономики городов от условий работы транспорта будет постоянно возрастать, вместе с ростом числа эксплуатируемых в городах автотранспортных средств.

1 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ И СТРУКТУРА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

1.1 Проблемы организации движения автомобильного транспорта в современном городе

При разработке в 60-е годы прошлого века проекта застройки г. Кургана пренебрегли принципами функционального зонирования города и потребностями растущего парка автомобилей, из-за этого основные магистральные улицы города - проспект Машиностроителей, улица Коли Мяготина, улица Куйбышева - являются сплошным очагом аварийности. Например, на участке улицы в районе остановки «улица Некрасова» (проспект Машиностроителей), за 2006 год произошло 122 ДТП, а средняя скорость не превышает 20км/час.

Курган, как и другие крупные города, является узлом переплетения железных и автомобильных дорог. Поэтому эффективная работа транспорта оказывает большое влияние на условия жизни горожан и работу предприятий, независимо от их размеров и формы собственности.

Целью дисциплины «Транспортная планировка городов» является изучение законов развития улично-дорожной сети городов и правил построения такой улично-дорожной сети, которая обеспечит снижение требуемых на перевозку пассажиров и грузов затрат, количества вредных выбросов от автомобильного транспорта и минимальную аварийность на автотранспорте.

В настоящее время происходит постоянный рост количества эксплуатируемых в городе автомобилей, одновременно с этим опережающими темпами растут проблемы, связанные с недостаточной пропускной способностью улично-дорожной сети, недостатком мест для парковки и стоянки автомобилей. Неиспользованные резервы для решения этих сложных задач на сегодняшний день находятся именно в рациональной планировке городских транспортных путей.

Так как острота и сложность связанных с организацией движения проблем зависят от числа жителей города, принято классифицировать города в зависимости от числа проживающих в нем жителей (тыс. чел.). [13]

Таблица 1.1 - Действующая классификация крупности города [13]

Группы поселений	Население, тыс. чел.	
	Города -	Сельские поселения
Крупнейшие	Св. 1000	=
Крупные	от 500 до 1000	Св. 5
	от 250 " 500	от 3 до 5
Большие	от 100 " 250	от 1 " 3
Средние	от 50 " 100	от 0,2 " 1
Малые*	от 20 " 50	от 0,05 " 0,2
	от 10 " 20	До 0,05
	До 10	

* В группу малых городов включаются поселки городского типа.

В нашей области крупнейшие города отсутствуют, г. Курган относится к крупным городам (370 тыс. жителей), г. Шадринск к средним (около 60 тыс. жителей), Катайск, Шумиха, Петухово, Макушино - малые города с населением до 50 тыс. человек.

Влияние и значимость возникающих с транспортом проблем изменяются с размерами городов. Например, в г. Кургане на основных магистральных улицах интенсивность движения составляет от 400 до 650 условных автомобилей в час, в расчете на одну полосу движения, во втором по величине г. Шадринске до 300 авт./час на одну полосу движения, а в остальных изменяется от 20 до 200 авт./час. Наряду с числом жителей, транспортные проблемы с количеством эксплуатируемых в городе автомобилей.

Показатели, характеризующие условия движения автомобильного транспорта в зависимости от количества автомобилей в г. Кургане, приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 -Зависимость уровня аварийности от количества зарегистрированных автомобилей в городе Кургане за 2004-2007гг.

Наименование показателя	Годы			
	2004	2005	2006	2007
Количество зарегистрированных автотранспортных средств на конец года	94430	95064	100207	105606
рост количества автомобилей в %	100%	100,67%	106.1%	112
Количество ДТП за год	6062	6581	8044	10067
рост количества ДТП в %	100%	108.56%	132,7%	166,1%

В среднем 1% прироста количества зарегистрированных автотранспортных средств вызывает рост количества ДТП на 5,5%.

Аварийность, связанная с ростом количества эксплуатируемых на улицах города автотранспортных средств, возрастает опережающими темпами. В основном рост аварийности регистрируется на магистральных улицах общегородского значения. Изменение аварийности на отдельных участках магистральных улиц в зависимости от их загрузки приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 -Зависимость уровня аварийности от загрузки отдельных участков магистральных улиц г. Кургана.

Наименование показателя	Пропускная способность движения авт/час	Интенсивность фактич. на полосу движения авт/час	Превышение в %	Аварийность в 2007 ДТП шт.	Превышение аварийн. к min значению в %
Проспект Машиностроителей, ул. Некрасова	400	596	271	139	869%
Проспект Машиностроителей, остановка СК «Зауралец»	800	692	114	16	100%
Ул. К.Мяготина-ул. 1 мая	600	704	320	20	125%
Ул. К.Мяготина-ул. Зорге	400	679	308	94	588%
Ул. Куйбышева-ул. Кравченко	400	371	168	51	319%

Приведенные в таблицах 1.2 и 1.3 данные показывают, что снижение уровня аварийности может произойти, если увеличить пропускную способность проезжей части магистральных улиц или снизить число движущихся по улицам автомобилей.

По своим техническим параметрам большая часть улиц города соответствует автомобильным дорогам III и IV категории, но загрузка движением на них в 10— 15 раз, выше, чем на дорогах общего пользования. В Кургане на проспекте Машиностроителей интенсивность около 30 тыс. авт./сутки при четырехполосной проезжей части, а на автодороге «Байкал» с подобными техническими характеристиками в районе г. Кургана интенсивность колеблется от 4 до 7 тыс. авт./сутки.

Большую проблему в организации движения на городских улицах создают пиковые нагрузки, когда интенсивность движения отличается в 2 - 4 раза относительно среднесуточного значения, а скорость движения потока автомобилей на наиболее загруженных магистральных улицах падает до значения 10-20 км/час.

Совмещение пешеходных потоков с автомобильными приводит к росту дорожно-транспортных происшествий в городах, что особенно актуально для Кургана и почти не имеет значения для малых городов, за исключением тех случаев когда на улицах отсутствуют тротуары. В Кургане эта проблема стоит наиболее остро, так как практически отсутствуют подземные переходы даже на наиболее загруженных пешеходным и автомобильным движением участках улиц.

Число ДТП на 1 млн авт./км иногда в 20-30 раз больше чем на автомобильных дорогах вне территории города. Вне города 7-10 ДТП на 1 км в год - уже повод для принятия экстренных мер, а 136 ДТП за 2006 год на пересечении улиц К.Мяготина и Зорге не считаются поводом для проведения реконструкции этого пересечения.

Решить городские проблемы возможно либо организацией движения на существующей системе улиц, либо реконструкцией улично-дорожной сети с целью повышения её пропускной способности. Возможные цели такой реконструкции - разделить транспортные потоки по функциональному признаку, отделить потоки пешеходов от потока автомобилей, увеличить число полос движения, и для повышения их пропускной способности - улиц. Как вариант возможно также уменьшение потока автомобильного транспорта, за счет введения различных ограничений. Такой путь для крупных и крупнейших городов, за исключением магистральных улиц общегородского значения, вполне оправдан.

Проблема организации движения неразделима с проблемой хранения автомобилей. Пренебрежение этой проблемой, отсутствие подземных и многоуровневых стоянок заставляет владельцев автомобилей оставлять транспортные средства на проезжей части чаще всего магистральных, перегруженных движением улиц. Примерами могут служить ул. Куйбышева (в районе рынка), ул. Гоголя и др.

Решение этих сложных проблем невозможно без выявления закономерностей формирования городского движения и без учета этих закономерностей при составлении проектов развития городов.

1.2 Функциональное зонирование города

Одним из путей оптимизации транспортных потоков является функциональное зонирование городской территории. Взаимное расположение различных объектов на плане города оказывает большое влияние на условия работы городского транспорта. Размещение на общей территории однородных по используемому транспорту объектов позволяет прокладывать на этих территориях транспортные пути, соответствующие видам движущегося по ним транспорта, и локализовать его движение на выделенной для этой зоны территории. Для

объединения в группы однородных по назначению объектов и предприятий территорию города делят по функциональному назначению на 6 основных зон: селитебную, промышленную, коммунально-складскую, внешнего транспорта, санитарно-защитную и зону отдыха населения. Это деление носит условный характер. В городе, планировка которого складывалась в течение нескольких веков, отнесение частей города к одной из этих зон производится по преобладающему виду застройки. Перепланировка существующих городов требует огромных капитальных затрат, и по этой причине практически невыполнима. Наличие общежитий в промышленной зоне или мелких предприятий в сложившейся застройке не является поводом для отнесения занятых ими территорий к промышленной или жилой зоне.

Селитебная территория любого города состоит из отдельных элементов. В жилой застройке различают «группу домов» - это здания, объединенные первичными объектами по обслуживанию населения (торговля, бытовое обслуживание), микрорайоны - это элементы застройки, включающие несколько жилых групп, имеющих общие школы, детсады и т.д., и жилой (планировочный) район, который состоит из микрорайонов, объединяемых общественным центром с учреждениями и предприятиями обслуживания районного значения. В Кургане можно выделить Заозерный планировочный район, включающий в себя несколько микрорайонов. К объединяющим его предприятиям обслуживания относятся кинотеатр, рынок, крупные торговые центры и формирующаяся зона отдыха в районе Черной речки.

Основная структурная единица селитебной зоны города - это жилой район. Он включает в себя все необходимое для обеспечения культурных и бытовых нужд населения: жилые дома, службы быта, детские сады, школы, магазины, театры, кинотеатры и стадионы и т.п. Такая система застройки в настоящее время является наиболее распространенной на вновь застраиваемой территории, так как обеспечит комфортабельные условия для жителей и их безопасность. Транзитный по отношению к микрорайону транспорт движется по магистральным улицам общегородского и районного значения вне территории микрорайонов.

Транспортные проблемы города решаются проще, если нужды населения полностью удовлетворяются в пределах районов (желательно в пределах пешеходной доступности). Границами районов являются магистральные улицы, по которым осуществляются основные пассажирские перевозки. Примером такого района служит Заозерный планировочный район, а магистральные улицы общегородского значения - это ул. Мостостроителей, проспект Машиностроителей и магистральная улица районного значения - проспект Голикова.

Промышленные районы города должны организовываться на территории **промышленной зоны** города и объединяться технологическими, энергетическими объектами и транспортными связями.

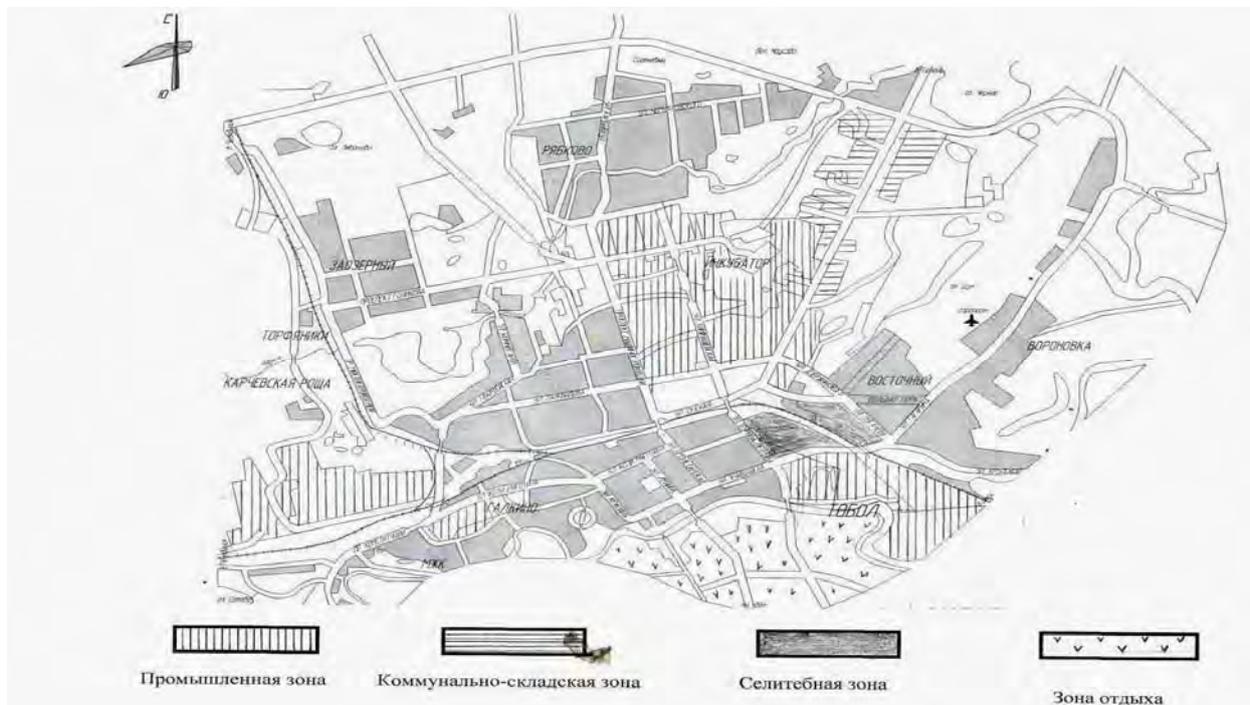


Рисунок 1.1 - Планировочная структура города Кургана

Промышленный район включает в себя промышленные предприятия, электростанции, инженерные сооружения и коммуникации. Одним из элементов промышленной зоны является складская зона. Роль автотранспорта для организации производственных процессов и для связи с городом очень важна.

Между жилыми и промышленно-складскими районами размещается **санитарно-защитная зона**, ширина которой зависит от характеристики промышленных предприятий, от размеров складской зоны. Ширина санитарно-защитной зоны изменяется от 5 м (продовольственные склады) до 500 м (городские базисные склады).

В промышленных районах города и на складских территориях имеются два вида транспортных путей для движения автомобилей и пешеходов: внутренние пути и дороги, обеспечивающие технологический процесс (ведомственные дороги), и внешние улицы, застроенные производственными и административными зданиями.

В нашем городе в 60-х годах прошлого столетия, когда выбирали вариант развития города, рассматривали различные проблемы: санитарные, архитектурные, однако транспортные проблемы были забыты вероятно из-за отсутствия грамотных специалистов. Проблемы, связанные с общегородским транспортом, проявились только когда застроился Заозерный район. Сегодня себестоимость пассажирских перевозок из-за несоблюдения принципов функционального зонирования как минимум в 2 раза выше, чем могло бы быть при рациональной схеме развития города. Стоимость товаров и промышленной продукции также зависит от величины транспортных расходов. Но так как эти затраты явно не выражены, их попросту не учитывают. Острота этих проблем будет возрастать вместе с увеличением количества эксплуатируемых в городе автомобилей.

На основе анализа развития города Кургана в последние годы можно сделать вывод: пренебрежение нуждами транспорта во время разработки схемы

развития города создало практически неразрешимые проблемы. В центре города в обозримом будущем не удастся решить проблему с парковкой автомобилей, не удастся повысить пропускную способность улиц, и, вероятно, не удастся снизить или остановить рост аварийности.

Вместе с ростом количества автомобилей в городах значение дисциплины «Транспортная планировка городов» для организации движения автомобильного транспорта будет возрастать.

Город является административно-культурным и индустриальным центром, обязательно имеет транспортную связь со всей страной. Эта связь осуществляется за счет линий воздушного флота, железных и автомобильных дорог. Все перечисленные объекты, а также при наличии речные и морские порты вместе с обслуживающими их зданиями и сооружениями составляют зону внешнего транспорта.

Одним из элементов внешнего транспорта является аэропорт, по требованиям охраны воздушного бассейна аэропорты должны располагаться на расстоянии 10—20 км от границ города. Связь аэропорта с городом должна осуществляться по автомагистрали, обеспечивающей высокую скорость движения. В г. Кургане расположение аэропорта в черте города и использование ул. Гагарина с проезжей частью, соответствующей характеристикам автомобильной дороги III категории, не отвечают этим требованиям. Одновременно расположение аэропорта в границах города закрыло возможность развития города в восточном направлении и явилось причиной того, что селитебная зона оказалась разделенной зоной внешнего транспорта (железнодорожная станция) и основной промышленной зоной города, при этом образовалось большое количество практически неразрешимых проблем, связанных с организацией движения городского транспорта. Особенно трудной для решения проблемой оказалось размещение основных селитебных зон, это Заозерный район и центральная часть города по разные стороны от станции Курган.

Сооружения и предприятия железнодорожного транспорта необходимо размещать вне селитебной территории.

В организации городского движения железнодорожный транспорт из-за его приоритета перед другими видами наземного транспорта создает большие трудности. В городе, через который проходит железная дорога, затруднена связь между его частями, требуется большое количество путепроводов, транспортных и пешеходных тоннелей, строительство которых, как правило, откладывается из-за их высокой стоимости. Из-за отсутствия рациональной связи территории центральной части города с Заозерным планировочным районом себестоимость перевозок и потери времени на транспорте, по расчетам, проведенным кафедрой организации движения КГУ, приблизительно в три раза выше и ежегодные потери городской экономики из-за этого составляют около 500 млн р., соответственно и расход топлива, вредные выбросы от автомобильного транспорта в атмосферу, затраченное на транспортировку пассажиров и грузов время, также как и количество ДТП в три раза выше.

Город всегда является местом притяжения внешних автомобильных дорог. Интенсивность движения на этих дорогах по мере приближения к городу

увеличивается. На границе города весь транспортный поток рассматривается как состоящий из двух потоков - транзита, для которого город не является конечным пунктом, и городского потока автомобилей, обслуживающих город или принадлежащие ему территории. Движение транзитных автомобилей через любой населенный пункт нежелательно, так как такое решение всегда сопровождается ростом количества ДТП. Для пропуска транзитного движения должны предусматриваться обходные дороги с большим числом транспортных развязок (2 - 3 развязки на 10 км), позволяющие пропускать в обход города транзитные потоки.

Разумно, с точки зрения организации движения автотранспорта, основные сооружения внешнего транспорта (транзитные автомобильные дороги, железнодорожные сооружения, аэропорты) выносить в промышленную зону или за пределы территории города.

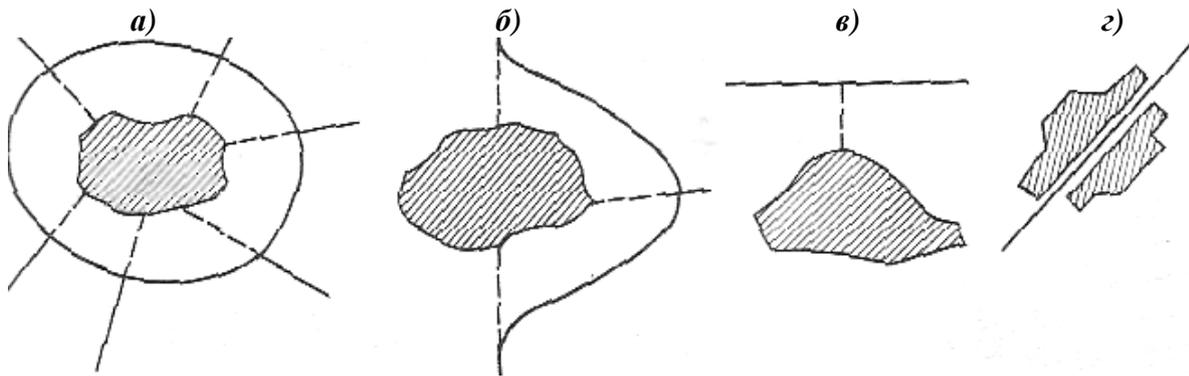
В пригородах крупнейших, крупных и больших городов располагаются санитарно-защитные зоны. Основное назначение их заключается в улучшении микроклимата, обеспечении чистоты воздушного бассейна города и массового отдыха трудящихся. Границы такой зоны могут быть удалены от центра города на 50 - 100 км. В состав санитарно-защитной зоны входят лесопарковый пояс (леса, парки, пляжи, заповедники, сады), дома и базы отдыха, водохранилища, снабжающие город водой, сооружения городского водопровода, подстанции, высоковольтные линии электропередачи и сооружения очистки сточных промышленных и бытовых вод. Наиболее ярким примером такой зоны отдыха является комплекс «Голубые озера».

1.3. Планировочные схемы связи внешних автомобильных дорог с территорией города

Современный город является транспортным узлом, где с развитием промышленности и увеличением численности населения появляется городской транспорт со своей сетью улиц и дорог. Для связи с внешним транспортом в крупных и крупнейших городах ввод в город должен осуществляться с помощью скоростных городских дорог.

Различают четыре принципиальных схемы связи населенного пункта с внешними автомобильными дорогами по которым движется транзитный, по отношению городу транспорт.

Эти принципиальные схемы приведены на рисунке 1.2.



a — замкнутая обходная кольцевая автомобильная дороги; *б* — разомкнутая обходная дорога
в — трассирование автомагистрали вне города с подъездной дорогой со стороны города;
г — пропуск внешней автомобильной дороги через город транзитом.

Рисунок 1.2 - Схемы связи населенного пункта с внешними автомобильными дорогами

В Курганской области имеются три типа примыкания внешних автомобильных дорог. В районе города Кургана проходит разомкнутая объездная дорога являющаяся частью автомобильной дороги «Байкал», которая обходит город с севера. Районные центры Каргаполье, Куртамыш и др. пересекают транзитные автомобильные дороги, но в основном при строительстве дорог в районе населенных пунктов использовалась схема *в* -трассирование автомагистрали вне города с подъездной дорогой со стороны города.

1.4 Планировочные схемы уличной сети городов

Улицы и дороги городов образуют в плане города сеть наземных путей сообщения. По очертаниям ее можно отнести с более или менее существенными допущениями к одной из принципиальных схем улично-дорожной сети города. Такими схемами являются свободные, не содержащие четкого геометрического рисунка, прямоугольные, прямоугольно-диагональные и радиально-кольцевые.

Свободные схемы улиц - вся сеть состоит из узких кривых улиц с переменной шириной проезжей части, нередко исключаяющей движение автомобилей в двух направлениях. Для современных городов эта схема непригодна. Примерами такой планировки в г. Кургане могут служить поселки Увал и Северный.

Прямоугольная схема распространена широко и присуща главным образом новым или реконструированным городам, строившимся по единому плану. К числу таких планировок относится центральная часть г. Кургана. Достоинствами прямоугольной схемы являются отсутствие четко выраженного центрального ядра и возможность равномерного распределения транспортных потоков по всей территории города. Недостатки этой схемы - большое число сильно загруженных пересечений, которые затрудняют организацию движения и увеличивают транспортные потери, большие перепробеги автомобилей при движе-

нии по направлениям, не совпадающим с направлениями улиц. Перегруженными по этой причине оказались улицы Пролетарская, Куйбышева.

Удобство движения автомобильного транспорта по уличной сети города оценивается коэффициентом непрямолинейности - отношением действительной длины пути между двумя точками к длине воздушной линии. Для прямоугольной схемы улиц этот коэффициент имеет наибольшее значение - 1,4-1,5. Это означает, что в городах с такой схемой улиц городской транспорт для перевозки пассажиров и грузов совершает перепробеги на 40 - 50%.

Прямоугольно-диагональная схема улиц является развитием прямоугольной схемы. Она включает в себя диагональные и хордовые улицы, пробиваемые в существующей застройке. Коэффициент непрямолинейности для таких схем составляет 1,2-1,3. Примеров такой застройки в г.Кургане нет, элементы такой застройки встречаются в г. Челябинске.

Радиально-кольцевая схема уличной сети характерна для крупнейших и крупных городов и содержит два вида принципиально разных магистралей - радиальные и кольцевые.

Радиальные магистрали являются чаще всего продолжением автомобильных дорог и служат для глубокого ввода транспортных потоков в город, для связи центра города с периферией и отдельных районов между собой. Кольцевые магистрали — это распределительные магистрали, соединяющие радиальные и обеспечивающие перевод транспортных потоков с одной радиальной магистрали на другую. Они служат также и для транспортной связи между отдельными районами, расположенными в одном поясе города.

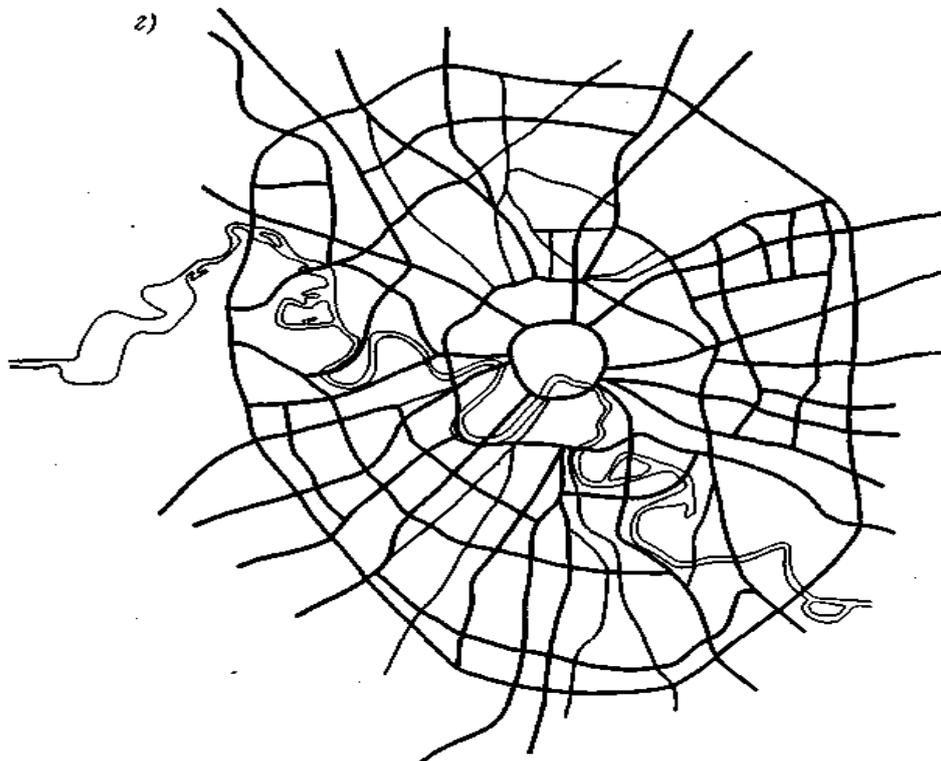


Рисунок 1.3 - Схема радиально-кольцевой уличной сети города

Примером такой планировки может служить Москва. Схема ее уличной сети сложилась исторически. Ядром этой сети был Кремль.

Радиально-кольцевая схема уличной сети имеет наименьший коэффициент непрямолинейности — 1,05— 1,1.

Наиболее рациональной, с точки зрения организации движения автомобильного транспорта, является застройка *микрорайонами*, т.е. структурными ячейками, внутри которых отсутствует движение транзитного, по отношению к данному микрорайону, транспорта. Примером такой застройки может служить Заозерный планировочный район в г. Кургане, по такому принципу застраивался микрорайон Шевелёвка. При такой застройке в местах компактного проживания людей лучше обеспечиваются безопасность движения и экология.

1.5 Классификация городских улиц

Потребность в классификации сети городских улиц и дорог появилась в связи с необходимостью предусмотреть на территории города движение всех видов городского наземного транспорта в тот период, когда город еще не застроен и отсутствуют транспортные потоки, которые обязательно появятся через 20-50 лет.

В настоящее время в России [13] принята функциональная классификация городских улиц, делящая все улицы города по назначению, но не по техническим показателям. Это объясняется тем, что уличную сеть закладывают в генеральный план города с ориентацией на отдаленную перспективу (50— 100 лет). Для развития этой сети резервируют территорию, по границам которой располагается городская застройка. Граничные линии, отделяющие территорию, зарезервированную для транспорта от территории застройки, называют красными линиями. Эти линии намечают во время разработки генплана города, затем закрепляют на местности при его строительстве и они почти всегда остаются неизменными в городе. Все элементы улицы, обеспечивающие движение пешеходов и транспортных средств (тротуары, проезжие части и другие элементы улицы, обеспечивающие пропуск перспективной интенсивности движения, включая магистральные трубопроводы), должны располагаться в пределах красных линий.

Требования к городским улицам изложены в таблице 1.4, таблица составлена с использованием данных раздела 6 СНиП 2.07.01-89

Таблица 1.4 - Классификация городских улиц. Категории улиц и дорог

Функциональное назначение улиц	Основные расчетные параметры
1	2
Магистральные дороги скоростного движения	
Транспортная связь между промышленными и планировочными районами в крупнейших и крупных городах, между городом и пригородной зоной, глубокий ввод автомобильных магистралей в город, связь с аэропортами, зонами массового отдыха. Пересечения с улицами и дорогами в разных уровнях. Преобладающие виды транспорта — общественный, экспрессный пассажирский и легковой. Местное движение, а также трамвайное и грузовое исключаются	Скоростные дороги проектируют по нормативам автомобильных дорог I технической категории. Расчетная скорость движения в густонаселенной части города - 80 км/ч; вне центральной части города - 100 км/ч; в пригородной части города - 120 км/ч. Дорога обособлена от сети городских улиц. Число полос движения - 4 - 8, ширина полосы движения - 3,75 м
Магистральные дороги регулируемого движения.	
Транспортная связь между районами города; на отдельных участках и направлениях дорога преимущественно грузового движения, осуществляемого вне жилой застройки, выходы на внешние автомобильные дороги. Пересечения с улицами и дорогами, как правило, в одном уровне	В зависимости от состава движения проектируются по нормативам для автомобильных дорог общей сети или как промышленные дороги. Расчетная скорость движения - 80 - 100 км/ч. Число полос движения - 2 - 6, ширина полосы 3,5 м; необходимы местные или боковые проезды
Магистральные улицы:	
а) общегородского значения	
Непрерывного движения — транспортная связь между жилыми, промышленными районами и общественными центрами в крупнейших, крупных и больших городах, а также с другими магистральными улицами, городскими и внешними дорогами, движения по главным направлениям на пересечениях в разных уровнях. Основной вид транспорта — общественный пассажирский и легковой; при интенсивности движения автобусов более 100 ед/ч для них необходима специальная полоса без права заезда на нее других транспортных средств	Расчетная скорость 100 км/ч, число полос движения 4 — 8, - ширина полосы движения 3,5— 3,75 м, продольные уклоны - до 40%; разделительные полосы, местные или боковые проезды. Радиусы кривых: в плане 500 м; в продольном профиле выпуклых - более 5000 м, вогнутых - более 1000 м
Регулируемого движения — транспортная связь между жилыми промышленными районами и центром города, выход на другие городские дороги и улицы, внешние автомобильные дороги. Пересечения с другими улицами и дорогами, как правило, в одном уровне. Основные виды транспорта — общественный пассажирский и легковой	Расчетная скорость 80 км/ч, число полос движения - 4 - 8, ширина полосы 3,5 м, продольные уклоны до 50%; разделительные полосы, местные или боковые проезды. Радиусы кривых: в плане 400 м; в продольном профиле выпуклых – более 3000 м, вогнутых - более 1000 м

б) районного значения	
Транспортная связь в пределах планировочных районов, с промышленными предприятиями, общественными центрами и местами массового отдыха и спорта, а также магистральными улицами в одном уровне. Допускается движение грузовых автомобилей	Расчетная скорость 60 км/ч, количество полос движения 2-4, радиусы кривых: в плане более 250 м, в продольном профиле выпуклых - более 2500 м, вогнутых - более 1000 м. Продольные уклоны до 60%. Расстояние между остановочными пунктами пассажирского транспорта - не более 600м
Улицы и дороги местного значения	
а) в жилой застройке	
Транспортная (без пропуска потоков грузовых автомобилей и общественного транспорта) и пешеходная связь на территории жилых районов, выходы на магистральные улицы и дороги регулируемого движения	Расчетная скорость 40 км/ч, число полос движения 2 — 3, ширина полосы движения 3,0 м, продольные уклоны до 70%, тротуары шириной более 1,5 м
б) промышленно - складские	
Транспортная связь и пропуск преимущественно грузовых автомобилей в пределах района, выходы на магистральные городские улицы и дороги. Пересечения в одном уровне.	Расчетная скорость 50 км/ч; число полос движения 2 — 4, ширина полосы движения 3,5 м, продольные уклоны до 70%
в) пешеходные	
Пешеходная связь с местами приложения труда, учреждениями и предприятиями обслуживания, в том числе в пределах общественных центров, местами отдыха и остановочными пунктами общественного транспорта.	Ширина одной полосы пешеходного движения 1,0 м, всей улицы или дороги - по расчету, наибольший продольный уклон 40%

В принятой классификации установлены минимальное число элементов поперечного профиля улицы и их основные размеры. Одна и та же категория улицы в зависимости от ожидаемой интенсивности движения может иметь различную ширину проезжей части улиц. Минимальная техническая оснащённость улицы определяется ее функциональным назначением. Ошибку с выбором назначения улицы практически невозможно исправить. Примером может служить ул. Ленина: заданные в 50-х годах прошлого века геометрические параметры улицы не соответствуют нормам для магистральной улицы общегородского значения, что в полной мере проявилось в наше время. В настоящее время вынуждены совмещать красные линии с линиями застройки, территория, занятая зелеными насаждениями, отдана под тротуары и проезжую часть улицы. Однако и в этом случае обеспечить необходимую пропускную способность улицы не удаётся. С целью снижения аварийности и ликвидации заторов можно вводить ограничения на въезд в центральную часть города для отдельных видов транспорта, снижать разрешенную скорость до 50км/час, т.к. попытки решить эту проблему с помощью ужесточения наказаний и увеличения числа инспекторов ГИБДД на дорогах результатов не дают. В первую очередь требуется решать проблемы, вызванные растущим числом автомобилей на городских улицах, а когда будут обеспечены приемлемые для водителей автомобильного транспор-

та условия - наказывать нарушителей по всей строгости. Примером, подтверждающим сказанное, может служить то, что на пересечении проспектов Голикова и Машиностроителей при наличии постоянного поста ГИБДД за 2006 год произошло 132 ДТП.

Основные перевозки пассажиров и грузов в городах осуществляют на магистральных улицах. Именно эти улицы и обуславливают тип улично-дорожной сети города. Параметры магистральных улиц и их протяженность определяются ожидаемым уровнем автомобилизации города. В России этот уровень принят 180 — 220 авт. на 1000 жителей.

Для такого уровня автомобилизации плотность магистральной улично-дорожной сети, определяемая как отношение протяженности магистральных улиц к площади района, должна быть 2,2 — 2,4 км/км² территории города, однако этот показатель не определяет всех параметров, необходимых для эксплуатации автотранспорта. Этот показатель не отражает реальной обстановки, так как пропускная способность магистральной улицы не равна пропускной способности улицы местного значения. Использование улицы с параметрами местной в качестве магистральной общегородского значения сопровождается высокой аварийностью и большими затратами времени на перевозку грузов и пассажиров.

К магистральным улицам общегородского значения по выполняемой функции в г. Кургане относятся улицы Гагарина, Куйбышева, К.Мяготина-проспект Конституции, Мостостроителей, Карбышева-проспект Машиностроителей-Пролетарская. Технические характеристики всех перечисленных улиц, кроме проспекта Конституции, не соответствуют предъявляемым к ним современным движением требованиям и, как результат, фактическая средняя скорость значительно менее 30 км/час, высока аварийность, образование заторов. Например, в 2006 году произошло 136 ДТП на пересечении улиц К.Мяготина и Зорге. Проблемы, стоящие перед транспортной сетью города, в обозримом будущем будут постоянно нарастать. Причинами этого являются рост количества автомобилей в городах и отсутствие работ по совершенствованию транспортной сети под предлогом недостатка финансовых средств.

Результат перегруженности улично-дорожной сети г. Кургана иллюстрируют данные, приведенные в таблице 1.5.

Таблица 1.5 -Влияние высокой интенсивности движения автотранспорта на уровень аварийности в городе

Наименование показателя	Годы		
	2004	2005	2006
Количество зарегистрированных автомобилей шт.	94430	95064	100207
Рост количества автомобилей в %	100	100,67	106,1
Количество ДТП за год шт.	6062	6581	8044
Рост количества ДТП в %	100	108,56	132,7

В данном случае рост количества ДТП обусловлен в основном ухудшением условий работы водителей в связи со слишком большой плотностью автомобильного потока на основных магистральных улицах города. Без изменения

условий движения транспортного потока при дальнейшем росте количества автомобилей аварийность будет расти опережающими темпами.

Классификация улиц, принятая в России, отличается от классификаций, используемых в практике других стран.

Ниже приведены примеры системы классификации городских улиц [4, 9], в Америке.

Магистральные улицы (Arterial streets). Обслуживают входящие в город и выходящие из него потоки транспорта, обеспечивают транзитное движение через центральные территории города, связывают важнейшие центры города.

Собирающие улицы (Collector streets). Обеспечивают доступ к жилым, коммерческим и промышленным территориям и движение в пределах этих территорий. Распределяют движение от магистральных улиц через территории к конечным пунктам поездок. Собирают движение с местных улиц и передают его на магистральные улицы.

Местные улицы (Local streets). Основная функция — обеспечение непосредственного доступа к земельным участкам и осуществление связи с собирающими улицами.

Как правило, классификации дополняются городскими дорогами (freeways, expressways), в некоторых случаях жилыми улицами (residential streets) или улицами промышленных территорий (industrial streets). Часто категорию «магистральные улицы» разделяют на «главные магистральные» (major arterials) и «второстепенные магистральные» (minor arterials), а категорию «собирающие улицы» соответственно на «главные распределяющие» (major collectors) и «второстепенные собирающие» (minor collectors).

В западной Европе используется ещё один тип улиц - **«бульвары»:** городские дороги, сочетающие высокую пропускную способность магистральных улиц и одновременно функционально связанные с городской средой и обеспечивающие благоприятные условия для жителей городов. Бульвары представляют из себя магистральные улицы регулируемого движения, имеющие шесть и более полос движения в каждом направлении с широкой разделительной полосой, которая играет роль зоны отдыха. Это позволяет обеспечить высокую пропускную способность при удобной транспортной связи между бульваром и остальной частью улично-дорожной сети города.

Данная классификация - более гибкая, чем принятая в России (СНиП 2.07.01-89). Используемая в нашей стране классификация трудно применима для улиц в малых городах, так как даже на центральных улицах малых городов обычно имеется частная застройка и выезд из дворовой территории осуществляется прямо на основную улицу районного центра, при этом обеспечить параметры магистральной улицы даже районного значения очень трудно.

Для организации безопасных условий движения, а также и уменьшения количества используемых автомобилей в плотно застроенных районах городов устраивают зоны успокоения движения. Единственным примером такой зоны в нашем городе служит пешеходный участок улицы К.Маркса.

Целью устройства таких зон является создание благоприятных условий для пешеходов и дополнительные проблемы для движения автомобильного транс-

порта, чтобы люди больше передвигались пешком или на велосипедах, а также для улучшения экологических условий на территории города. Вероятно, в перспективе это будет один из используемых методов снижения транспортной нагрузки на отдельных участках улично-дорожной сети в городах.

Вопросы для самостоятельного контроля

1. На основе какого показателя классифицируются города в РФ?
2. С какой целью производят функциональное зонирование городской территории?
3. Какой принцип заложен в основу существующей в РФ классификации улично-дорожной сети? Какие показатели являются определяющими для назначения ширины полосы движения?

2 ГОРОДСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

2.1 Подвижность городского населения [1]

Важным элементом городского движения является пешеходное движение. Для расчета интенсивности движения на сети городских улиц необходимо прогнозировать передвижение населения по направлениям и по частоте. В этих целях все население делится на группы: **А** - трудящиеся градообразующих предприятий и учреждений; **Б** - трудящиеся обслуживающих предприятий и учреждений; **В** - учащиеся вузов, техникумов, ПТУ; **Г** - *несамостоятельное* население (дети, домохозяйки, пенсионеры, инвалиды). К *самодетельному* относится население групп **А** и **Б**.

Для наших городов характерен следующий состав населения по группам: А=27-35%; Б=20-23%; В, Г = 40 - 50 %. Наибольшее число передвижений дают группы А — В.

Все передвижения в зависимости от их целей делят на трудовые, культурно-бытовые, на отдых и прочие.

Структура городских транспортных потоков определяется потребностью в перевозках грузов и пассажиров. Наибольшую трудность представляют расчет и прогнозирование пассажирских потоков.

Различают общую подвижность населения — среднее число всех передвижений по территории города, и транспортную подвижность населения — среднее число поездок на транспортных средствах. Отношение транспортной подвижности к общей носит название коэффициента пользования транспортом. Значение этого коэффициента зависит от вида поездок и размеров города.

Коэффициенты пользования транспортом определяют по материалам обследования подвижности населения. В зависимости от дальности и цели передвижения возможно использование среднестатистических коэффициентов пользования транспортом:

Дальность передвижения, км	До 1	1,5	2	2,5	3	Более 3
Трудовые передвижения	0,3	0,65	0,9	1	1	1
Культурно-бытовые передвижения	0,15	0,4	0,65	0,8	0,9	1

Ориентировочную транспортную подвижность населения обычно принимают по результатам обследования. В приближенных расчетах можно использовать значения из таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Ориентировочные значения подвижности населения

Население города, тыс. чел.	50	100	250	500	750	1000	2000	5000 и более
Число передвижений на одного жителя в год	950	1030	1080	1100	1150	1200	1300	1400

Обследование подвижности населения - трудоемкая задача. Используются несколько методов сбора информации о передвижении населения. Существует несколько способов сбора и обработки этой информации.

В зависимости от стоящей задачи используют различные виды обследований: *Анкетное обследование, Метод «адресов», Дневниковое анкетное обследование*. Обследования проводятся либо при разработке генплана города, либо с целью совершенствования существующей системы организации перевозок пассажиров. Опыт Кургана показал, что в условиях рыночной экономики роль своевременного обследования перевозок возросла. Сегодня неразбериха в организации перевозок пассажиров заставляет вновь пытаться организовывать учет и в дальнейшем заниматься организацией движения на каждом конкретном автобусном маршруте.

Таблица 2.2 - Подвижность населения в городах в зависимости от цели передвижения [1]

Город	Подвижность населения в городах по целям		
	Общие	Трудовые	Культурно-бытовые
Москва	800	350	450
Санкт-Петербург	945	400(0,73)	545(0,51)

Данные по Кургану отсутствуют.

Цель обследования - установить способы передвижения, полные и по элементам затраты времени, число пересадок, причины передвижения пешком. Обследованию подвергаются 5 % от количества обслуживаемых пассажиров.

Анкетное обследование и опрос общественного мнения выполняют в период разработки генерального плана города, проводят по месту жительства и работы. Им охватывают до 0,1 % населения, кроме детей дошкольного возраста.

С повышением уровня автомобилизации города затраты времени на трудовые передвижения увеличиваются. Средняя дальность поездки за каждые 10 лет увеличивается на 0,5 км. Преобладающим видом поездок являются поездки на расстояния до 5 км. На расстояния до 1 км местные передвижения совершаются пешком.

В настоящее время характер общественного пассажирского транспорта постоянно меняется. Появившийся частный транспорт влияет на структуру транспортных потоков в городах. Резко увеличивается количество транспортных средств малой вместимости (типа «Газель») на которых осуществляются

регулярные перевозки пассажиров. Ни существующая транспортная сеть, ни организационные структуры города не могут в настоящее время обеспечить их безопасную эксплуатацию. Основные нерешенные проблемы:

- увеличение в 3-4 раза количества транспортных средств, перевозящих пассажиров на основных, наиболее загруженных магистральных улицах;
- недостаточная для этого количества транспортных средств длина заездных карманов, из-за чего нередко перекрываются одна или две полосы движения, в результате этого образуются заторы (например, проспект Машиностроителей, улицы К.Мяготина и Куйбышева др.);
- отсутствие постоянного учета фактических значений объема пассажирских и грузовых перевозок приводит к неэффективной системе организации городских перевозок.

Есть и положительные качества: в первую очередь это удобство для пассажиров, автомобили малой вместимости используют неудобные для больших автобусов маршруты, меньшие интервалы времени между отдельными транспортными средствами, для пассажиров свободный выбор маршрута движения. Однако для обеспечения безопасности перевозок пассажиров необходима реконструкция улиц с целью изменения геометрических параметров их элементов (увеличение длины заездных карманов у автобусных остановок, выделение полосы движения для общественного транспорта и др.).

На общегородских магистральных улицах преобладающим видом транспортных средств являются легковые автомобили по состоянию на август 2007г. (65 - 70%). Доля автобусов и троллейбусов (без учета «Газелей») в транспортном потоке составляет 8- 11%; грузовых автомобилей менее -6 %. Все грузовые перевозки необходимо выводить на специальные внеуличные дороги и на районные магистральные улицы, приспособленные для движения грузовых автомобилей. В г. Кургане ярко выраженных грузовых магистралей нет, только улица Омская на участке от автомобильной дороги «Байкал» до улицы Дзержинского может быть отнесена к этой категории улиц, грузовое движение на ней составляет около 30 %.

2.2 Закономерности движения автомобильного транспорта на городских улицах [1]

Интенсивность движения на городских улицах изменяется во времени. Различают колебания сезонные, по дням недели и часам суток. В расчетах используют условный показатель - среднесуточную интенсивность движения (I_{cp}), которую определяют расчетом:

$$I_{cp} = W_2/365, \quad (2.1)$$

где W_2 - годовой объем движения автомобилей.

Показатель I_{cp} используют при расчетах дорожных одежд и конструкций пролетных строений мостов, путепроводов и тоннелей.

На рисунке 2.1 а показана характерная кривая изменения интенсивности движения I_2 на городских магистралях в течение года. Снижение интенсивно-

сти движения наблюдается в зимние месяцы года, из-за неблагоприятных погодных условий и ухудшения дорожных условий. Интенсивность движения общественного транспорта менее подвержена сезонным колебаниям. Нагрузка на этот транспорт в осенне-зимний период возрастает.

Чем крупнее город, тем большее значение приобретает общественный пассажирский транспорт. При межрайонных перевозках наиболее эффективен трамвай, особенно скоростной, при внутрирайонных - автобус, при перевозках в жилых районах и центральных частях города - троллейбус.

Таблица 2.3 -Провозная способность линии пассажирского транспорта.

Вид пассажирского транспорта	Средняя скорость сообщения км/ч	Провозная способность линии в одном направлении, тыс. пасс. /ч
Автобус вместимостью, пасс		
до 60	18 - 20	3-4
свыше 60	18 - 20	5-6
Автобус-экспресс	20 - 25	8 - 10
Троллейбус	18 - 20	4-6
Трамвай вместимостью, пасс		
до 120	18 - 20	6-8
свыше 120	18 - 20	9-12
Скоростной трамвай	25 - 30	12 - 24
Метрополитен	40-45	25-30

Для расчета годового объема движения используется формула

$$K_2 = W_m / W_g, \quad (2.2)$$

где W_m — месячный объем движения, автобусов.

Колебания интенсивности движения в течение года для автомобильных дорог характеризуются коэффициентом годовой неравномерности K_2 .

Таблица 2.4 -Значения коэффициента годовой неравномерности

Месяц года	I	II	III	IV	V	VI
K_g	0,025	0,030	0,045	0,070	0,100	0,150
Месяц года	VII	VIII	IX	X	XI	XII
K_g	0,165	0,140	0,120	0,100	0,035	0,020

Таблица 2.5 -Значения коэффициента годовой неравномерности для городских магистральных улиц (K_2 имеет другие значения)

Месяц года	I	II	III	IV	V	VI
K_g	0,04	0,03	0,05	0,09	0,10	0,12
Месяц года	VII	VIII	IX	X	XI	XII
K_g	0,12	0,11	0,12	0,11	0,06	0,05

Коэффициент K_g используют при расчете годового объема движения

$$W_2 = I_i D_m / (K_c K_2), \quad (2.3)$$

где I_i - известная интенсивность движения, авт./ч; D_m - число рабочих дней в месяце; K_c — коэффициенты суточной неравномерности движения.

Для расчетов, связанных с оценкой пропускной способности, уровня загрузки уличной сети, необходима характеристика часовой интенсивности движения ($I_{ч}$). Типичное распределение этой интенсивности в течение суток представлено на рисунке 2.1 в.

В течение суток можно выделить два ярко выраженных периода увеличения интенсивности движения: внутренний в начале рабочего дня и вечерний в конце дня. Эти периоды носят название часы пик, и в течение их происходит 10—12 % суточного объема движения.

Основная нагрузка на улично-дорожную сеть города приходится с 8 до 20 ч, в этот период проходит более 80 % суточного объема движения.

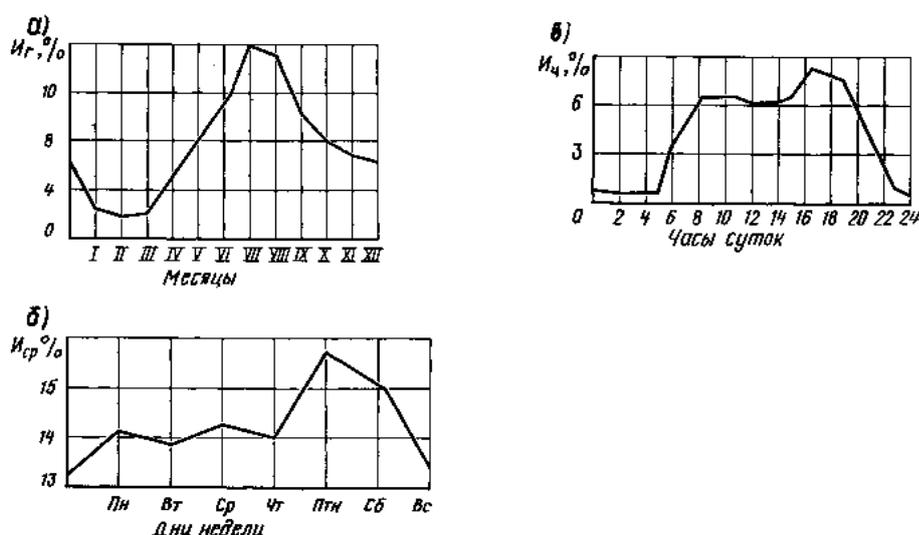


Рисунок 2.1 - Примерное распределение объемов движения: а — по месяцам года; б — по дням недели; в — по часам суток

2.3 Методы расчета и прогнозирования интенсивности движения на городских улицах

Основой для расчета интенсивности движения является ожидаемый объем грузовых и пассажирских перевозок, который определяется планами развития города и материалами обследования городского движения.

Транспортная часть генерального плана города содержит, как правило, две группы материалов:

первая — характеристика грузонапряженности и пассажиронапряженности основных корреспондирующих направлений и состояние улично-дорожной сети города на момент обследования;

вторая — перспективы развития городского движения и улично-дорожной сети с учетом промышленного и социального развития города и ростом уровня его автомобилизации.

В состав материалов обследований входят картограммы потоков пассажиров и грузов между основными корреспондирующими точками города. Объектами таких обследований являются население, городской транспорт и городское движение.

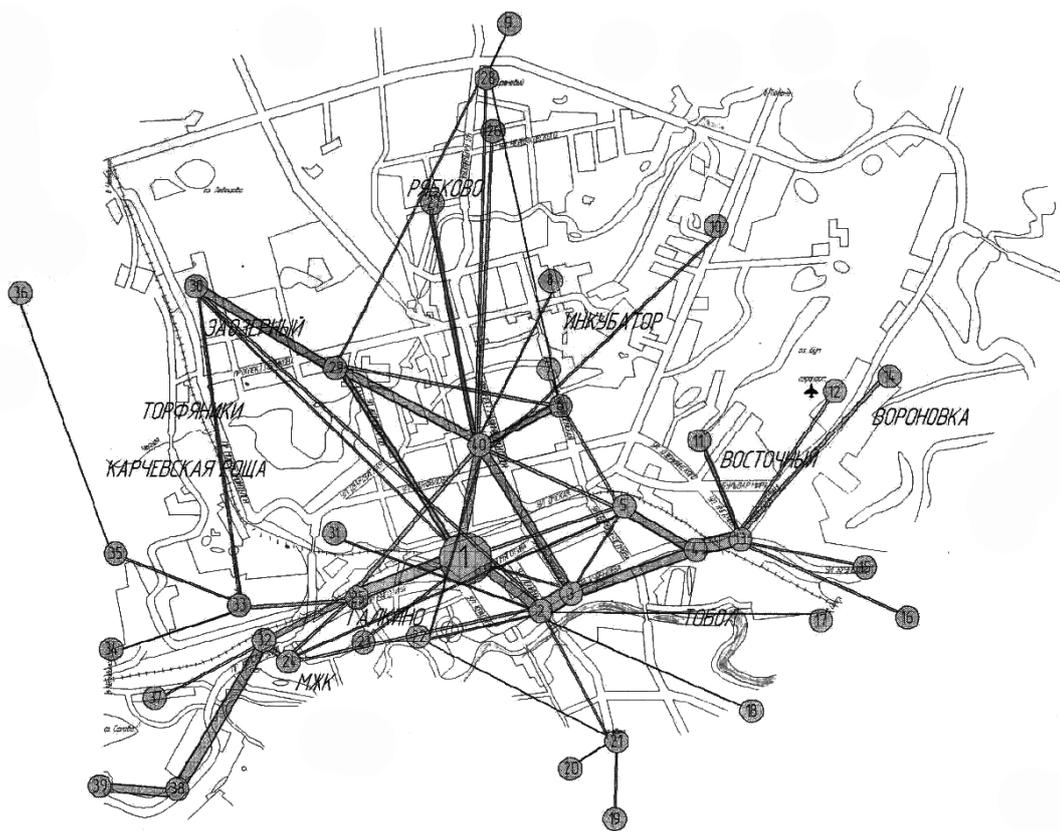


Рисунок 2.2 -Пример картограммы межрайонных корреспонденции пассажиропотоков. Цифры на линиях — передвижения в сутки (тыс.), цифры к кружкам- номер района и среднее для всего района число передвижений (тыс.)

При обследовании передвижения населения выясняют места приложения труда рабочих и служащих и места обучения учащихся относительно их мест жительства, суточные циклы их передвижения и посещение административных и культурно-бытовых объектов города. Эти обследования проводят, как правило, в период переписи населения. Результатом такого обследования является картограмма связей между корреспондирующими пунктами с указанием годового объема перевозок. При обследовании городского транспорта устанавливают пассажирооборот остановочных пунктов и пассажиропотоки по основным маршрутам пассажирского транспорта. Эти обследования охватывают легковые и грузовые автомобили. Результаты обследования представляются для наглядности в виде картограммы (рисунок 2.2).

Перспективную интенсивность движения на уличной сети города на ближайшую перспективу (до 10 лет) рассчитывают по материалам обследований, а на более отдаленную перспективу - по ожидаемым по расчетным объемам годовых перевозок грузов и пассажиров, используя данные разработанной проектной документации развития города.

Объемы перевозок по отдельным направлениям рассчитывают на ближайшую перспективу экстраполяционным методом, предполагая неизменным годовой прирост перевозок, а на дальнюю - по перспективным планам развития города. Модель перспективного развития города Кургана конца 50-х годов прошлого века даже отдаленно не напоминает сегодняшнюю его планировку,

однако с точки зрения условий работы городского транспорта была значительно эффективнее всех последующих разработок. Развитие селитебной территории планировалось южнее железнодорожных путей, а промышленная зона севернее, на начальной стадии генплана города не предполагалось дробить на отдельные части селитебную зону и вести застройку по разные стороны промышленной зоны и зоны внешнего транспорта.

Объем потребительских грузов принимают из расчетов на одного жителя на первую очередь 2,5 т. в год, в перспективе — 4,2 т.

Расчетная интенсивность движения по улице в одном направлении в час пик

$$I = Q_r K_{сез} K_{нап} h_{ч} / (2y\beta q 365), \quad (2.4)$$

где $K_{сез}$, K_c и $K_{нап}$ - коэффициенты неравномерности соответственно сезонной, суточной и по направлениям в час пик; $h_{ч}$ - доля суточной интенсивности движения, приходящаяся на час пик (0,08—0,1); y и β - коэффициенты использования грузоподъемности и пробега автомобилей соответственно; q - расчетная средняя грузоподъемность автомобиля (5 т).

Значения указанных коэффициентов определяют обследованиями городского движения. Для ориентировочных расчетов можно использовать осредненные значения: $K_{сез} = 1,05$; $K_c = 1,0-1,1$; $K_{нап} = 1,3$; $y = 0,95$; $\beta = 0,6$. С учетом этих значений расчетная интенсивность движения $I = 0,15Q_r/365$. Интенсивность движения пассажирского транспорта также определяют по картограмме корреспонденции пассажиров между отдельными точками города.

Интенсивность движения пассажирских транспортных средств

$$I_{нас} = P_q K_{нс} / \Omega \quad (2.5)$$

где P_q - количество пассажиров, перевозимых по маршруту в час; $K_{нс}$ - коэффициент учитывающий изменение наполняемости единицы подвижного состава в разные сезоны года (летом $K_{нс} = 1,0$; зимой $K_{нс} = 1,15$);

Ω - вместимость одной единицы подвижного состава.

Предельная интенсивность движения пассажирских транспортных средств ограничивается: для автобусов - маршрутным интервалом, который должен быть не меньше 2 мин и не более 7 мин.

В условиях рыночной экономики предложенные в этой главе расчеты очень важны так как необходима укрупненная оценка условий автомобильного движения на проезжей части существующих улиц.

Вопросы для самостоятельного контроля

1. По какому признаку классифицируются виды передвижения городского населения?
2. Как устанавливают подвижность городского населения?
3. Как изменяется интенсивность движения транспорта на городских улицах за сутки, за неделю, за год?
4. На основании каких показателей прогнозируется интенсивность движения на городских улицах?

3 ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ УЛИЦ ГОРОДА

3.1 Пропускная способность полосы движения

Важнейшим показателем транспортно-эксплуатационного качества сети городских улиц является ее пропускная способность.

Под пропускной способностью улицы понимают максимальное число автомобилей, которые могут пройти по ней в единицу времени при обеспечении заданной скорости и безопасности движения. На пересечении в одном уровне улица может иметь пропускную способность до 400 авт./ч на одну полосу, а на всем остальном протяжении на полосу - не менее 1000 авт./ч. В реальных условиях пропускную способность улицы определяет наименьшая пропускная способность одного из ее участков (пересечений, сужений проезжей части, мостов, путепроводов, кривых в плане, подъемов, спусков, участков резкого снижения скоростей движения, зон слияния и переплетения потоков).

Для улиц непрерывного движения и скоростных магистралей пропускная способность одной полосы является расчетной характеристикой для определения пропускной способности улицы.

Основными характеристиками транспортного потока являются скорость движения и плотность, измеряемая числом автомобилей на 1 км.

Плотность потока (D) связана со скоростью движения и дорожными условиями. Чем выше плотность потока при постоянной скорости движения, тем меньше расстояние между автомобилями.

Максимальная плотность потока (D_{max}) может быть достигнута только при условии работы улицы в режиме пропускной способности.

Наибольшее значение D_{max} достигается при заторах движения и может быть определено эмпирически:

$$D_{max}(\text{затор}) = 81 + 0,125n_{л}\% [1] \quad (3.1)$$

где D_{max} (затор) — наибольшее число автомобилей на 1 км, при котором образуются заторы (движение потока становится импульсным); $n_{л}$ - доля легковых автомобилей в потоке, %.

Плотность транспортного потока, скорость и интенсивность движения I связаны зависимостью $N = Dv$. При $D = D_{max}$ (1000) достигается предельная интенсивность движения, которая и является количественным выражением пропускной способности (N).

Характеристику плотности транспортного потока используют при расчетах загрузки улицы или какого-либо сооружения (тоннеля, эстакады, участка маневрирования). Пропускную способность полосы движения и всей проезжей части рассчитывают с учетом интервалов l_i между автомобилями. Эти интервалы могут быть выражены в единицах длины или времени. При известной скорости движения временной интервал между автомобилями $\Delta t_i = l_i/v$.

Через интервалы между автомобилями можно выразить и пропускную способность

$$N=3600/ \Delta t_{min} \quad (3.2)$$

где 3600 — число секунд в 1 ч; Δt_{min} — минимальный интервал между автомобилями, с

Здесь $\Delta t_{min} = S_{min} / v$,

где S_{min} — минимальное расстояние между автомобилями, м.

Таблица 3.1 -Характеристика различных условий движения автомобилей в потоке [1]

Интервал между автомобилями, с	Характеристика напряжения	Время реакции при 50% обеспеченности, с	Среднеквадратическое отклонение, с
7,0	Оптимальное	1,6	0,74
5,0	Оптимальное	1,55	0,65
3,0	Перенапряжение	1,34	0,46
2,0	Запредельное напряжение	0,94	0,24
1,5		0,85	0,17
1,0		0,80	0,14

С учетом данных возможностей водителей расчетная пропускная способность одной полосы движения в приведенных автомобилях при коэффициенте продольного сцепления более 0,6 в зависимости от продолжительности работы должна быть не более следующих значений [1].

Таблица 3.2 - Расчетная пропускная способность одной полосы движения в приведенных автомобилях

Вид	Длительная	Кратковременная
Скоростная дорога	1000	1600
Автомобильная дорога	1100	1800
Городская магистральная улица непрерывного движения	1200	2200

При расчете пропускной способности весь поток приводят к одному условному составу -легковому автомобилю с помощью коэффициентов которые для для различных транспортных средств имеют следующие значения (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Коэффициенты приведения к условному автомобилю

Вид автомобиля	Коэффициент
1	2
Легковые автомобили	1,0
Автобусы	2,5
Троллейбусы	3,0
Сочлененные Автобусы и троллейбусы	4,0
Грузовые автомобили массой, т:	
До 4т	2,0
4-8	2,5

1	2
Более 8	3,5
Автопоезда грузоподъемностью, т	
до 12	4,0
12—20	5,0
20—30	6,0
свыше 30	8,0
Мотоциклы и мопеды	0,5

Движение в режиме пропускной способности нежелательно. Водители быстро утомляются, допускают ошибки в оценке скоростей движения, расстояний до впереди идущих автомобилей. Режим потока становится нестабильным: появляются высокие ускорения, резкие торможения, остановки.

Иллюстрацией для сказанного выше являются режимы движения на некоторых участках магистральных улиц города Кургана, приведенные в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Зависимость условий движения от пропускной способности и интенсивности движения

Обследованный участок	Фактическая интенсивность по одной полосе движения авт/час	Рекомендуемая интенсивность полосы движения на участке авт/час	Количество ДТП в 2006
проспект Машиностроителей, остановка ул. Некрасова	657,0	220	122
проспект Машиностроителей, остановка СК «Зуралец»	418	605	22
ул. К.Мяготина-ул. 1 мая	394,0	220	68
ул. К.Мяготина-ул. Зорге	435,0	220	136
ул. Куйбышева-ул. Кравченко	288,0	220	14

Расчетным должен выбираться режим движения, обеспечивающий при длительной загрузке стабильность, плотность и скорость транспортного потока.

3.2 Пропускная способность многополосной проезжей части улицы [1]

Пропускная способность улиц и всей улично-дорожной сети и участков улиц города зависит от ширины проезжей части, от возможности выполнения автомобилями маневров перестроения, входа в поток, выхода из потока. Это весьма важная характеристика, игнорирование её значения приводит к тяжелым последствиям, например район пересечения улиц Куйбышева и Пролетарская. Интенсивность движения приближается к пропускной способности, заторы в дневное время повторяются каждые пять минут, перестроения выполняются с нарушением правил дорожного движения.

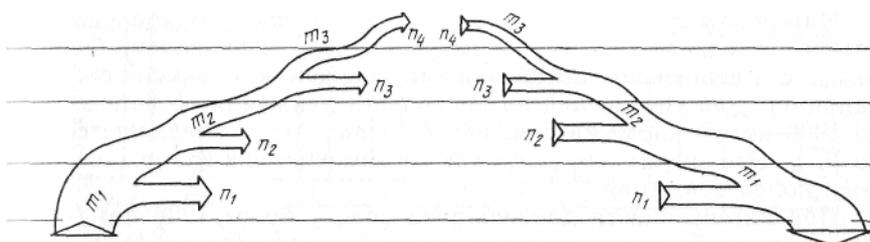
Смена полосы движения - это маневр, необходимый для обеспечения нормальной работы многополосной проезжей части городской улицы. Потребность в таком маневре испытывают, прежде всего, водители автомобилей, выходящих из потока для поворота на другую улицу или для остановки.

Распределение перестраивающихся автомобилей по ширине проезжей части зависит от протяженности перегона улицы и состава движения. Маневр смены полосы длится 4-6с, для перестроения с крайней левой полосы на крайнюю правую необходимо время маневра:

$$t_m = t_{ожж} + t_{сн} (n-1) \quad (3.3)$$

где $t_{ожж}$ - продолжительность ожидания возможности выполнения маневра; $t_{сн}$ - продолжительность маневра смены полосы движения; n — число полос движения.

С учетом времени t_m определяют участок дороги (L_m), на котором ожидаются маневры смены полосы: $L_m = v t_m$. На длине этого участка по данным обследований или по аналогам устанавливают возможное число перестроений на каждой из полос проезжей части (рисунок 3.3). В таблице 3.6 приведены ориентировочные данные для улиц с четырехполосной (в одном направлении) проезжей частью и длиной перегонов более 500 м.



n_i - доля потока, движущегося по данной полосе; m_i — число маневров

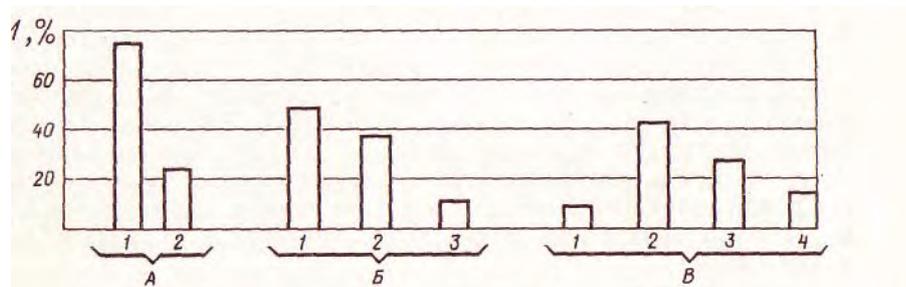
Рисунок 3.1. - Использование ширины проезжей части входящим и выходящим потоком

Таблица 3.5 - Ориентировочные данные числа маневров по смене полос движения для улиц с четырехполосной проезжей частью

Доля легковых автомобилей в поворачивающем потоке %	Число маневров смены полос движения (%) на полосе проезжей части			
	1	2	3	4
100	10-15	15-20	35-45	25-30
80	15-20	20-25	25-45	20-25
30	20-25	30-40	25-35	15-20

Таблица 3.6 - Снижение коэффициента пропускной способности улицы от числа полос движения

Номер полосы проезжей части	1	2	3	4
Пределы изменений Кп	1,0	0,85±0,05	0,7±0,1	0,6±0,1
Расчетное значение Кп	1,0	0,8	0,6	0,5



А—2; Б—3; В—4; 1—4 — номера полос движения от тротуара

Рисунок 3.2 - Распределение движения по ширине проезжей части улиц с числом полос движения

Таблица 3.7 - Суммарная пропускная способность проезжей части определяется с учетом коэффициентов:

Число полос движения	1	2	3	4	5
Увеличение пропускной способности по сравнению с одной полосой движения	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9

Эффективность использования проезжей части уменьшается с увеличением числа полос движения.

Пропускная способность улиц непрерывного движения с многополосной проезжей частью рассчитывается по эмпирической формуле:

$$N = N_0 \text{ПК}i, \quad (3.4)$$

где N_0 — расчетная пропускная способность одной полосы движения; $\text{ПК}i$ - произведение коэффициентов, учитывающих дорожные условия, состав транспортного потока и число полос движения.

В течение короткого времени интенсивность на одной полосе может достигать 1800—2000 авт./ч, однако расчетную пропускную способность этой полосы (N_0) принимают равной 1000 авт./ч для обеспечения условий длительной работы улицы в режиме пропускной способности с обеспечением необходимых маневров в транспортном потоке.

Все коэффициенты K_i меньше единицы, так как считается, что пропускная способность N_0 может быть достигнута только при идеальных условиях, т.е. при $\text{ПК}_i = 1$.

Расчет пропускной способности улиц при непрерывном движении рекомендуется вести по формуле:

$$N = N_0 K_n K_{zp} K_\varphi K_{in} K_{unn} \quad (3.5)$$

Таблица 3.8 - Значения коэффициентов в формуле (3.5) в соответствии с дорожными условиями

Число полос движения	2	3	4
K_n	1,8	2,4	2,9
Доля грузовых автомобилей, %	0	10	20
K_{zp}	1	0,95	0,90

Таблица 3.9 - Значения коэффициентов в формуле (3.5) в соответствии с дорожными условиями

Тип покрытия проезжей части K_{ϕ}	Асфальто-бетонное 1,0	Сборно-бетонное 0,88	0,82	Булыжник 0,42	Грунтовое 0,30
Продольные уклоны % K_i при длине подъема в м	До 20	30	40	50	60
200-300	1,00	1,00	0,95	0,90	0,80
300-500	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75
более 500	0,98	0,93	0,88	0,82	0,70
Ширина полосы, м $K_{шип}$	2,5-2,75 0,90		3,0 0,98		3,5 и более 1

Если на улице имеются пересечения в одном уровне, пропускную способность N_0 определяют с учетом пропускной способности этих пересечений. При проектировании улиц необходимо, чтобы пропускная способность N была больше интенсивности движения, определяемой по формуле (3.5).

Предложенный в данном разделе теоретический метод расчета пропускной способности улицы с многополосным движением для действующих условий может быть применен с большими ограничениями.

При определении фактических условий движения автотранспорта на действующей улице необходимо начинать с определения основных помех, снижающих её пропускную способность. Такими причинами могут быть: отсутствие или недостаточная длина заездных карманов на автобусных остановках, стоянки автомобилей на проезжей части, слишком большое число автобусных маршрутов на основных магистральных улицах. Все эти и другие помехи уменьшают фактическую ширину проезжей части улиц, а иногда становятся причиной заторов и оказываются основной определяющей её пропускную способность характеристикой. Примерами могут служить проспект Машиностроителей, остановка ул. Некрасова, где в час пик две полосы проезжей части улицы перекрываются шесть раз в течении одного часа, а одна полоса из двух перекрыта постоянно; ул. Куйбышева в районе рынка, где стоянкой автомобилей постоянно занята одна из двух полос движения. И лишь удалив подобные помехи, можно определять расчетную пропускную способность по предложенной методике.

3.3 Рациональные уровни загрузки улиц движением [1]

Степень использования пропускной способности улицы характеризуется отношением интенсивности потока (I) к пропускной способности улицы (N):

$$Z = I/N.$$

Это отношение называется уровнем загрузки улицы (дороги) движением. Степень изменения показателя Z - от 0 до 1. Чем она ближе к 1, тем выше плотность транспортного потока, ниже скорость, сложнее условия движения. Работа

улицы в режиме пропускной способности невыгодна, часто возникают заторы, большое число резких ускорений и торможений потока, автомобили движутся на пониженных передачах и расходуют много топлива. На таких улицах высока аварийность, сильно загрязнен воздух.

По удобству и комфортабельности движения загрузку улицы движением делят на следующие пять уровней, называемых уровнями обслуживания:

А — существует при уровне загрузки менее 0,3. Автомобили в потоке не оказывают влияния друг на друга, обгоны и смены полос движения не ограничены. Интенсивность движения, соответствующая этому состоянию, на магистрали с тремя полосами в одном направлении составляет 1500—1700 авт./ч. Наибольшая плотность движения на средних полосах, наименьшая — на крайних левых. Плотность движения от 10 до 20 авт./км.

Б — уровень загрузки движения 0,3 - 0,45. Это наиболее устойчивое по характеристикам движения состояние потока. В нем есть свободно движущиеся и связанные группы автомобилей. Разброс скоростей и плотности движения по полосам проезжей части уменьшаются. Смена полос движения почти не ограничена. Наибольшая интенсивность движения на улице с трехполосной проезжей частью в одном направлении составляет 3800 авт./ч.

В — уровень загрузки движения 0,45 - 0,8. Не всегда устойчивое движение потока. Свободно движущиеся автомобили отсутствуют, в основном связанные группы автомобилей. Разброс скоростей и плотности движения по полосам практически отсутствует. Смена полос движения очень ограничена. Средняя скорость движения 20—40 км/ч.

Г — предельное насыщение потока, уровень загрузки более 0,8. Движение потока неустойчивое, образуются заторы, смены полос затруднены. Средняя скорость движения 10—12 км/ч, плотность на полосах движения может достигать 120 авт./км. Транспортные расходы по сравнению с уровнем **Б** возрастают в 3—4 раза. Эксплуатация улиц при таком уровне загрузки нецелесообразна.

Д — образовался затор движения. Уровень загрузки $Z=1—0$. При заторе $Z=0$, при движении $Z=1$.

Уличную сеть города проектируют на перспективную интенсивность движения. Отдаленность этой перспективы при составлении генплана города принимают не менее 20 лет.

Для дорог, в соответствии с [17], уровень загрузки не должен превышать следующие значения (таблица 3.10)

Таблица 3.10 - Максимальные значения уровня загрузки на городских дорогах

Характеристика участков дороги	Значение Z , не более
Подъезды к аэропортам, железнодорожным станциям, морским и речным причалам и пристаням (дороги категорий IА, IБ и II)	0,5
Внегородские автомобильные магистрали (дороги категории IА)	0,6
Входы в города, обходы и кольцевые дороги вокруг больших городов (дороги категорий IБ, II к III)	0,65
Автомобильные дороги II и III категорий	0,7

Вопросы для самостоятельного контроля

1. По каким элементам определяется пропускная способность улицы?
2. Какая связь существует между основными характеристиками транспортного потока?
3. Для каких целей используются коэффициенты приведения физического транспортного потока к условному автомобилю?
4. Как определить рациональный уровень загрузки улицы движением? Почему не рекомендуется работа улицы в режиме пропускной способности?
5. Какими мероприятиями можно повысить пропускную способность улицы?

4 ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ

4.1 Элементы поперечного профиля

Городскую дорожную сеть условно можно разделить на две основные группы, это улицы и дороги общегородского и местного значения. Геометрические параметры этих улиц существенно отличаются друг от друга.

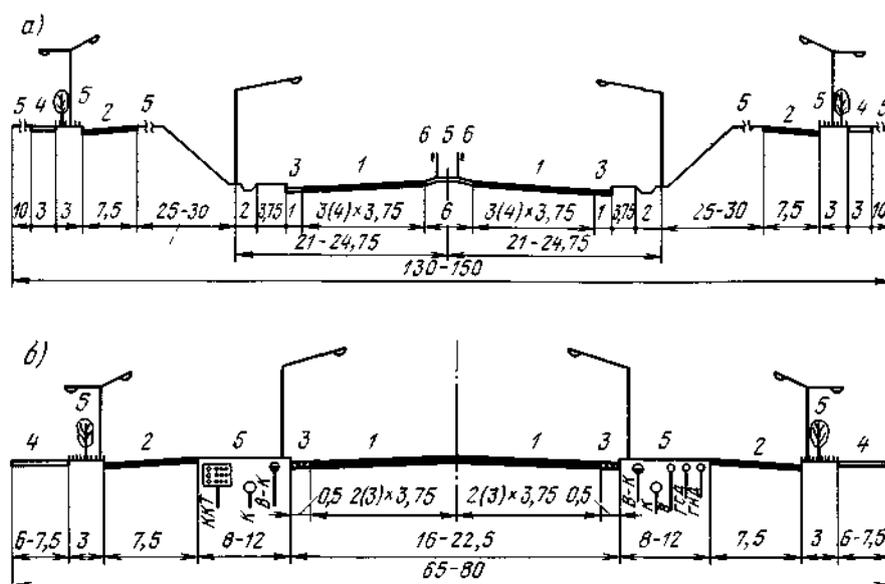
Магистральная улица обеспечивает движение пешеходов, транзитных и местных автомобилей, общественного пассажирского транспорта. За красными линиями улицы расположена территория отводимая под застройку.

Ширина улиц в красных линиях определяется их функциональным назначением и уточняется расчетом в зависимости от интенсивности движения пешеходов и городских транспортных средств.

Рекомендуемая ширина улиц в красных линиях, м	
Городские магистральные дороги скоростного движения	75
Магистральные улицы общегородского значения непрерывного движения	80
то же регулируемого движения	60
районного значения	40
Улицы и дороги местного значения улицы в жилой (многоэтажной) застройке	25
то же одноэтажная застройка	15
промышленные дороги и улицы	15—25
парковые дороги	15

В расчетную ширину магистральных улиц и дорог в красных линиях могут включаться полосы для прокладки транзитных инженерных коммуникаций, а также для линий внеуличного подземного транспорта мелкого заложения (метро) в городах с населением более 1 млн чел.

Ориентировочное поперечное сечение магистральной улицы приведено на рисунке 4.1.

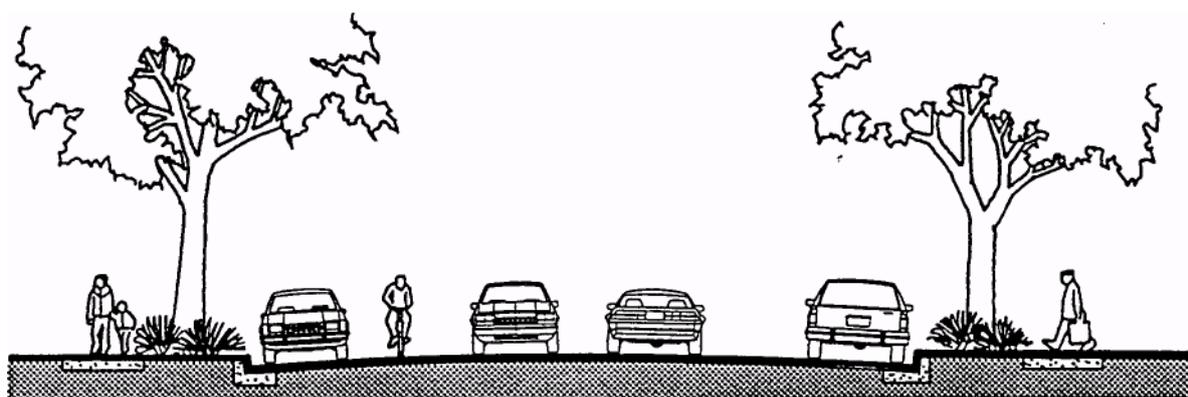


а — непрерывного движения, б — регулируемого движения.

1—основная проезжая часть, 2—боковые (местные) проезды, 3—краевые полосы, 4 — тротуары, 5 — полосы озеленения, разделительные полосы, 6 — пешеходные ограждения, 7 — телефонные кабели В — водопровод, В—К — водопровод и канализация, К — канализация, КС — кабели связи, КО — кабели освещения, ГНД — газопровод низкого давления, ГСП. — газопровод среднего давления, ККТ —коллектор электрических и телефонных кабелей

Рисунок 4 1 - Поперечный профиль общегородской магистральной улицы (размеры всех элементов даны в метрах)

Ниже приведено типовое поперечное сечение районной магистральной улицы из нормативов города Юджин (США), этот вариант обеспечивает лучшую безопасность и более комфортные условия для движения автомобильного транспорта.



газон	тротуар	Полоса парковки	Вело-дорожка	Полосы движения машин	Полосы парковки	газон	тротуар
-------	---------	-----------------	--------------	-----------------------	-----------------	-------	---------

Рисунок 4.2 -Типовое поперечное сечение районной магистральной улицы, из нормативов города Юджин (США)

При размещении полных транспортных развязок требуется ширина улицы до 80 м. При необходимости в плане улиц, в красных линиях, предусматривают уширение на длине развязки. Планировочные элементы общегородских магистральных улиц представлены на рисунке 4.1.

Основная проезжая часть улицы общегородского значения предназначена для транспортного потока, транзитного по отношению к данной улице. В центре улицы размещена разделительная полоса. Правая кромка проезжей части отделена от бортового камня краевой полосой (0,75 м или 0,5 м в зависимости от категории улицы), имеющей покрытие по типу основной проезжей части.

Для организации движения пассажирского транспорта и местного движения на общегородских магистральных улицах необходимо устраивать дополнительные проезды.

4.2 Ширина полосы движения

Для обеспечения удобного и безопасного движения ширина полосы проезжей части должна обеспечивать свободный разъезд со встречными автомобилями или движение попутных автомобилей.

На улицах и дорогах с двумя полосами движения водитель должен так располагать свой автомобиль на проезжей части, чтобы был обеспечен достаточный зазор до кромки проезжей части, исключающий съезд автомобиля на обочину или удар о бортовой камень и выдержан зазор до границы полосы движения. Это позволит обеспечить зазор безопасности до встречного автомобиля, а при многополосном движении — зазор D (рисунок 4.3).

Эти зазоры обеспечивают психологическую уверенность водителя в безопасности движения, также они позволяют компенсировать боковые перемещения автомобиля, вызванные различными помехами для движения автомобиля. С увеличением скорости движения зазоры необходимо увеличивать.

Зазоры x и y для двухполосной проезжей части рассчитывают по эмпирическим формулам. Наибольшее распространение получила формула, представляющая линейную зависимость зазоров от скорости движения:

$$x = 0,3 - 0,05v; y = 0,5 + 0,05v. \quad (4.1)$$

Если по кромке проезжей части установлен бортовой камень, зазор y увеличивают. При высоте камня до 0,20 м зазор y в среднем увеличивают на 1,5—2,5 высоты камня, т. е. на 0,3—0,5 м. При высоте бортового камня 0,25 м и более зазор y рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$y = 0,35 + 0,2\sqrt{v} \quad (4.2)$$

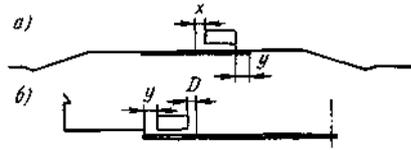
Если правая полоса примыкает к тротуару, то близость пешеходов заставляет водителей увеличивать зазор y тем больше, чем выше интенсивность пешеходного движения. Влияние пешеходов на зазор y можно устранить дорожными ограждениями. Для городских улиц к зазору от колеса автомобиля до бортового камня, отделяющего тротуар от проезжей части, добавляют не менее 0,5 м. При установке пешеходных ограждений увеличение зазора y , рассчитанного для крайней правой полосы движения по формуле (4.1), не требуется.

Ширина полосы движения с учетом x и y

$$P = A + x + y, \quad (4.3)$$

где A — ширина кузова автомобиля, м.

Расчетная ширина кузова принимается: для легкового автомобиля 1,8 м, для грузового автомобиля и автобуса по 2,5 м; для троллейбуса 2,7 м.



а — дорога; б — улица

Рисунок 4.3 - Схема для расчета ширины полосы движения на двухполосной проезжей части

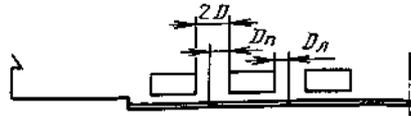
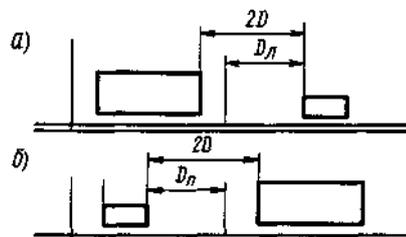


Рисунок 4.4 - Схема для расчета ширины внутренней полосы движения на многополосной проезжей части

Ширину полосы движения многополосной проезжей части следует рассчитывать по иной схеме. Водитель, находясь на многополосной проезжей части на внутренних полосах, вынужден соблюдать рядность движения, не выходить за пределы полосы движения и выдерживать безопасные зазоры до попутных автомобилей, движущихся справа и слева (рисунок 4.4). Более сложно водителю контролировать зазор справа (D_n), чем слева ($D_л$). Поэтому при движении в транспортном потоке водители при опережении транспортных средств, движущихся по соседним полосам, выдерживают правые зазоры значительно большими, чем левые (рисунок 4.4). Скорость транспортных потоков на городских магистралях изменяется в относительно узких пределах: 40—80 км/ч. Как показывают наблюдения, в этом интервале связь скорости движения с зазорами D_n и $D_л$ не обнаруживается. С учетом этого ширину полосы движения целесообразно назначать исходя из условий безопасности и обеспечения комфортабельности движения и психологической уверенности водителя.

Зазор безопасности между автомобилями (сумма зазора D_n одного автомобиля и $D_л$ другого) зависит от типа автомобиля. Наиболее чувствительным к изменению состава потока является легковой автомобиль (Рисунок 4.5).

Наибольшее влияние на расположение автомобилей на соседних полосах



а — опережение справа ($D_л$); б — опережение слева (D_n);

Рисунок 4.5 - Распределение зазоров безопасности при опережении легковым автомобилем грузового.

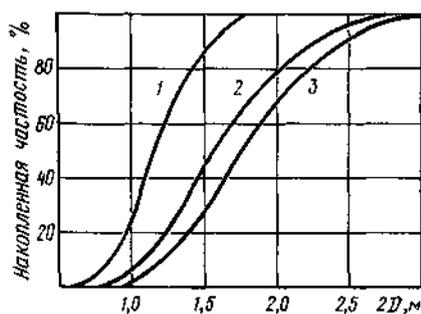


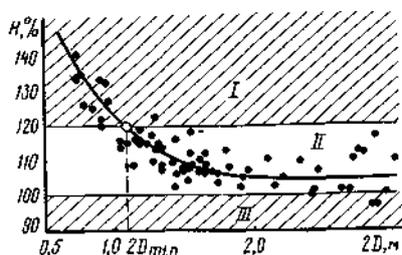
Рисунок 4.6 - Влияние состава потока на зазор безопасности $2D$ между легковыми автомобилями и: 1 — легковыми; 2 — грузовыми, 3 — грузовыми особо большой грузоподъемности

оказывают грузовые автомобили особо большой грузоподъемности. Это особенно важно учитывать на городских магистралях со смешанным движением. При проектировании улиц необходимо принимать и определенную схему организации движения, допускающую движение грузовых автомобилей либо по специальным внеуличным дорогам, либо по специальным полосам магистральных улиц. В последнем случае необходимо выбрать для каждой полосы проезжей части расчетный автомобиль.

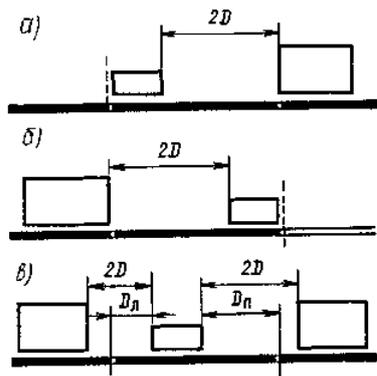
Статистика дорожно-транспортных происшествий показывает, что относительная аварийность на улицах с многополосной проезжей частью зависит от ширины полосы движения, числа полос и состава движения. Узкая проезжая часть увеличивает опасность столкновений автомобилей, излишне широкая приводит к дезорганизации, нарушению рядности движения и столкновению автомобилей во время маневров смен полос движения. Для транспортного потока, состоящего из легковых автомобилей, наименьшая аварийность наблюдается при ширине полос движения $3,2 \pm 0,2$ м, для потока грузовых автомобилей $3,7 \pm 0,3$ м. Наибольшая аварийность наблюдается на проспекте Машиностроителей при ширине полосы движения 3,0 м.

Изучение напряженности работы водителей на городских магистралях показало, что водитель начинает ощущать дискомфорт при движении по полосе проезжей части с шириною менее 3,5 м, когда становится трудным выдержать необходимый зазор $2D$ (рисунок 4.7). Зазор $2D$ считается достаточным, если вызываемая им напряженность водителя не выходит за оптимальные пределы (D_n незаштрихованная область II на рисунке 4.7). Зазор $2D$, при котором кривая напряженности водителя пересекается с верхней границей оптимальной напряженности, является минимально допустимым и принимается в качестве расчетного.

Ширина полосы движения должна быть достаточной как минимум при



Н: I — перегрузка, II — оптимум, III — недогрузка
Рисунок 4.7. - Влияние зазора безопасности $2D$ на уровень напряженности водителя



а — помеха справа; б — помеха слева, в —помехи с обеих сторон

Рисунок 4.8 - Схема расчета ширины внутренних полос многополосных проезжих частей

смещении автомобиля к левой границе полосы для создания зазора $2D$, при котором обеспечивается безопасность и комфортабельность движения. Это положение и определяет расчетную схему выбора ширины внутренней полосы движения многополосной проезжей части (рисунок 4.8). С учетом того, что

$$2D = D_n + D_l$$

$$П = A + 2D$$

где $2D$ — расчетный зазор между автомобилями

Расчетное значение зазоров между автомобилями $2D$ для внутренних полос движения на многополосной проезжей части принимают в зависимости от расчетной пары автомобилей следующими, м:

Легковой — легковой	0,9
Легковой — грузовой	1,05
Легковой — грузовой особо большой грузоподъемности	1,15
Грузовой — грузовой	1,1

Для скоростей движения 60 ± 10 км/ч на внутренних полосах многополосных городских магистралей достаточная ширина для движения легковых автомобилей 3,0 м, для грузовых автомобилей 3,5 м.

При скоростях движения менее 50 км/ч в стесненных условиях центральных и заповедных районов крупных городов для легковых автомобилей можно допустить ширину полосы 2,8 м. В западноевропейских городах в таких условиях допускается уменьшение ширины полосы до 2,75 м.

Ширину правой крайней полосы многополосной проезжей части принимают в зависимости от схемы организации движения. Возможны три случая: -остановки и стоянки автолюбителей на правой крайней полосе отсутствуют; -остановки и стоянки автомобилей разрешены; -имеются остановки общественного пассажирского транспорта.

Для первой схемы ширину полосы движения определяют с учетом обеспечения достаточных y_{np} и D_l . Зазор y_{np} определяют по формуле (4.5)

$$d = 0.6 + 0.26v \quad (4.4)$$

$$П_1 = П_{cm} + 0,5 + d + A + D_l \quad (4.5)$$

с учетом высоты бортового камня, а D_l принимают равным половине $2D$ при расчетных грузовых автомобилях. Полная ширина такой полосы $П_1 = A + D_l + y_{np}$. При расчетной ширине грузового автомобиля или автобуса

2,5 м ширина правой крайней полосы движения должна быть не менее 4,2 м. Эта ширина может быть уменьшена на 0,5 м при устройстве пешеходного ограждения по всей длине, где имеется пешеходное движение.

Вторая расчетная схема предполагает совместную работу полосы для движения и стояночной полосы. Ширину стояночных полос при продольной расстановке транспортных средств принимают для легковых автомобилей 3,0 м, грузовых 3,0—3,2 м, автобусов 3,5 м. Расчетное положение транспортного средства на стояночной полосе — не менее 0,5 м от границы полосы.

Зазор безопасности при проезде мимо стоящего автомобиля (d) в 1,5—2,0 раза больше, чем зазор $2D$ между попутно движущимися автомобилями. По данным исследований, проведенных НИИПИ Генплана г. Москвы

$$d=0.6+0.26v \quad (4.6)$$

Необходимая суммарная ширина полосы движения

$$П_1=П_{см}+0,5+ d+A+ D_l \quad (4.7)$$

где $П_{см}$ — ширина полосы для стоянки.

Для городских магистральных улиц с расчетной скоростью организации движения 60 ± 10 км/ч суммарная ширина этих полос в зависимости от ширины расчетного автомобиля должна быть 6,5—7,0 м

Третья расчетная схема требует увеличения ширины стояночной полосы, поскольку на ней могут находиться не только автобусы, но и пешеходы. Кроме этого, для предотвращения наездов на пешеходов следует предусматривать снижение скорости движения по крайней правой полосе. Суммарную ширину этих двух полос можно определить по формуле (4.7).

Третья расчетная схема для городских многополосных улиц очень неэкономична. Общественный пассажирский транспорт лучше вывести на боковые проезды, высвободив крайнюю правую полосу для непрерывного движения. При отсутствии боковых проездов повысить безопасность движения и эффективность использования всей проезжей части можно за счет устройства специальных уширений для остановок общественного пассажирского транспорта.

Ширина крайней левой полосы, примыкающей к разделительной полосе магистральной улицы или к левому тротуару на улицах с односторонним движением, должна обеспечивать безопасное расстояние между колесом и бортовым камнем и зазор $2D/2$ до границы полосы с учетом типа автомобиля, движущегося по соседней полосе.

В городских условиях при скоростях движения, характерных для крайних левых полос многополосной проезжей части, зазор y_l мало зависит от скорости движения автомобилей. Более существенное влияние оказывают высота бортового камня, а при расположении слева тротуара или бульвара — пешеходы. Зазор улев в зависимости от планировки следующий, м:

Разделительная полоса окаймлена скошенным и утопленным бортом	1,3
То же, с высотой борта, м:	
до 0,2	1,5
более 0,2	1,7
Примыкание левой полосы к тротуару или бульвару	2,0
То же, при наличии пешеходных ограждений	1,5

Зазор до правой границы полосы $2D/2$ зависит от типа автомобилей, движущихся по соседней полосе. Если расчетное движение по этой полосе легковое, $2D = 0,9$ м, если грузовое, $2D = 1,15$ м.

Исследования показывают, что на улицах с многополосной проезжей частью крайняя левая полоса шириною 3,5 м, расположенная у тротуара с пешеходным ограждением, обеспечивает работу водителей с напряженностью не выше оптимальной. При расположении этой полосы проезжей части у разделительной полосы ширина полосы движения 3,5 м обеспечивает удобство и безопасность при скорости движения до 80 км/ч.

Вопросы для самостоятельного контроля

1. Что означает понятие «красная линия» улицы, каково её функциональное назначение?
2. В какой части магистральной улицы прокладываются инженерные коммуникации?
3. Как определить число полос движения, если известны интенсивность и состав движения?

5 ПЕШЕХОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ В ГОРОДАХ

5.1 Определение интенсивности пешеходного движения

Наиболее точный прогноз интенсивности пешеходного движения может быть составлен на основании обследования уличной сети города. Во время обследования за пешеходными потоками проводятся наблюдения в период наибольшей, средней и наименьшей интенсивности движения. Продолжительность каждого наблюдения не менее 15 мин. Расчетная интенсивность движения

$$I_{n(расч)} = 1/k \sum_{i=1}^{i=k} 60 I_{nc} / t_{ni} K_q K_c K_z \quad (5.1)$$

где I_{nc} — интенсивность пешеходного движения за время наблюдения, k — количество наблюдений, t_{ni} — продолжительность наблюдения

Коэффициенты неравномерности пешеходного движения принимаются следующие: $K_q = 1,2 - 1,5$; $K_c = 0,1 - 1,8$; $K_z = 1,1 - 1,2$.

При аналитическом расчете интенсивности пешеходного движения исходят из закономерностей формирования пешеходных потоков в городах. Большая часть пешеходных потоков следуют по кратчайшему направлению; источниками формирования и тяготения пешеходного движения являются здания и сооружения, расположенные по улице.

Дисциплина пешеходного движения во многом зависит от того, насколько совпадают коммуникационные пути и кратчайшее расстояние. В качестве цели пути могут рассматриваться промежуточные точки маршрута, например пересечения улиц. Чем угол между направлением движения и воздушной линией меньше, тем меньше пешеходов использует для движения жилую террито-

рию и движется по пешеходным тротуарам и дорожкам. Допустимый угол, при превышении которого возникает конфликтная ситуация, называется критическим. В расчетах критический угол принимают равным 30°.

Число пешеходов на «вход» и «выход» для каждого здания и сооружения определяют с учетом его функционального назначения и группы генерирующей способности пешеходных потоков.

Расчет интенсивности пешеходного движения включает несколько этапов. Первый — определение точек генерации и тяготения пешеходных потоков, второй — расчет генерирующей и поглощающей способности этих точек, третий — определение положения коммуникационных путей и построение картограммы движения.

Точками генерации людских потоков являются проходные промышленных предприятий, входы в административные и учебные здания, культурные и спортивные сооружения, объекты общественного транспорта. Полученная о находящихся на улицах объектах информация позволяет составить таблицу генерации пешеходов по длине улице (таблица 5.1). На основании этих данных составляют схему загрузки пешеходными потоками улицы.

Таблица 5.1 - Примеры характеристик объектов, влияющих на формирование пешеходных потоков.

Наименование объекта	Характеристика объекта	Режим работы
Учебное заведение	Расчетное число студентов и преподавателей	8—22 ч
Административное здание	На (1000) рабочих мест	10—19 ч
Магазин	На (10) рабочих мест	8 — 20 ч
Универмаг	На 20 рабочих мест	10—20 ч
Жилой дом	400 чел	-
Вливающаяся улица	150 чел /ч	6 — 1ч ночи

По результатам составленной таблицы составляется картограмма движения пешеходных потоков, которая дает наглядное представление загрузки улицы пешеходами.

5.2 Параметры городских пешеходных потоков

Движение пешеходов по городским улицам и дорогам определяется большим числом факторов и носит вероятностный характер. Различают четыре типа движения пешеходов:

- I. Неорганизованное, свободное, длительное, в нормальных условиях;
- II. Поточное, стесненное, кратковременное, в нормальных условиях;
- III. То же, в аварийных ситуациях;
- IV. То же, что и тип II, не длительное.

Для каждой градостроительной ситуации существует характерный тип движения (таблица 5.2).

Плотность пешеходного потока, характеризующая удобство передвижения:

$$D = I_{\Sigma}/F, \quad (5.2)$$

где I_{Σ} — число пешеходов, одновременно находящихся на коммуникационных путях, чел.; F — площадь этих путей, м.

При известной интенсивности и скорости пешеходного потока плотность определяется по формуле

$$D = 3.6I_n b_T / v_n \quad (5.3)$$

где b_T — ширина тротуара, м; v_n — скорость пешеходного потока, км/ч.

Таблица 5.2 - Характеристика пешеходных потоков на различных участках городской территории

Градостроительные условия движения	Тип движения пешеходов				Расчетный тип движения
	I	II	III	IV	
Торговые улицы и комплексы	+				I
Промышленные предприятия		+	+		III
Административные учреждения	+	+			II
Сооружения общественного транспорта	+	+		+	IV
Градостроительные условия движения	Тип движения пешеходов				Расчетный тип движения
Спортивные сооружения		+	+		
Градостроительные условия движения	Тип движения пешеходов				Расчетный тип движения
Культурно-просветительные учреждения		+	+		
Жилая зона	+				I
Наземный пешеходный переход		+			II
Внеуличный пешеходный переход			+		IV

Уровень комфорта передвижения характеризуется показателем, обратным плотности пешеходного потока, и выражается площадью коммуникационных путей, приходящейся на 1 чел.

Площадь, занимаемая одним человеком, зависит от его возраста и пола, наличия ноши, времени года (одежды). Расчетная площадь, занимаемая взрослым человеком в летней одежде, - 0,1 м², в зимней - 0,13, с ребенком на руках 0,29, с ношей 0,25—0,4 м². Эти площади принимаются в расчетах как предельные. Для создания комфортных условий площадь, приходящаяся на одного человека, должна быть в 2,5—3,0 раза больше предельной. Максимальная плотность пешеходного потока, при которой еще возможно движение людей с постоянной скоростью, не более 2 чел./м². При большей плотности скорость пешеходного потока уменьшается и становится непостоянной.

Скорость пешеходного потока зависит от его состава и возраста пешеходов. Расчетные скорости движения принимают: для женщин с малолетними детьми 0,7 м/с, для детей 1,0 м/с; для мужчин 1,5—1,7 м/с; для молодежи 1,8 м/с. Скорость движения мужчин на 6—7 % выше, чем женщин. Скорость смешанного потока в зависимости от плотности движения 0,5—1,1 м/с.

При расчете скорости пешеходов условия движения учитывают с помощью коэффициентов, отражающих влияние продольного уклона (K_i), температуру воздуха (K_t), плотности пешеходного потока (K_{Dn}) на его скорость.

Таблица 5.3 - Влияние продольный уклона пешеходного пути на скорость пешеходов

$i, ‰$	До 40	60	90	100	120	140	160	180
V_n м/с	1,45	1,4	1,3	1,15	1,03	0,91	0,86	0,80
K_i	1,00	0,97	0,90	0,80	,072	0,62	0,60	0,57

С уменьшением температуры воздуха скорость пешеходного потока возрастает.

Пешеходам при движении мешают сооружения (мачты освещения, ограждения) и близость зданий, поэтому рабочая ширина тротуара меньше общей ширины тротуара. В среднем зазор между полосой движения и боковыми препятствиями или зданиями составляет 0,5 м.

5.3 Внеуличные пешеходные переходы

Область применения. При решении транспортной проблемы в крупных городах принимают меры и по упорядочению пешеходного движения, возникает необходимость в создании в городах специальных пешеходных путей, изолированных от транспорта, удобных и доступных населению.

Внеуличные пешеходные переходы, к которым относятся пешеходные тоннели и мостики, устраивают на магистральных улицах и улицах непрерывного движения при интенсивности пешеходного потока через проезжую часть более 3000 чел./ч, а также на пересечениях улиц с высокой транспортной загрузкой (уровень загрузки $Z > 0,6$) и на транспортных развязках. Переходы должны располагаться вблизи точек генерации пешеходных потоков. Расстояние между внеуличными переходами должно быть 400—600 м.

Стоимость внеуличного пешеходного перехода в 10—20 раз выше стоимости нерегулируемого наземного перехода и в 5—10 раз выше стоимости регулируемого наземного перехода, создание его может оказаться и экономически эффективным, если фактическая пропускная способность является основной причиной дорожно-транспортных происшествий, связанных с пешеходами.

При выборе типа внеуличного перехода необходимо принимать во внимание целый ряд факторов, касающихся строительства и эксплуатации перехода, условий движения транспорта и пешеходов, экономических показателей и т.п. Основное преимущество пешеходных тоннелей перед мостами заключается в меньшей высоте подъема и опускания пешеходов. Разность отметок между уровнем земли и полом подземного перехода составляет в среднем 3,5—4 м, в то время как у пешеходных мостов эта разница 4,5—6 м, а у мостов, пересекающих железнодорожные линии, увеличивается до 6,5—7 м.

При сравнении вариантов внеуличного пешеходного перехода определяют срок окупаемости сооружения по формуле:

$$T_{ок}=(S+\mathcal{E})/pnk*365 \quad (5.4)$$

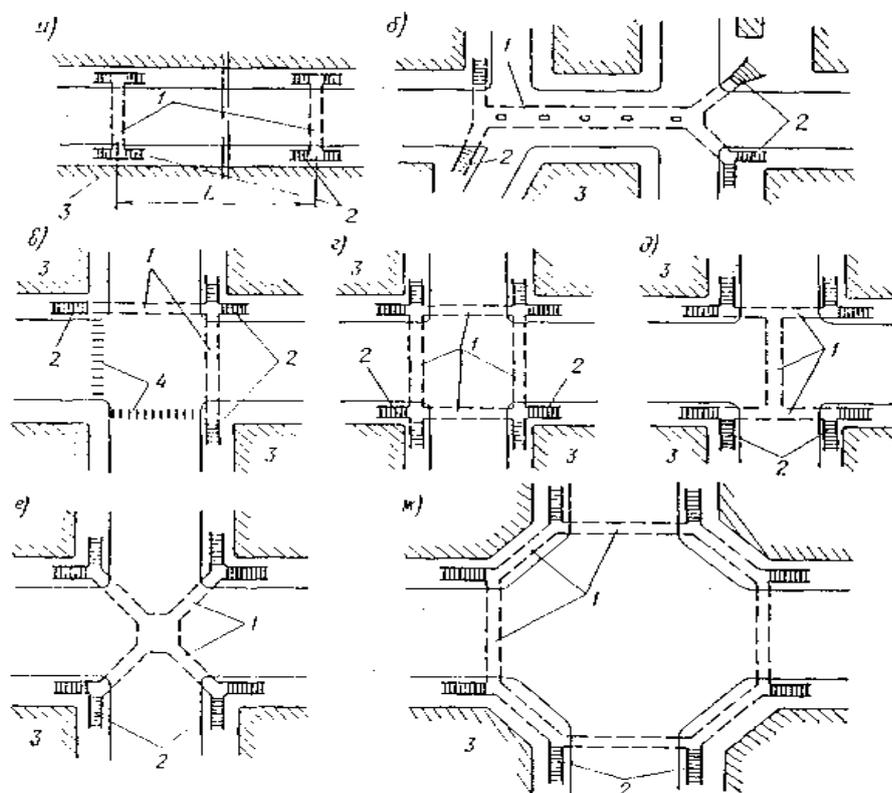
где S — стоимость сооружения перехода, тыс. руб.;
 \mathcal{E} — ежегодные эксплуатационные расходы, тыс. руб.;
 p — размеры задержек транспорта в течение 1 ч, маш/ч;
 n — среднесуточное число часов работы транспорта, ч;
 k — себестоимость маш./ч., руб.

Пешеходные тоннели следует проектировать с минимальным заглублением и высотой в свету 2,3—2,5 м. В двухпролетном тоннеле высота до низа ригеля, расположенного вдоль тоннеля, должна быть не менее 2,0 м. Продольный угол пешеходного тоннеля должен быть не более 40%. Поперечный уклон в тоннеле должен быть не менее 10‰.

Ширину пешеходного тоннеля принимают по расчету исходя из пропускной способности одной полосы тоннеля 2000 чел./ч, лестницы — 1500 чел./ч. Ширина одной полосы в тоннеле и на лестнице 1 м. Эти параметры являются расчетными и для пешеходных мостиков. Минимальную ширину пешеходных тоннелей принимают не менее 3 м, а лестниц — 2,25 м.

Входы в пешеходные тоннели или на мостики следует располагать на тротуарах или полосах озеленения на расстоянии от бортового камня не менее 0,4 м. Входы в тоннели лучше располагать на тротуаре со стороны проезжей части. Свободная часть тротуара должна быть не менее 4 м.

Схемы расположения пешеходных тоннелей приведены на рисунке 5.1.



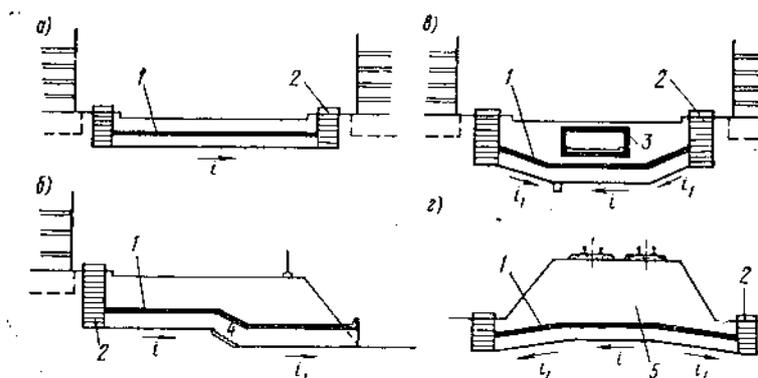
1-тоннель; 2 — сходы; 3 — застройка; 4 — наземный переход

Рисунок 5.1. - Схемы расположения пешеходных тоннелей «линейного» типа вдоль магистрали (а, б) и на прямом перекрестке (в — ж)

Глубину заложения пешеходных тоннелей следует назначать минимальной с учетом глубины промерзания и расположения подземных коммуникаций.

Это обусловлено стремлением по возможности уменьшить высоту подъема и спуска в тоннель пешеходов.

Схемы поперечных профилей пешеходных тоннелей приведены на рисунке 5.2.



a — односкатный; *б* — «ломаный»; *в* — двускатный вогнутый; *г* — двускатный выпуклый;
 1 — пешеходный тоннель; 2 — сходы; 3 — транспортный тоннель; 4 — лестница;
 5 — железнодорожная насыпь.

Рисунок 5.2. - Виды продольного профиля пешеходных тоннелей

Вопросы для самостоятельного контроля.

1. От чего зависит средняя скорость пешеходного потока, какие факторы на неё влияют?
2. По каким данным рассчитывается ширина пешеходного тротуара?
3. Внеуличные пешеходные переходы, их назначение ?

6 АВТОМОБИЛЬНЫЕ СТОЯНКИ В ГОРОДАХ

6.1 Классификация автомобильных стоянок

Очень сложная проблема размещения необходимого количества мест стоянки автомобилей в городах со сложившейся застройкой. Курган относится к таким городам. Проблему эту можно решить только за счет всей территории города, организации уличных и внеуличных автостоянок. Недостаток мест для стоянки автомобилей в районе Центрального рынка (расчетное число мест стоянок - 1500, имеется 200) приводит к тому, что две из четырех полос ул. Куйбышева постоянно заняты стоящими транспортными средствами, что является основной причиной постоянных заторов на прилегающих улицах. Без организации внеуличных стоянок проблему решить не удастся, однако все свободные участки отдаются под застройку, а новым предприятиям понадобятся новые стоянки в центральной части города, где уже сегодня их катастрофически не хватает.

Стоянки для хранения автомобилей [14] классифицируются по способу хранения и продолжительности нахождения автомобилей.

Классификация по продолжительности хранения:

1. **Автостоянки постоянного хранения** автомобилей у жилых домов, в жилых кварталах, на межрайонных территориях. Продолжительность хранения более одних суток.
2. **Автостоянки большой продолжительности** хранения у предприятий, учреждений и городских комплексов для размещения автомобилей, принадлежащих рабочим, служащим и посетителям, продолжительностью более 8 ч.
3. **Автостоянки средней продолжительности** хранения у зданий и сооружений, периодически собирающих большие массы людей (стадионы, театры, киноконцертные залы, рестораны, крупные торговые центры), на период 2—4 ч.
4. **Автостоянки кратковременной продолжительности** хранения у вокзалов, универсальных магазинов, рынков, спортивных сооружений для хранения автомобилей до 2 ч.

Классификация по способу хранения:

Закрытые стоянки (гаражи) - это специальные здания, предназначенные для хранения и обслуживания автомобилей. Они могут размещаться под землей на поверхности земли (одно и многоэтажные).

Открытые стоянки - это площадки, расположенные вне уличной сети.

За счет таких стоянок проблему решить не удастся: для их расположения требуются слишком большие площади городской территории. Размещение автомобилей на улично-дорожной сети делает их непригодными для пропуска постоянного движения, и улицы в этом случае могут использоваться только как проезды.

Автостоянки бывают открытые и закрытые, рассчитанные на общее использование или для парковки ведомственных транспортных средств.

Планировочные характеристики, рассмотренные при изучении дисциплины «Организация движения», соответствуют требованиям для городских автостоянок. Вопросы эксплуатации автостоянок, формы собственности и т.д. рассматриваются в другой дисциплине.

В данном разделе рассматриваются вопросы определения необходимого количества автостоянок и площадей, располагаемых в различных частях города, необходимых для эксплуатации имеющегося в городе транспорта.

6.2 Расчет потребности в автомобильных стоянках [14]

Нормы на планировку и застройку городов [14] предусматривают выделение территорий для размещения не менее 70 % автомобилей, принадлежащих гражданам. Для этого в микрорайонах должны предусматриваться открытые стоянки и многоэтажные гаражи. Автостоянки большой вместимости рекомендуется располагать на межрайонных территориях: в санитарно-защитных, про-

мышленных зонах, и на полосах отвода железных дорог. Вместимость этих стоянок рассчитывают с не менее 25 машиномест на 1000 жителей.

Различные зоны города требуют различного числа и вида стоянок для автомобилей. В жилом районе города автостоянки для постоянного хранения рассчитывают на 100—70% общего количества расчетного парка легковых автомобилей, принадлежащих гражданам, а для временного хранения - на 10—15 %.

В промышленных районах на автостоянках временного хранения легковых автомобилей у предприятий должно размещаться до 25 % расчетного парка автомобилей города. В общегородском общественном центре суммарная вместимость автостоянок кратковременной продолжительности хранения должна быть не менее 5% общего расчетного парка легковых автомобилей в городе.

В пригородных зонах стоянок средней и кратковременной продолжительности хранения должно быть не менее 25% от городского парка легковых автомобилей.

Очень важно обеспечивать автостоянками большой продолжительности хранения автомобилей жилые районы, т.к. по завершении строительства увеличить площади под автостоянки невозможно.

Если этого не сделать автомобили будут занимать внутриквартальные проезды и прилегающие улицы, это снижает пропускную способность улиц, ухудшает условия движения, повышается аварийность. Например в Кургане, районах, где много торговых или крупных зрелищных предприятий (рынок, стадион, ипподром и др.) периодически образуются заторы, движение останавливается, создается аварийноопасная ситуация.

Необходимая площадь для размещения личных автомобилей в жилых районах рассчитывается по формуле:

$$F = M_{жс} I_{ав} F_1 \quad (6.1)$$

где $M_{жс}$ — численность жителей микрорайона; $I_{ав}$ — расчетный уровень автомобилизации, n — доля автомобилей, размещаемых в пределах микрорайона, не менее 70 %, F_1 — площадь, необходимая для размещения одного автомобиля, принимается равной 25 м².

Таблица 6.1 -Расчетные нормативы для определения количества мест для парковки автомобилей [14]

Здания и сооружения	Расчетная единица	Число машиномест на расчетную единицу	
		На первую очередь	На расчетный срок
1	2	3	
Организации и учреждения управления, финансирования науки	100 работающих	3 — 5	10 — 20
Высшие и средние учебные заведения	100 преподавателей и сотрудников	3-5	10-15
Промышленные предприятия	100 работающих в двух смежных сменах	2 — 4	7 - 10
Торговые центры, магазины с площадью торговых залов более 200 м ²	100 м ² торговой площади	2 - 4	7 - 10

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	
Рынки	50 торговых мест	7-10	20-25
Рестораны, кафе	100 мест	3-5	10-15
Театры, киноконцертные залы, музеи	100 мест или единовременных посетителей	3 - 5	10 - 15
Спортивные сооружения	То же	1-2	3-5
Поликлиники	500 посетителей в смену	3-5	10-15
Зоны отдыха	100 единовременных посетителей	2-3	5-7
Вокзалы	100 пассажиров в час «пик»	3 - 5	10 - 15

Необходимую площадь автостоянок у зданий и сооружений определяют исходя из установившихся норм использования гражданами личных автомобилей (таблица 6.1)

Вопросы для самостоятельного контроля

1. По какому принципу классифицируются городские автомобильные стоянки?
2. Как рассчитать необходимое количество мест на автомобильной стоянке в жилой зоне, около промышленного или торгового предприятия?

7 ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ГОРОДСКИХ УЛИЦ

7.1 Движение автотранспорта на пересечениях в одном уровне

Пересечения городских улиц разделяют на две группы: пересечения в одном уровне и пересечения в разных уровнях (транспортные развязки).

Пересечения в одном уровне делят на простые и канализированные.

Наиболее удобными являются пересечения двух улиц под углом, близким к прямому, так как при таком угле поворачивающие потоки движутся по оптимальным траекториям, а пешеходные переходы располагаются по кратчайшим направлениям.

Для обеспечения безопасности на нерегулируемом пересечении устанавливается определенный порядок проезда. Пересекающиеся направления делят на главное и второстепенные, а потоки, соответственно, на основные и второстепенные. Преимущество проезда представлено основному потоку. Все маневры на пересечении (слияние, пересечение основного потока, левый поворот) **возможны лишь при наличии достаточно большого интервала в основном потоке**. Необходимый интервал зависит от вида маневра, типа транспортных средств и планировочного решения пересечения. Теоретический расчет необходимого интервала между автомобилями основного потока проводится из условия равенства скоростей движения при слиянии, а при пересечении основного

потока - с запасом времени до подхода ближайшего автомобиля основного потока к конфликтной точке. Эти интервалы, полученные расчетом для средних значений скоростей и ускорений разгона и торможения, дают представление о порядке необходимых интервалов.

Один и тот же интервал, принятый одним водителем, может быть отвергнут другим, который сочтет его недостаточно безопасным. **Сравнение принятых и отвергнутых интервалов позволяет определить граничный промежуток времени $\Delta t_{зр}$** , под которым понимается такой интервал между автомобилями основного потока, который с заданной вероятностью может быть принят водителем для выполнения маневра на пересечении. Для практических расчетов используют граничный промежуток 85%-ной обеспеченности.

Работа пересечения в режиме пропускной способности из-за постоянных очередей ожидающих автомобилей связана с большими транспортными потерями. Такой режим работы пересечений нежелателен. Рекомендуется ориентироваться на уровни загрузки, которые определены на основании проведенного анализа. При этом с учетом пропускной способности пересечения P были получены следующие предельные значения уровня загрузки Z_B второстепенного направления при следующих значениях уровня загрузки $Z_{гл}$ главного направления (таблица 7.1).

Таблица 7.1 - Рекомендуемые значения уровня загрузки Z_B второстепенного направления

$Z_{гл}$	Предельно допустимый Z_B
(0,1— 0,3) P	0,6 P
(0,3—0,5) P	0,3 P
(0,5— 0,75) P	0,2 P
(0,75—1,0) P	0,1 P

Рекомендуемый уровень загрузки второстепенного направления составляет 75% от его практической пропускной способности. Полученные на основе анализа значения уровня загрузки не приводят к образованию очередей, не нарушают режима движения и не снижают удобства и безопасности движения.

Нерегулируемые пересечения оказывают влияние не только на пропускную способность, но и на режимы движения на пересекающихся улицах. Это влияние выражается в снижении скоростей движения и в потере времени автомобилями, стоящими в очередях на второстепенной улице.

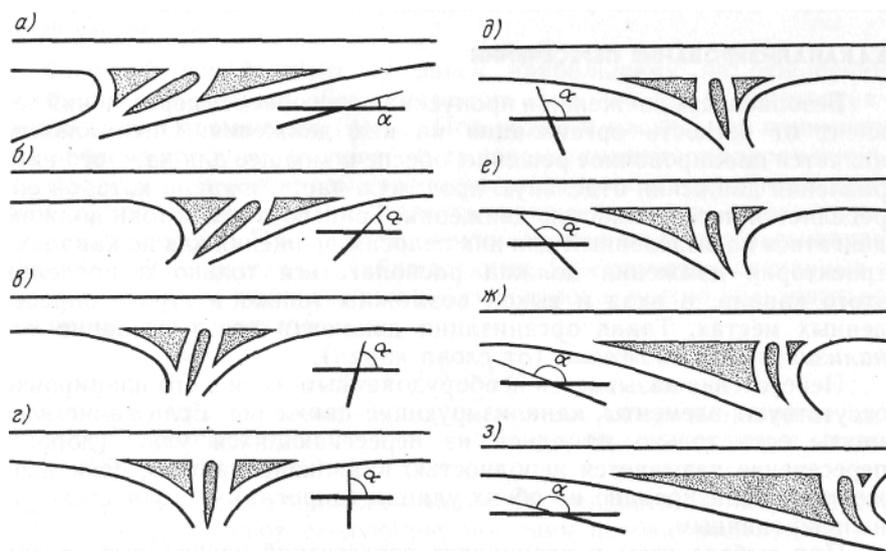
Влияние пересечения на режим движения по главной улице сказывается не только в пределах самого пересечения, но и распространяется на значительную длину улицы. Это влияние наибольшее при максимальной загрузке пересечения, т.е. при работе в режиме пропускной способности. Число автомобилей в очереди, продолжительность ее существования и возникающие при этом транспортные потери определяются неравномерностью распределения автомобилей в потоке и изменением плотности пересекающихся потоков и зависимости от дорожных условий.

7.2 Канализирование пересечений [1, 16]

Безопасность движения и пропускная способность пересечений зависят от четкости организации на них движения. Оптимальным является планировочное решение, обеспечивающее для каждого направления движения отдельную проезжую часть, ширина которой определяется интенсивностью движения.

В последнее время очень широко используются пересечения, оборудованные светофорными объектами, и, к сожалению, забыты канализированные пересечения. Однако опыт показывает, что пренебрежение к тому факту, что светофор всегда снижает пропускную способность на главном направлении, оборачивается не снижением, а увеличением аварийности на пересечении. Желая облегчить условия перехода улицы пешеходам, в 2007 году на пересечении улиц Куйбышева и Кравченко был установлен светофорный объект. Так как со стороны ул. Кравченко поток автотранспорта незначителен, а у транспортного потока, движущегося по улице Куйбышева, появилось дополнительное препятствие в виде светофора, в 2007 году на указанном пересечении произошло увеличение количества ДТП. Если в 2006 году было зафиксировано 14 ДТП, то в 2007 число их возросло до 51. Введение же частично канализированного пересечения с устройством островков безопасности для пешеходов позволило бы оставить пропускную способность главного направления прежней - около 800 авт/час и улучшить безопасность для пешеходов.

В зависимости от угла пересекающихся улиц рекомендуется использовать различные схемы пересечений (рисунок 7.1).



а — $\alpha < 30^\circ$; б — $\alpha = 30-45^\circ$; в — $\alpha = 50-75^\circ$; г — $\alpha = 90^\circ$; д — $\alpha = 115^\circ$; е — $\alpha = 135^\circ$;
ж — $\alpha = 150^\circ$; з — $\alpha > 150^\circ$.

Рисунок 7.1 - Изменение планировки в зависимости от угла пересечения дорог

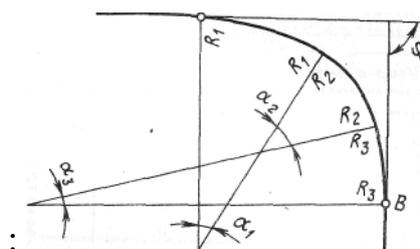


Рисунок 7.2 - Коробовая кривая для разбивки съездов

Для канализирования на второстепенной улице (дороге) необходимо три направляющих островка, центральный каплеобразный, с помощью которого разделяется встречное движение и обеспечивается оптимальный угол пересечения потоков, и два треугольных, отделяющих правые повороты от транзитного движения. Число этих островков на второстепенном направлении всегда остается неизменным. Изменяются лишь их размеры и очертания.

Поскольку канализирование требует строгого движения автомобилей по отведенным им полосам проезжей части, очертания этих полос, особенно для поворачивающего движения, должны соответствовать оптимальным очертаниям траекторий движения. Траектория движения автомобиля на закруглении состоит из трех элементов: входной переходной кривой, круговой кривой малого радиуса и выходной переходной кривой. Скорость движения автомобилей определяется кривизной в плане полосы движения: чем меньше радиус кривой, тем ниже скорость.

При радиусе кривой 10 м и менее скорость минимальная — 5 км/ч. При таком радиусе закруглений длины переходных кривых остаются неизменными.

С увеличением радиуса кривой увеличивается скорость движения и должны быть увеличены переходные кривые.

Установлено, что между отдельными элементами закругления существуют довольно устойчивые соотношения. Определяющим элементом является средняя часть траектории — круговая кривая наименьшего радиуса. Все три элемента закругления могут быть аппроксимированы круговыми кривыми (рисунок 7.2). Такие кривые образуют коробовую кривую, которая является основой для проектирования траекторий движения на любом закруглении при примыкании или пересечении дорог. Соотношение радиусов кривизны участков коробовой кривой остается практически постоянным: $R_2: R_2: R_3 = 2:1:3$. Установлены также и соотношения между углом поворота и всеми элементами закругления (таблица 7.1).

При проектировании закруглений положение начала кривой (точка А на рисунке 7.2) и конца кривой (точка В на рисунке 7.2) определяют расчетом:

$$AO = (R_1 - R_2) \sin \alpha_1 + (R_2 + \Delta R_1) / \cos (\varphi - 90^\circ) + (R_2 + \Delta R_1) \operatorname{tg}(\varphi - 90^\circ)$$

$$OB = (R_3 - R_2) \sin \alpha_3 + (R_2 + \Delta R_3) / \cos (\varphi - 90^\circ) + (R_2 + \Delta R_3) \operatorname{tg}(\varphi - 90^\circ)$$

$$\Delta R_1 = (R_1 - R_2)(1 - \cos \alpha_1) \quad \Delta R_3 = (R_3 - R_2)(1 - \cos \alpha_3)$$

Таблица 7.2 - Соотношение элементов в коробовой кривой.

град	Входная кривая		Круговая	Выходная кривая	
	R_1 , м	α_1 град	(R_2 м)	R_3 м	α_3 , град
До 44			50		—
45—74	60	16	30	90	10
75—112	50	20	25	75	12
113—149	40	27	20	60	16
150—180	35	34	15	60	21

В обеспечении удобства и безопасности движения большую роль играет ширина проезжей части на пересечении. Траектории движения на съездах пересечений состоят из кривых малого радиуса, и ширина полос движения должна назначаться с учетом необходимого уширения. Для кривых малых радиусов ширина полосы движения приводится в таблице 7.3.

Таблица 7.3 - Ширина полосы движения для кривых малых радиусов

Радиус кривой R_2 , м	10	15	20	25	30
Ширина одной полосы без учета высоты бордюра, м	4.6	4.3	4.1	4.0	3.9
Ширина двух полос с учетом окаймляющих бордюров, м	10,0	9,3	9,0	8,8	8.5

Если проезжая часть окаймлена бортовым камнем, то в одном направлении должно быть не менее двух полос движения. Если возможно встречное движение, полос должно быть не менее трех.

При высокой интенсивности левого поворота с главной дороги в планировке пересечения необходимо предусматривать специальные полосы, позволяющие поворачивающим автомобилям снижать скорость и при необходимости ожидать возможности выполнения маневра (рисунок 7.3).

Длина участка, где происходят торможение и накопление поворачивающих автомобилей, определяется из двух условий. Первое условие - обеспечение плавного торможения автомобиля с отрицательным ускорением не более $2,5 \text{ м/с}^2$ и второе - длина участка торможения L_T должна быть достаточной для размещения очереди ожидающих автомобилей. Первое условие выполняется при длине $L_T > 40$ м. Этой длины достаточно для торможения с ускорением менее $2,5 \text{ м/с}^2$ со скорости 60 км/ч до остановки. Выполнение второго условия связано с определением вероятности образования очереди из i автомобилей. Длина очереди

$$L_{оч} = i(l_a + \Delta l_a) \quad (7.1)$$

где l_a — габаритная длина автомобиля; Δl_a — расстояние между стоящими автомобилями; для легковых автомобилей $\Delta l_a = 3$ м.

Расчетные значения L_T , определенные через возможную длину очереди ожидающих автомобилей, приведены в таблице 7.4.

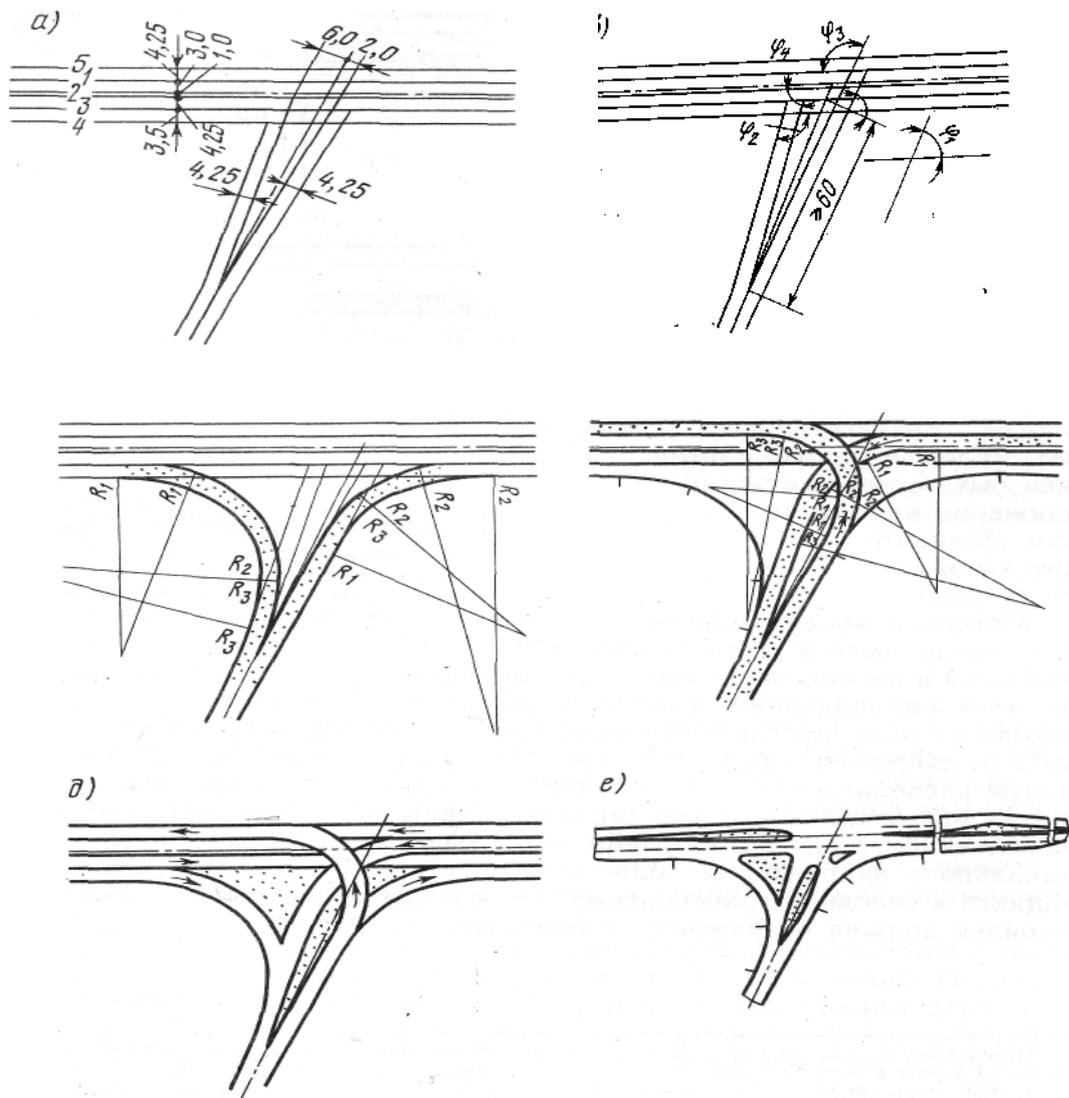
Ширина полосы, выделяемой для левого поворота, должна быть достаточной для движения с изменяющейся скоростью. Опыт эксплуатации таких полос показывает, что для легковых автомобилей ширину полосы можно уменьшить до 3,0 м, для грузовых автомобилей необходимо 3,5 м.

Если на главной улице, где выделяется полоса для левого поворота, разделительной полосы нет, то левоповоротный поток должен быть отделен от транзитного движения направляющим островком. Длина отгона ширины дополнительной полосы должна быть не менее 20 м.

Методика проектирования канализированного пересечения заключается в последовательном проектировании траекторий движения по всем направлениям, разрешенным на пересечении. При этом, исходя из того, что главное направление не должно испытывать помехи от движения поворачивающих потоков, все планировочные элементы располагают таким образом, чтобы они не оказывали влияния на прямое движение по главному направлению. Это достигается выполнением следующих правил: угол отклонения потока от первоначального направления должен быть менее 7° , скорость вливающих в основной транспортный поток и выходящих из него автомобилей должна отличаться не более чем на 20% от средней скорости этого потока; все планировочные элементы должны быть удалены от кромки проезжей части главного направления на расстояние не менее 2,5 высоты окаймляющих их бортовых камней.

Таблица 7.4 -Зависимость длины участка торможения от интенсивности пересекающихся потоков

Интенсивность движения по главной дороге в двух направлениях авт/ч	Длина участка торможения (м) при доле левоповоротного движения с главной дороги, %			
	10	20	30	40
200	40	40	60	90
300	40	50	70	ПО
400	50	70	90	130
500	70	90	120	160
600	100	120	160	210
800	150	170	210	260
1000	200	220	260	300



а — разграничение полос движения и зон для расположения направляющих островков; б—определение углов поворота съездов; в—проектирование правоповоротных съездов; г — проектирование левоповоротных съездов; д — расположение съездов на поверхности пересечения; е — общий вид канализированного пересечения

Рисунок 7.3 - Последовательность проектирования полностью канализированного пересечения

Пересечение начинают проектировать с выбора типа планировочного решения и установления отдельных его элементов: угла пересечения осей улиц, радиусов правых и левых поворотов, ширины полос движения. Форму и размеры переходно-скоростных полос принимают в зависимости от интенсивности движения по главной улице. Для проектирования используют план улицы в масштабе 1:250 или 1:1500. На план наносят ряд линий, разграничивающих зоны, в которых будут расположены элементы планировочного решения (рисунок 7.3 а). Эти линии имеют определенное значение (номера на линиях соответствуют очередности их нанесения).

Линии 1 и 2 ограничивают полосу шириной 4 м, где должны быть расположены разделительные островки на главной дороге. Положение линий относительно оси дороги соответствует размерам и положению островков на главной дороге. Линия 1 отстоит от осевой на расстоянии не менее 3 м, линия 2 — на 1 м. Линии 3 и 5 означают кромку проезжей части главной дороги. При устройстве разделительных островков на главной дороге ширина полосы движения должна назначаться с учетом необходимого уширения.

Линия 4 — внешняя кромка переходно-скоростной полосы. Ширина этой полосы назначается не менее 3,5 м.

На второстепенной дороге выбирают зону, где будет расположен центральный островок. Этот островок ограничивается линиями, которые образуют между собой угол 8° , а с осью дороги 2 и 6° . Вершина островка удалена от кромки проезжей части главной дороги на расстояние не менее 60 м (рисунок 7.3 б).

Все полосы для поворачивающего движения на пересечении проектируют по коробовой кривой, параметры которой определяют через угол поворота φ_1 .

Все полосы для поворачивающего движения проектируют в такой последовательности: определяют угол поворота φ_1 , по нему радиус R_2 , затем R_1 и R_3 , по таблице 7.2 определяют углы α_1 и α_3 ; $\alpha_2 = \varphi - \alpha_1 - \alpha_3$, рассчитывают положение начала и конца коробовой кривой, затем вписывают коробовую кривую и по радиусу R_2 определяют ширину съезда B и очерчивают границы полосы. Этот алгоритм выглядит следующим образом:

$\varphi_1 \rightarrow R_2 \rightarrow R_1; R_3 \rightarrow \alpha_1; \alpha_3 \rightarrow \alpha_2 = \varphi_1 - \alpha_1 - \alpha_3 \rightarrow A0,0B \rightarrow$ вписывание коробовой кривой $\rightarrow B \rightarrow$ очертание полосы.

Переходно-скоростные полосы располагают на главной дороге, начиная от конца коробовой кривой. Если по условиям движения требуется клинообразная полоса, ее внешнюю кромку располагают по касательной к коробовой кривой.

Расчетная скорость для поворачивающего движения на канализированных пересечениях не должна быть высокой: для левого поворота 15 — 20 км/ч; для правого 20 — 25 км/ч. Этому условию соответствуют коробовые кривые, у которых радиус центральной дуги $R_2 > 20$ м для $v = 25$ км/ч и $10 \text{ м} < R_2 < 15$ м и для $v = 15$ км/ч.

Разделительные островки на главной дороге располагают за пределами коробовых кривых, очерчивающих левоповоротные съезды. Размеры этих островков определяют с учетом интенсивности левоповоротного потока и транзитного движения по главной дороге. Интенсивность отгона ширины островка должна быть не более 1 : 30.

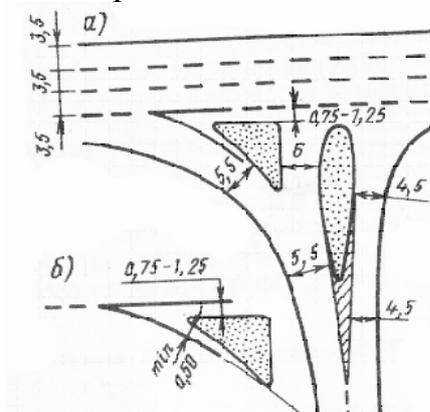
Если на главной дороге имеется центральная разделительная полоса, то для левого поворота проектируется только зона L_T .

Неиспользуемые для движения зоны на поверхности пересечения должны быть закрыты газоном. Эти зоны образуют направляющие островки. Контуры островков и их расположение на проезжей части строго определены очерта-

ниями полос движения, поэтому сдвигать эти островки или произвольно менять их очертания недопустимо. Размеры островков на второстепенной дороге, полученные при проектировании полос для поворачивающего движения, носят название геометрические. Физические размеры островков несколько меньше. Для устранения их влияния на режим движения по главной дороге линию бортового камня следует удалить от кромки проезжей части на расстояние не менее 1,5 м. На второстепенной дороге физическая граница островка удалена от геометрической на расстояние не менее 0,5 м. Все углы островков, направленные навстречу движению, должны быть скруглены кривыми радиусом 1 м (рисунок 7.4).

Общий вид полностью канализированного пересечения (рисунок 7.5).

Методика проектирования частично канализированных пересечений та же, что и полностью канализированных. Отличие заключается в отсутствии разделительных островков на главной дороге.



a —общий вид; *б* — треугольный островок

Рисунок 7.4 - Направляющие островки на второстепенной дороге (все размеры указаны в м):

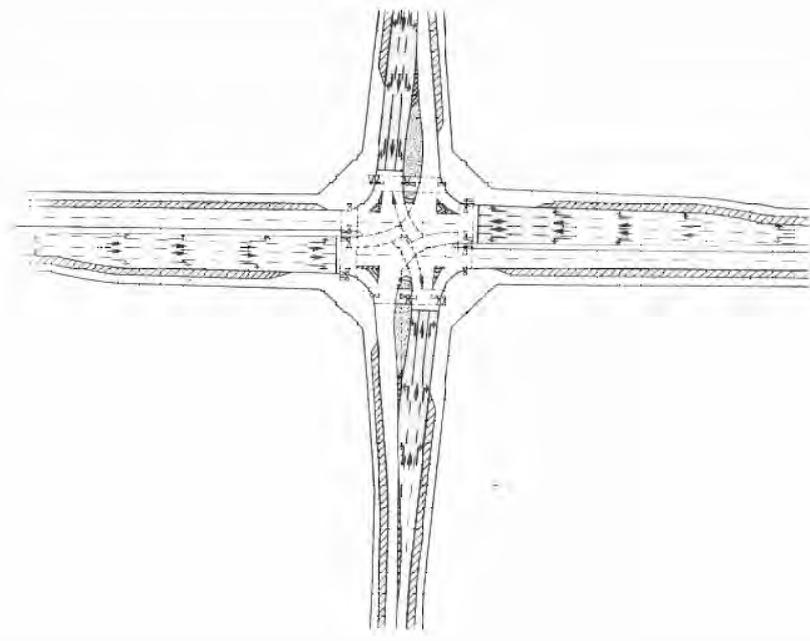


Рисунок 7.5 - Планировка полностью канализированного пересечения

7.3 Кольцевые саморегулируемые пересечения [1, 16]

Кольцевые пересечения по обеспеченности безопасности движения занимают промежуточное положение между нерегулируемыми пересечениями в одном уровне и в разных уровнях.

Наибольшая пропускная способность достигается при использовании для вливания в кольцевой поток предельно малых интервалов между автомобилями. Наименьший граничный интервал на кольцевых пересечениях наблюдается при скоростях движения 25 — 30 км/ч. Транспортные потери на кольцевом пересечении будут тем меньше, чем меньше разница скоростей движения на кольце и на подходах к нему. В городских условиях выровнять эти скорости за счет планировки пересечения практически невозможно: потребуются кольца диаметром 200 — 300 м. Выбор зависит от соотношения строительных и транспортных затрат.

Условия движения на кольцевых пересечениях определяются диаметром центрального островка. Различают четыре типа пересечений с центральными островками: с малым $D < 25$ м (рисунок 7.6 а), с средним $D = 30 \pm 60$ м, с большим $D > 60$ м (рисунок 7.6 б) и с эллиптическим центральным островком, вытянутым по направлению более загруженной дороги (рисунок 7.6 в).

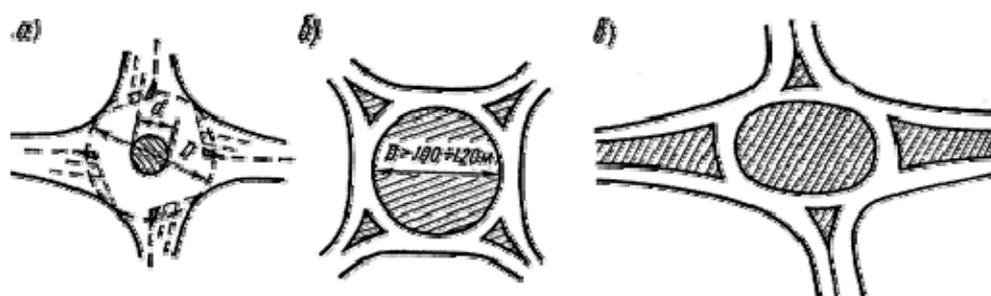


Рисунок 7.6 - Планировочные схемы кольцевых пересечений

Фактически пересечение как кольцевое начинает работать при диаметре более 60м (то есть движение происходит по схеме переплетение транспортных потоков). При диаметре центрального островка менее 25м движение происходит по принципу пересечения или примыкания транспортных потоков.

Выбор расчетной скорости зависит от того, какое из трех условий в конкретной обстановке является определяющим. На автомобильных дорогах, работающих при уровне загрузки не выше 0,3, таким условием является обеспечение безопасности движения, на городских магистралях — обеспечение пропускной способности.

Рекомендуемые для автомобильных дорог расчетные скорости движения на кольцах приведены в таблице 7.5.

Таблице 7.5 - Рекомендуемая расчетная скорость на кольце.

Техническая категория дороги	1	11	III	IV, V
Рекомендуемая расчетная скорость на кольце км/ч	50	45	40	30

Для городских условий расчетная скорость движения на всем кольцевом пересечении рекомендуется 25 — 30 км/ч.

Скорость движения на кольцевом пересечении будет определяться не только диаметром кольца, но и всей планировкой пересечения: радиусами примыканий к кольцу, шириной проезжей части, числом полос движения. Связь между этими показателями установлена опытным путем.

Таблица 7.6 -Рекомендуемые скорости на кольцевых пересечениях в зависимости от исходных условий

Условия	Расчетная скорость(км/ч) при скорости движения на подходах, км/ч			
	40	60	80	100
Наибольшая пропускная способность кольца	25—30			
Наименьшие транспортные потери на пересечении	25	30	40	45
Обеспечение безопасности движения	25	45	55	70

Таблица 7.7 -Рекомендуемые геометрические параметры для колец с уровнем загрузки менее 0,3

Диаметр центрального островка, м	15	30	60
Скорость движения на пересечении, км/ч	20	25	30
Радиусы примыканий, м:			
рекомендуемые	15	20	25
минимальные	10	10	15

Режимы и безопасность движения на кольцевом пересечении с числом полос движения две и более определяются уровнем загрузки кольца. При уровне загрузки менее 0,3, что в среднем составляет 200—250 авт./ч, движение по кольцу не представляет опасности, но при большей интенсивности движения и особенно при уровне загрузки более 0,5 движение становится опасным и возможны кратковременные заторы. Это объясняется наличием на кольце особых участков — зон переплетения потоков.

В зоне переплетения происходит одновременная встречная смена полос движения автомобилями, движущимися по соседним полосам проезжей части. При двухполосной проезжей части зона переплетения считается простой, при трех полосах движения и более — сложной (рисунок 7.7). Участок проезжей части работает как зона переплетения, а не как пересечение, только при условии обеспечения малого угла встречи потоков: менее 7° — зона переплетения; при 10—20° — слияния; более 20°—пересечения. При этом изменяются и граничные промежутки времени (таблица 7.8)

Таблица 7.8 –Изменение требуемых граничных промежутков времени

Угол встречи потоков, град	90	45	20	10 и менее
Граничный интервал времени при перестроении, с	12	9	7	4

Минимальная длина зоны переплетения определяется минимальной длиной маневра смены полосы движения. Эта длина может быть рассчитана из условия продолжительности такого маневра не менее 4 с. Опытным путем установлено, что одновременная смена полос движения наблюдается при длине простой зоны переплетения более 30 м. Длина сложных зон переплетения должна быть больше: при трехполосной проезжей части 60 м, четырехполосной— 90 м. С увеличением длины зоны переплетения граничный промежуток времени, необходимый для выполнения маневра, уменьшается (рисунок 7.9) и пропускная способность зоны переплетения увеличивается.



Рисунок 7.7 - Схема зон переплетения: а — простая; б — сложная

<p>Рисунок 7.8 -Зона переплетения на кольцевом пересечении</p>	<p>Рисунок 7.9 Изменение граничного промежутка времени $\Delta t_{гр}$, необходимого для выполнения маневра в зоне переплетения в зависимости от скорости движения v и длины зоны переплетения: 1 — 30 м; 2 — 60 м; 3 — 100 м</p>
--	---

Таблица 7.9 - Практическая пропускная способность зоны переплетения в зависимости от ее длины

Длина зоны переплетения, м	30	60	100 бо- лее
Пропускная способность (авт./ч) при составе потока:			
100% легковых автомобилей	500	800	1100
80% » »	400	600	800
20% » »	350	500	700
100% грузовых автомобилей	300	450	650

Зона переплетения на кольцевом пересечении расположена между соседними вливающимися улицами (рисунок 7.3). Поскольку именно она определяет пропускную способность пересечения, внутренний диаметр кольца определяют через длину этой зоны:

$$D = \sum L_i / \pi, \quad (7.2)$$

где L_i — часть кольца, включающая длину зоны переплетения (l_{zn}), ширины проезжих частей соседних улиц (b_1 и b_2) и длины съезда, принимаемые равными радиусам (r_1 и r_2) этого съезда.

Расстояние $L_i = l_{zn} + b_1 + b_2 + r_1 + r_2$

Ширину кольцевой проезжей части выбирают с учетом интенсивности движения. При уровне загрузки менее 0,3 движение по кольцу осуществляется не более чем в две полосы, при большем уровне загрузки в три полосы. Большее число полос нежелательно, так как это повлечет резкое снижение пропускной способности.

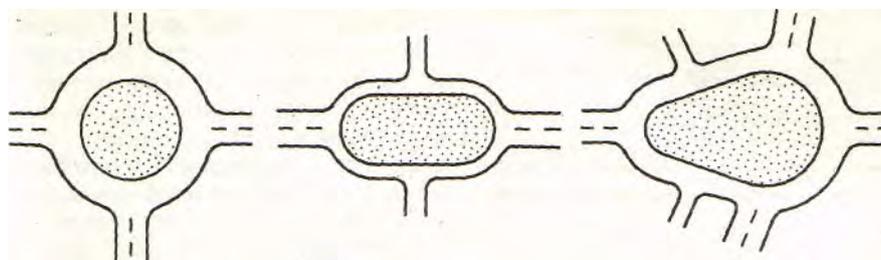


Рисунок 7.10 - Формы городских пересечений

Ширину полосы движения назначают с учетом диаметра центрального островка (таблица 7.9)

Таблица 7.9 - Ширина полосы движения в зависимости от диаметра центрального островка

Диаметр островка, м	60 и менее	80	100 и более
Ширина одной полосы движения, м	5,5	5,0	4,5

В условиях города, особенно при недостатке свободных площадей, центральный островок не обязательно должен быть в виде круга. Он может быть овальным или грушевидной формы (рисунок 7.10). Необходимо выполнение двух условий: радиус кривизны этого островка должен обеспечивать движение с расчетной скоростью, расстояния между вливающимися улицами по кольцу должны обеспечивать размещение зоны переплетения необходимой длины.

7.4 Пропускная способность регулируемых пересечений в одном уровне

Пропускная способность регулируемого пересечения городских улиц определяется схемой организации движения, планировочным решением пересечения и структурой светофорного цикла.

При расчетах, связанных с проектированием улично-дорожной сети города, обычно пользуются эмпирической формулой:

$$M_{нас} = 525 K_{ш} K_i K_R K_n, \quad (7.10)$$

где $K_{ш}$, K_i , K_R и K_n — коэффициенты, учитывающие влияние соответственно ширины проезжей части, продольного уклона, радиуса кривизны траектории и организации движения поворачивающих потоков.

С учетом ширины проезжей части для конкретного направления движения принимают значения потока насыщения (таблица 7.10)

Таблица 7.10 – Значения потока насыщения в зависимости от ширины проезжей части

Ширина проезжей части, м	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Поток насыщения ($525 K_{ш}$) авт./ч	1800	1900	2100	2300	2600

Коэффициент K_i определяют из условия, что каждые 10‰ спуска увеличивают поток насыщения на 3%, а 10‰ подъема уменьшают этот поток на 3%:

$$K_i = 1 + 3 i / 1000,$$

где i — продольный уклон, ‰.

Коэффициент, учитывающий влияние радиуса кривизны траектории,

$$K_R = 1 / (1 + 1,525 / R).$$

Если на пересечении нельзя выделить отдельные полосы для каждого направления движения, то из-за взаимных помех автомобилей, движущихся с одной полосы в разных направлениях, поток насыщения уменьшается. Этим влиянием можно пренебречь при доле поворачивающего потока менее 10%. При большей интенсивности поворачивающего движения весь поток приводят к одному условному с помощью коэффициентов приведения, равных для прямого движения 1,0, поворота налево 1,75, поворота направо 1,25. С учетом этого коэффициент

$$K_n = 100 / (a + 1,75b + 1,25c),$$

где a , b и c — доли соответственно прямого движения, левого и правого поворотов с одной полосы движения, %.

Этот метод расчета, основанный на определении потока насыщения, позволяет оценивать влияние планировочного решения пересечения на его пропускную способность.

7.5 Пересечения с развязкой движения в двух уровнях

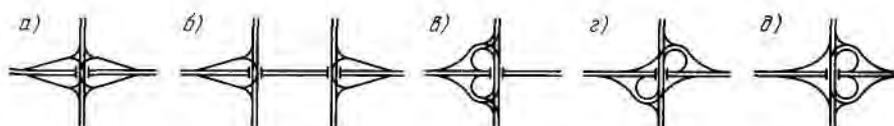
Пересечения автомобильных дорог и городских улиц в разных уровнях позволяют повысить пропускную способность пересечения, снизить транспортные потери, улучшить безопасность движения. Пропускная способность на та-

ком пересечении обеспечивается за счет независимого движения пересекающихся потоков в разных уровнях.

Стоимость пересечений в разных уровнях очень высока, поэтому в малых и крупных городах их строят очень редко. Однако расчеты показывают, что потери, связанные с эксплуатацией транспорта в городах, из-за их отсутствия очень велики.

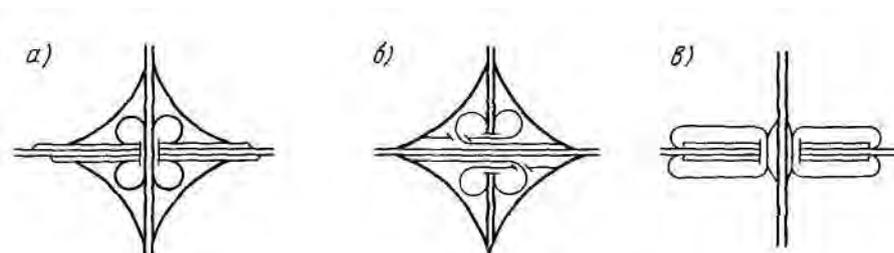
Стоимости разных вариантов транспортной развязки на одном и том же пересечении могут различаться в несколько раз в зависимости от её конструктивного решения. Чем выше транспортная нагрузка пересечения, тем более совершенной должна быть транспортная развязка. Экономическая целесообразность ее определяется сопоставлением затрат на строительство и экономией за счет сокращения транспортных потерь и числа ДТП на пересечении.

Виды неполных пересечений в разных уровнях представлены на рисунке 7.11.



а, б — ромб *в* — неполный «клеверный лист» *г, д* — улучшенный «клеверный лист»

Рисунок 7.11 - Виды неполных пересечений в разных уровнях



а клеверный лист, *б* то же, с переходно-скоростными полосами

в — обжатый «клеверный лист»

Рисунок 7.12 - Полные пересечения в разных уровнях

7.5.1 Неполные и полные пересечения в двух уровнях

Полные транспортные развязки требуют для своего размещения больших площадей, которых в городе обычно нет. Интенсивность левоповоротных потоков не всегда оправдывает затраты на строительство для них специальных съездов. Часто для достижения необходимой пропускной способности пересечения достаточно обеспечить непрерывное движение по главному (как правило, прямому) направлению, а поворачивающие потоки развязать с помощью светового регулирования.

При выборе схемы и планировочного решения неполной транспортной развязки транспортный тоннель или путепровод располагают по главному направлению (если позволяет рельеф местности), так как эти сооружения обеспечивают более удобное движение транспортных потоков. Кроме этого, такая планировка позволяет на главном направлении исключить конфликтные точки пересечения и расположить их на второстепенном направлении.

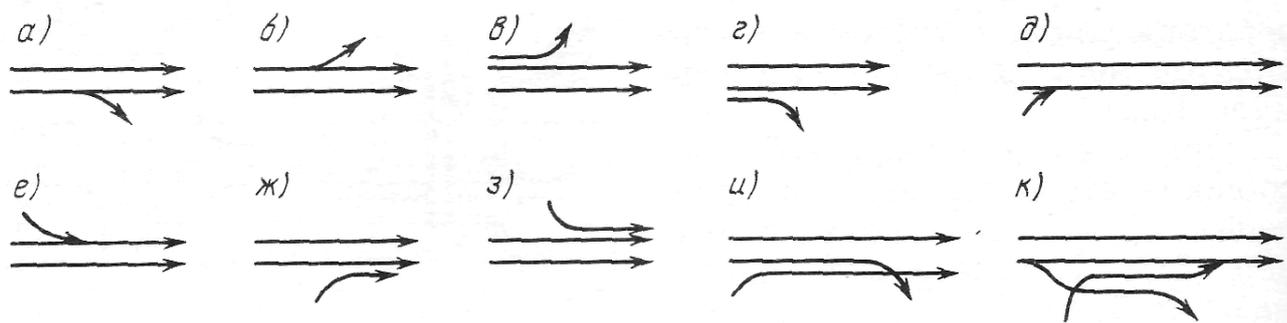
На магистральных улицах шириной в красных линиях более 50 м возможно размещение транспортной развязки с левоповоротными съездами по наиболее загруженным направлениям. Прямое движение и левый поворот с второстепенного направления развязывают с помощью светофорного регулирования (рисунок 7.12в). Развязки такого типа обладают высокой пропускной способностью по главному направлению: не менее 1000 авт./ч на одну полосу. Пропускная способность одной полосы второстепенного направления при двухфазном светофорном регулировании достигает 500— 600 авт./ч. Эти развязки целесообразны на пересечениях магистралей непрерывного движения с улицами категории районной магистрали и ниже.

Транспортные развязки типа «улучшенный неполный клеверный лист» часто применяются на предмостовых площадях (рисунок 7.12в). Левоповоротные съезды таких развязок выполняют по схеме петли, поэтому для размещения развязки требуется значительная площадь: 100—150 м в длину и 20— 25 м в ширину по обе стороны моста. Движение по набережной регулируется светофором.

Пропускную способность на неполных транспортных развязках рассчитывают для прямых и поворачивающих направлений.

7.5.2 Полные пересечения в разных уровнях

Городские транспортные развязки существенно отличаются от развязок на автомобильных дорогах размерами геометрических элементов и площадью занимаемой территории. На полных транспортных развязках точки пересечения потоков устранены, но имеются конфликтные точки, возникающие при маневрировании поворачивающих потоков. Это точки разветвления, возникающие перед началом съезда, слияния потоков после выхода со съезда и переплетения



a—г — разделения; *д—з* — слияния; *и, к* — переплетения транспортных потоков

Рисунок 7.13 - Конфликтные точки на полных транспортных развязках

потоков на участке, который расположен между двумя съездами (рисунок 7.13). Разветвление транспортных потоков связано с необходимостью выхода автомобилей из основного потока на съезд. Скорость движения по съезду ниже, чем скорость основного потока. Опасность конфликтных точек разветвления может быть снижена за счет уменьшения разницы скоростей.

Поворачивающие автомобили могут выходить из основного потока влево и вправо по ходу движения. Более опасным является выход влево, так как он осуществляется с крайней левой полосы проезжей части, автомобили по которой движутся с наибольшей скоростью. Такие конфликтные точки встречаются на развязках с прямыми левоповоротными съездами. При разнице скоростей основного и выходящего на поворот потоков до 20% конфликтные точки разделения не оказывают влияния на пропускную способность транспортных развязок и оцениваются только по степени обеспеченности безопасности движения.

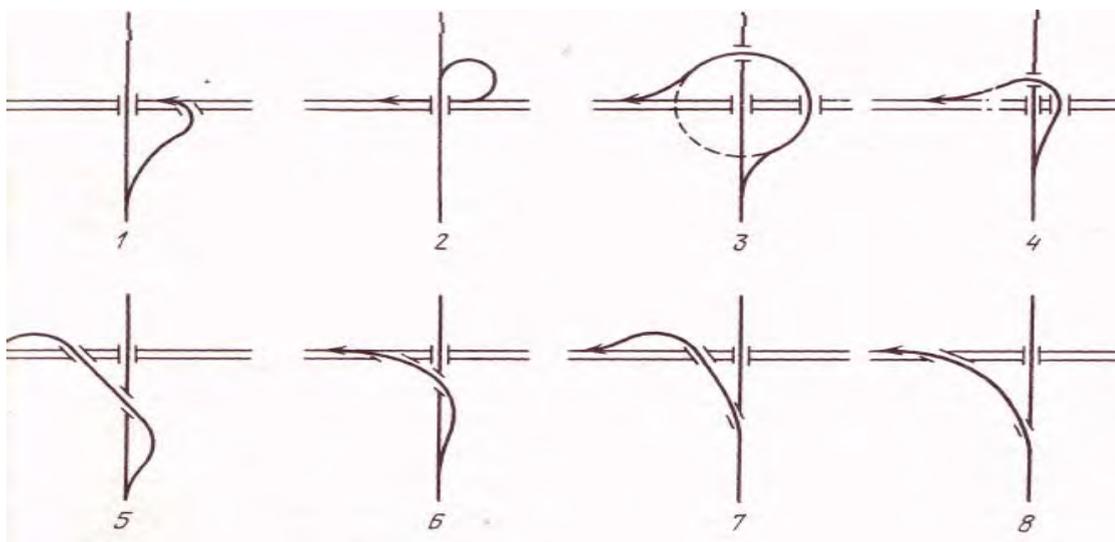
Конфликтные точки слияния возникают в зоне примыкания съезда к основному направлению (или к другому съезду). Опасность этих точек связана с разницей скоростей движения основного потока и вливающихся в него автомобилей, выходящих со съезда. Наиболее опасно слияние слева по ходу основного потока. В зависимости от интенсивностей сливающихся потоков безопасность движения обеспечивается последовательным улучшением планировочного решения: уменьшение угла встречи потоков до $7\text{--}8^\circ$, устройством переходных скоростных полос, устранением конфликтной точки слияния, за счет выхода со съезда на отдельную полосу основного направления (рисунок 7.13 ж, з).

Пропускная способность точек слияния зависит от интенсивности потока, имеющего преимущество движения, как правило основного направления, и планировочного решения зоны слияния. Пропускная способность конфликтных точек слияния изменяется в пределах от единиц автомобилей в час до 1000—1200 авт./ч и в значительной степени определяет пропускную способность всей транспортной развязки.

Зоны переплетения возникают на участках, где выполняются встречные маневры смены полосы движения с основного направления на съезд и со съезда на основное направление (см. рисунок 7.13 ж). Такие зоны типичны для транспортных развязок типа «клеверный лист». Основной недостаток этих зон — ограниченная пропускная способность. Наличие таких зон в схеме развязки является одной из причин отказа от такой схемы и перехода к развязкам с прямыми левоповоротными съездами. Пропускная способность зоны переплетения зависит от ее длины и для транспортных развязок типа «клеверный лист» изменяется в пределах 600—1000 авт./ч. Повысить пропускную способность зоны переплетения можно за счет увеличения в ней числа полос движения до двух и отделения ее от основной проезжей части.

Одна из главных трудностей выбора схемы и проектирования транспортной развязки — организация левоповоротного движения. Все левоповоротные съезды по характеру создаваемых ими конфликтных точек можно разделить на восемь типов (рисунок 7.14).

Левоповоротные съезды неполных транспортных развязок создают конфликтные точки пересечения с основными направлениями (рисунок 7.14, схемы 1 и 2). Наиболее часто встречаемые съезды петлевые, характерны для развязок типа «клеверный лист». На развязках левоповоротного типа такие съезды



1 съезд на неполных развязках; 2 — петлевой съезд на развязках типа «клеверный лист»; 3,4 — съезды с использованием распределительного кольца; 5,6 — полупрямые съезды; 7,8 — прямые съезды

Рисунок. 7.14 - Типы левоповоротных съездов на транспортных развязках

устраивают по направлениям с относительно невысокой интенсивностью движения. Достоинством петлевых съездов является возможность полной транспортной развязки с одним путепроводом. Все другие типы левоповоротных съездов требуют строительства нескольких путепроводов.

Транспортная развязка «клеверный лист». Развязки этого типа являются самыми распространенными как на автомобильных дорогах, так и на городских магистралях. Главное их достоинство — полная развязка движения с помощью одного путепровода. Левоповоротные съезды выполнены по петлевой схеме и расположены внутри угла, образованного двумя пересекающимися дорогами. Правоповоротные съезды проходят по кратчайшему направлению.

Планировка и стоимость развязки «клеверный лист» зависят от угла пересечения дорог. Наилучшие показатели достигаются при углах пересечения, близких к прямому. В этом случае не только уменьшается до минимума площадь земли, занимаемой связкой, но и появляется возможность проектировать съезды оптимальных очертаний. При косоугольном пересечении развязка занимает большую площадь, на левоповоротных съездах, расположенных внутри тупых углов, затруднены вход и выход, сокращаются длины двух зон переплетения, требуется строительство косых путепроводов. Все это приводит к повышению стоимости развязки, при угле пересечения 45° площадь земель, занимаемая развязкой, увеличивается в 1,5 раза, стоимость строительства в 1,2 раза, пропускная способность левоповоротных съездов снижается на 15—20%.

Пропускная способность отдельных направлений движения на развязке «клеверный лист» неодинакова. Наибольшая пропускная способность обеспечивается на прямом направлении на обеих пересекающихся дорогах. Она ограничивается только числом полос движения.

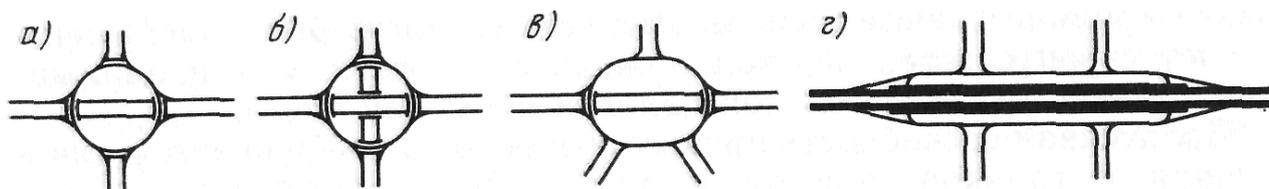
Пропускная способность правоповоротных съездов ограничивается зоной слияния потоков в месте примыкания съезда к главной дороге. Пропускная способность этой зоны может быть увеличена за счет устройства переходно-

скоростных полос или дополнительной полосы проезжей части главной дороги, продолжающей правоповоротный съезд. Возможны ограничения пропускной способности правоповоротного съезда за счет неудачной его планировки, малых радиусов в плане или больших уклонов в продольном профиле съезда.

Развязки «клеверный лист» применяют при относительно невысокой интенсивности левого поворота (до 400 авт./ч) и равномерной загрузке всех направлений движения или при пересечении двух сильно различающихся по интенсивности поворачивающего движения дорог, но с нагрузкой на зону переплетения не более 800 авт./ч.

В городских условиях в транспортной развязке «клеверный лист» сохраняется лишь схема организации левоповоротного движения — петлевые съезды. Планировка всего пересечения претерпевает очень серьезные изменения. Из-за недостатка площади развязка вытягивается вдоль главного транспортного сооружения. Если на автомобильных дорогах «клеверный лист» занимает 10—15 га, то в городе 3,0—3,5 га. Следствием этого часто являются уменьшение радиусов съездов до 5—10 м, уменьшение их ширины до двух полос движения и отказ от переходно-скоростных полос.

Транспортная развязка с распределительным кольцом. В развязках этого типа реализована схема организации левого поворота на кольцевых пересечениях (рисунок 7.15). Достоинствами этой схемы развязки являются простота ее планировочного решения, понятность для водителя. В зависимости от интенсивности движения по второстепенной дороге эта развязка может иметь два путепровода с выходом на распределительное кольцо всего потока с второстепенного направления и пять путепроводов с выходом на распределительное кольцо только поворачивающих потоков. Потоки прямых направлений в последнем случае проходят без помех.



а—с двумя путепроводами; **б—с** пятью путепроводами; **в** — на пересечении нескольких дорог; **г** — в городских условиях

Рисунок 7.15 -Транспортная развязка с распределительными кольцами

В городских условиях транспортная развязка с распределительным кольцом применяется довольно широко, особенно на пересечении магистральной улицы с улицами местного значения. Распределительное кольцо позволяет вывести на развязку несколько улиц (рисунок 7.15).

Для размещения развязки с распределительным кольцом необходима ширина улицы в красных линиях более 50 м.

Транспортные развязки левоповоротного типа. Такие развязки имеют один или несколько прямых или полупрямых левоповоротных съездов. Эти съезды обеспечивают направления, загрузка которых превышает пропускную способ-

ность петлевых съездов и делает их эксплуатацию из-за больших очередей нецелесообразной. Их, как правило, стремятся совместить, поскольку полупрямые левоповоротные съезды требуют строительства дополнительных путепроводов. Объединенные съезды требуют двух дополнительных путепроводов, отдельные — четырех (рисунок 7.16).

Пропускная способность всех съездов значительно выше, чем на развязке «клеверный лист». У петлевых съездов исключены зоны переплетения, вследствие чего пропускная способность их увеличивается на 40—60%. Развязки подобного типа целесообразны на пересечениях многополосных дорог высших категорий.

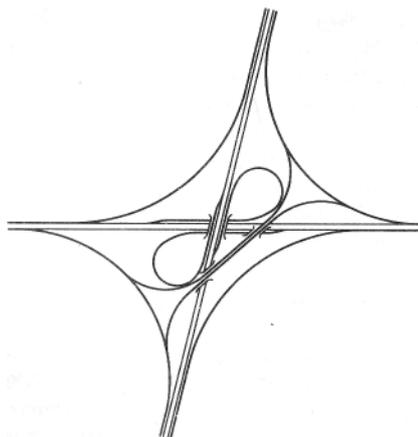


Рисунок 7.16 - Левоповоротная транспортная развязка с двумя полупрямыми левоповоротными съездами

Вопросы для самостоятельного контроля

1. Что обозначает понятие «пропускная способность нерегулируемого пересечения»?
2. В чем преимущества канализированного пересечения? Основные принципы построения канализированного пересечения.
3. Чем отличается прямой левоповоротный съезд от полупрямого?
4. Как отличить полное пересечение в двух уровнях от неполного?
5. Какие мероприятия позволяют повысить пропускную способность петлевого съезда?
6. Перечислить показатели, характеризующие пропускную способность пересечения «клеверный лист».

8 ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГОРОДСКИХ УЛИЦ

8.1 Инженерные сети и их размещение

Городские улицы имеют многофункциональное назначение: кроме пропуска пешеходов и транспортных средств, они служат для размещения подземных и частично наземных инженерных сетей.

Для жизни современного города необходима подача к жилым, промышленным и административным районам воды, тепла, электроэнергии, газа, кабелей связи и отвод от этих территорий сточных, промышленных и фекально-бытовых вод. Все это должно осуществляться с помощью специальных инженерных сетей, большая часть которых должна располагаться под поверхностью улицы. Любой из элементов этой сети, расположенных на поверхности, будет портить внешний вид улицы и создавать помехи для движения транспортных средств и пешеходов.

Инженерные сети разделяют на трубопроводные, кабельные и тоннельные. Глубина их заложения зависит от вида сетей, возможности повреждения их движущимися транспортными средствами и глубины промерзания грунтов. В зависимости от вида сетей минимальная глубина заложения до верха трубы или кабеля приведена в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Глубина заложения инженерных коммуникаций, м

Водопровод диаметром, мм: до 300 300—600 более 600	0,2 ниже границы промерзания грунта на 0,25 диаметра трубы выше границы промерзания грунта на 0,5 диаметра трубы выше границы промерзания грунта
Канализационная труба диаметром, мм: до 500 более 500	на 0,3 выше глубины промерзания на 0,5 выше глубины промерзания, но не менее 0,7 до верха трубы
Газопровод для транспортирования газа: Жидкого Осушенного	ниже границы промерзания грунта 0,8—0,9
Трубопровод: в каналах при бесканальной прокладке	0,5 0,7
Кабель	0,7—1

Глубина промерзания грунтов зависит от их гранулометрического состава и характера увлажнения местности. Чем более пористый грунт, тем ниже его теплопроводность и меньше глубина промерзания. Заполнение пор грунтовой водой увеличивает скорость и глубину промерзания. В Кургане глубина промерзания изменяется в зависимости от характера грунтов от 2,5 до 3м.

Для суглинистых грунтов и глин глубины промерзания на 10—12%, а для пылеватых грунтов на 12—15% больше.

Городские территории, особенно старые, насыщались инженерными сетями постепенно, поэтому большая часть сетей прокладывалась раздельным способом. При реконструкции улицы они должны объединяться в совместную прокладку (коллекторы), однако основная часть территории Кургана обслуживается сетями раздельной прокладки.

Расположение инженерных сетей в плане улицы зависит от их вида и мощности (таблица 8.1). Современная тенденция в градостроительстве - выделение специальных (технических) полос в поперечнике улицы для размещения всех сетей. Ширина этой полосы должна быть 10—20 м, поэтому разместить ее можно только на улицах магистрального типа. При ограниченной ширине улиц инженерные сети приходится прокладывать под тротуарами, разделительными полосами, газонами, а затем вскрывать при каждом ремонте и затем восстанавливать дорожные одежды, при таких ремонтах практически всегда происходит ухудшение транспортно-эксплуатационных характеристик проезжей части улиц.

Таблица 8.2 - Минимальные допустимые расстояния от инженерных сетей до зданий и сооружений, м

Вид сети	Наименьшие расстояния в плане от инженерных сетей до зданий и сооружений, м					
	До фунда- ментов зда- ний, соору- жений, тонн- нелей	До оси пути трамвая	До края проезжей части	До опор воздушных электри- ческих линий напряжением, кВ		
				До 1	1—35	100
1	2	3	4	5	6	7
Водопровод и напорная канализация	5	2,8	2	1	2	3
Канализация самотеч- ная и дренажи	<u>3</u>	<u>2,8</u>	<u>1,5</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Газопровод давления, Н:						
до 5	<u>2</u>	<u>2,8</u>	<u>1,5</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>10</u>
0,5—30	<u>4</u>	<u>2,8</u>	<u>1,5</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>10</u>
30—60	<u>7</u>	<u>3,8</u>	<u>2,5</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>10</u>
60—120	<u>10</u>	<u>3,8</u>	<u>2,5</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>10</u>
Тепловая сеть (от на- ружной стенки канала)	<u>2</u>	<u>2,8</u>	<u>1,5</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Кабель силовой	<u>0,6</u>	<u>2,8</u>	<u>1,5</u>	<u>0,5</u>	<u>10</u>	<u>10</u>
Кабель связи	<u>0,6</u>	<u>2,8</u>	<u>1,5</u>			
Общий коллектор	<u>2,0</u>	<u>2,8</u>	<u>1,5</u>	<u>1,5</u>	<u>5</u>	<u>10</u>

При совмещении инженерных сетей необходимо выдерживать расстояния между ними. Это повышает безопасность и устраняет взаимные помехи при работе коммуникаций (таблица 8.2).

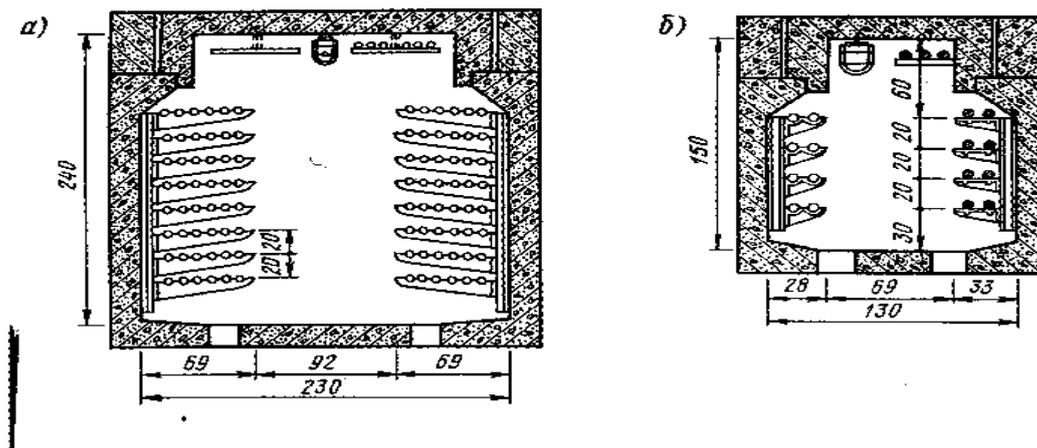
При разработке схем организации движения, меняющих планировку отдельных элементов улиц в зоне расположения инженерных сетей, особое внимание должно быть уделено сетям мелкого заложения — кабелям. Расстояния между ними при бесканальной прокладке следующие, см:

Контрольные	5
Силовые напряжением, кВ:	
до 10	10
более 10	25
Сильного и слабого токов	50
Специальные	50

Примеры расположения подземных сетей на городских улицах показаны в гл. 4 (рисунок 4.1—4.6). Наиболее прогрессивной является совмещенная прокладка в коллекторах. Эти коллекторы в зависимости от размеров поперечного сечения делятся на проходные с высотой в свету более 2,5 м и полупроходные (рисунок 8.1). Минимальная глубина заложения верха перекрытия коллектора должна быть 0,5—0,7 м. Продольный уклон коллектора для обеспечения внутреннего водоотвода должен быть не менее 5%. От стен зданий и фундаментов сооружений коллекторы располагают на расстоянии, обеспечивающем размещение камер ответвлений.

Таблица 8.3 - Минимальные расстояния между инженерными коммуникациями

Вид сети	Расстояние до сетей, м				
	Водопр-вод	Канализа-ция	Газопр-вод	Теплопр-вод	Кабель
Водопровод	1,5	1,5-3,0	1,0-5,0	1,5	0,5
Канализация, водосток	1,5	3,0	1,0-5,0	1,5	0,5
Дренаж	1,5	—	1,0	—	1,0
Газопровод давления:					
низкого	1,0	1,0	—	2,0	1,0
Среднего	1,5-2,0	1,5-2,0	—	2,0	1,0
высокого	5,0	5,0	—	4,0	1,5-2,0
Теплопровод	1,5	1,0	1,0-5,0	2,0	2,0
Кабель	0,5	1,0	1,0-2,0	2,0	0,1-0,5



а — проходной; б — полупроходной для кабелей

Рисунок 8.1 - Коллекторы для совместной прокладки инженерных сетей

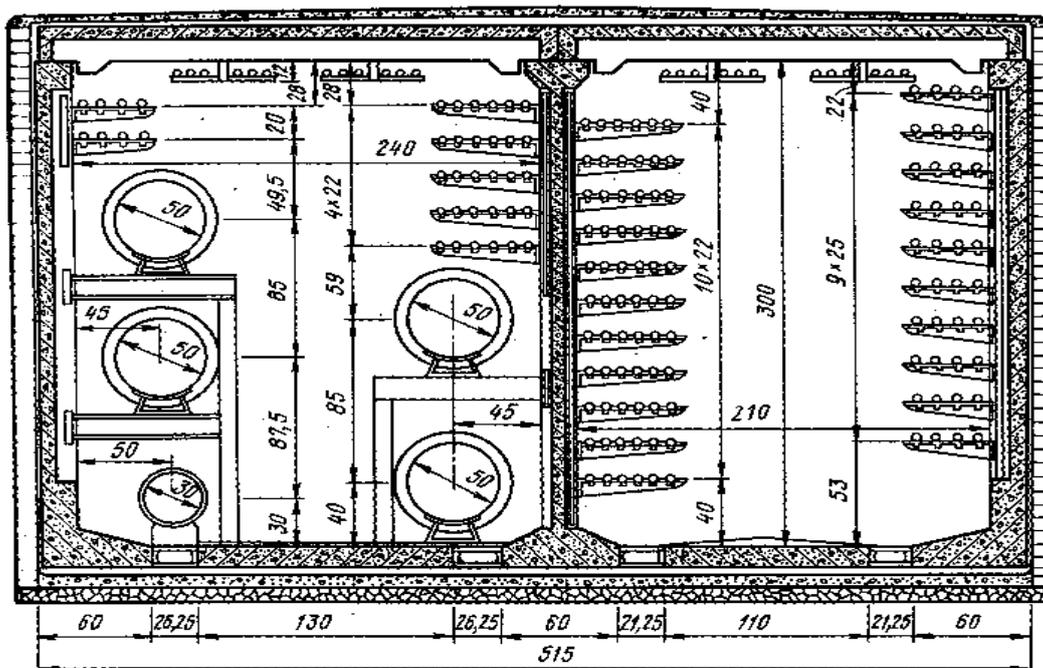


Рисунок 8.2. - Коллектор для совместной прокладки инженерных сетей двухсекционный проходной

Таблица 8.5 - Способы прокладки коммуникаций

Вид сети	Способ прокладок	Применение
Электрокабели силовой и связи	В грунте	При прокладке до 5 кабелей, временные прокладки
	В блоках или трубах	Прокладка до 20 кабелей
	В непроходных каналах	Прокладка до 40 кабелей
	В проходных коллекторах	Прокладка более 40 кабелей
Теплопровод	В грунте	Сухие грунты. Внутриквартальные сети
	В непроходных каналах	Прокладка магистральных теплопроводов
	В полупроходных коллекторах	Под проезжими частями улиц
Канализация всех видов	В грунте	Во всех случаях (основной вид прокладок)
Водопровод	То же	То же
Газопровод	То же	То же
Совместная прокладка кабелей, теплопроводов, водопровода	В общих проходных коллекторах	При отсутствии в поперечнике улицы свободных мест на магистральных улицах

8.2 Освещение улиц

Источниками света для освещения улиц и площадей являются лампы накаливания, люминесцентные и ртутные лампы. Затраты на устройство освещения наименьшие при использовании ламп накаливания, однако их применение связано с наибольшими эксплуатационными затратами. Световой коэффициент полезного действия ламп накаливания не превышает 4%, поэтому их применяют для освещения городских территорий, не требующих высоких уровней освещенности: проездов, площадок, стоянок. Для освещения магистральных улиц и площадей в настоящее время используют газоразрядные источники света.

К газоразрядным лампам, применяемым в осветительных установках, относятся люминесцентные трубчатые лампы низкого давления, ртутные высокого давления, ксеноновые и натриевые лампы, КПД которых составляет около 17—18%, что делает их очень экономичными при эксплуатации.

Поверхность лампы обладает высокой яркостью и оказывает слепящее воздействие. Для уменьшения этого воздействия ее помещают в специальную арматуру, которая вместе с лампой образует светильник. Характеристиками светильников являются светораспределение (изолинии силы света на освещаемой поверхности), яркость в заданных направлениях и КПД.

Нормы освещения остаются неизменными при любых источниках света. Мощность и расположение осветительных установок рассчитывают с коэффициентом запаса 1,3 для ламп накаливания и 1,5 для газоразрядных ламп. Такой большой коэффициент запаса вызван потерей светового потока при загрязнении поверхности ламп и особенно при снижении напряжения в системе электропитания.

Для магистральных улиц шаг расположения осветительных опор составляет 30—60 м. Отношение шага опор к высоте подвеса светильников должно быть не более 5:1 на улицах всех категорий. Исключение составляет шахматная схема размещения, для нее допустимое соотношение 7:1.

На транспортных развязках наилучшие результаты достигаются при освещении мощными светильниками, установленными на высоте 25—30 м. При использовании стандартных светильников особое внимание следует уделить освещению конфликтных зон на входах на съезды и выходах с них, а также зон переплетения потоков.

Осветительные опоры должны располагаться на расстоянии не менее 0,6 м от лицевой грани бортового камня до наружной поверхности (цоколя опоры). На жилых улицах это расстояние может быть уменьшено до 0,3 м. На закруглениях и съездах опоры должны располагаться не ближе 1,5 м от начала кривой.

Высота подвеса светильников зависит от функционального назначения освещаемой поверхности. Над проезжей частью улиц и площадей высота подвеса должна быть не менее 6,5 м, над контактной сетью трамвая — не менее 8 м от головки рельса, для троллейбуса — 9 м от уровня проезжей части.

При освещении пересечений расположение осветительных опор должно соответствовать схеме организации движения: на примыканиях одна из опор

должна стоять на продолжении оси движения примыкающей улицы. На пересечениях должны быть освещены наиболее опасные зоны в центральной части.

На транспортных развязках наилучшие результаты достигаются при освещении мощными светильниками, установленными на высоте 25—30 м. При использовании стандартных светильников особое внимание следует уделить освещению конфликтных зон на входах на съезды и выходах с них, а также зон переплетения потоков.

Осветительные опоры должны располагаться на расстоянии не менее 0,6 м от лицевой грани бортового камня до наружной поверхности (цоколя опоры). На жилых улицах это расстояние может быть уменьшено до 0,3 м. На закруглениях и съездах опоры должны располагаться не ближе 1,5 м от начала кривой.

8.3 Озеленение улиц и дорог

Озеленение улиц включает размещение в пределах красных линий деревьев, кустарников, газонов. Озеленение выполняет несколько функций: архитектурно-декоративную; защитную (от пыли, грязи); очищения воздуха от выбросов автомобильного транспорта; разделения потоков автомобилей и пешеходов.

Озеленение улиц является частью комплекса работ по озеленению городской территории. Эти работы учитывают общепланировочные задачи города, требования ландшафтной архитектуры, дендрологии, гидрогеологические и климатические условия. Для улиц характерна рядовая посадка деревьев и кустарников. Предпочтение отдается деревьям с густой кроной. Такие деревья имеют большую общую поверхность листьев. Это позволяет им поглощать больше углекислого газа, давать тень и защищать пешеходов от солнечных лучей. К ним относятся липа, тополь, клен, каштан, а также яблоня и груша. В южных районах сажают декоративные деревья.

Из кустарниковых пород, выполняющих защитную функцию, в городах используют акацию, лавровишню, жасмин, жимолость.

Для устройства газонов по слою растительного грунта толщиной не менее 0,2 м производят посев смеси трав. Наибольшее распространение получают смеси гребеника обыкновенного, мятлика лугового, райграса английского, красной овсяницы. Ширина зеленых полос зависит от вида зеленых насаждений и имеет следующие значения, м:

Газон с рядовой посадкой деревьев в одном ряду с кустарником:	
однорядная посадка	2
двухрядная	5
Газон с однорядной посадкой кустарников:	
высоких (более 1,8 м)	1,2
средних (до 1,8 м)	1,0
Газон с групповой или куртинной посадкой деревьев	4,5
То же, кустарников	3,0
Газон	1,0

При многорядной посадке кустарников необходимо ширину полосы увеличивать на 0,5—0,6 м для каждой дополнительной полосы.

Корневая система деревьев и кустарников может повреждать фундаменты зданий, сооружений и инженерные сети, укладываемые под поверхностью улиц. Для предотвращения этих повреждений при размещении насаждений необходимо выдерживать следующие расстояния от зданий и сооружений до кустарников и деревьев (таблица 8.6)

Таблица 8.6 - Расстояния от зеленых насаждений до конструктивных элементов инженерных сооружений, м

Наименование конструктивного элемента	До оси кустарника	До оси дерева
Наружные стены зданий и сооружений	1,5	5,0
Трамвайные пути	3,0	5,0
Края тротуаров и садовых дорожек	0,5	0,7
Края проезжих частей улиц и дорог	1,0	2,0
Мачты и опоры осветительной сети	—	4,0
Подземные сети:		
газопровод и канализация	—	1,5
теплопровод (от стен канала)	1,0	2,0
водопровод и дренажи	—	2,0
силовые кабели и кабели связи	1,0	2,0

При посадке деревьев вдоль тротуара необходимо для обеспечения жизнедеятельности деревьев оставлять около ствола открытый грунт площадью не менее 4 м². Расстояние между деревьями принимают более 2—4 диаметров их крон в зрелом возрасте.

Все виды зеленых насаждений, размещаемые в пределах красных линий улицы, не должны ограничивать видимость, особенно боковую, на пересечениях улиц.

Вопросы для самостоятельного контроля

1. Под какой частью улицы рекомендуется прокладывать инженерные коммуникации?
2. По каким показателям нормируется освещенность проезжей части улицы?
3. От чего зависит выбор способа прокладки инженерной коммуникации?

9 ОРГАНИЗАЦИЯ РЕЛЬЕФА, ВОДООТВОД С ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

9.1 Вертикальная планировка

Под вертикальной планировкой городских территорий подразумевается изменение существующего рельефа местности с целью получения нового рельефа с геометрическими характеристиками, позволяющими прокладывать дороги, инженерные коммуникации, строить здания и сооружения, а также обеспе-

чить удобные условия для движения пешеходов, автомобилей и отвод поверхностных стоков.

Вертикальная планировка как раздел проекта генплана города - это чертежи, на которых изображен проектируемый рельеф. Вертикальная планировка может охватывать всю территорию города, увязывая между собой взаимное высотное расположение улиц и сооружений на территории города и входит в комплект чертежей на строительство каждого отдельного объекта. Решение вертикальной планировки застраиваемых территорий определяется характером естественного рельефа, размерами города, видом застройки и может существенно различаться в зависимости от конкретных условий.

Вертикальная планировка городской территории обычно выполняется в несколько этапов. На первом этапе составляют схему вертикальной планировки для решения общих вопросов высотной увязки и расположения площадей, пересечений магистральных улиц, мостов, путепроводов, а также определение основных направлений сброса поверхностных вод и расположение водосточных коллекторов (рисунок 9.1).

На втором этапе схему вертикальной планировки решают уже более детально: составляют схему планировки по осям проездов и схему водоотвода по кварталам, намечают трассы главных водосточных коллекторов. Эти решения являются основой для разработки проектов инженерной подготовки и оборудования городской территории. На схеме вертикальной планировки должны быть указаны проектные и черные отметки пересечений улиц, мостов, путепроводов.

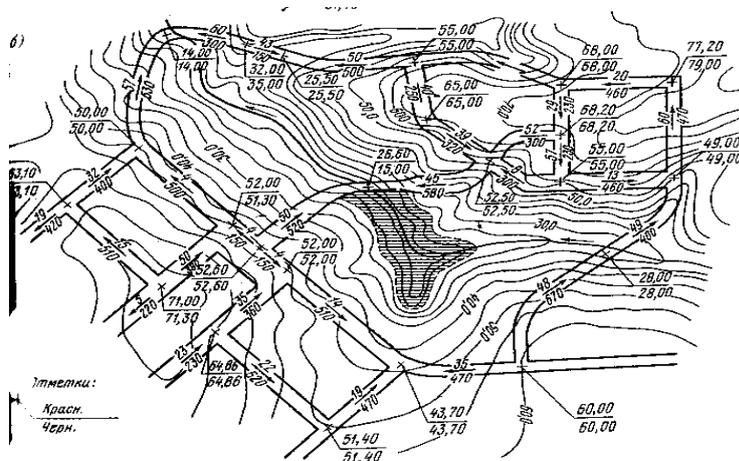


Рисунок 9.1 - Схема высотного решения территории города

Проект вертикальной планировки состоит из двух разделов: вертикальная планировка улицы (города), с изображением рельефа в проектных горизонталях и картограммой земляных работ. На плане в горизонталях изображается естественный рельеф в черных горизонталях и проектная поверхность в виде красных горизонталей.

Закладываемые в проекте уклоны поверхностей выбираются из условия сохранности спланированной поверхности, то есть от вида имеющихся на данной территории грунтов. Скорости течения воды и продольные уклоны, при которых начинается размыв грунта, приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Скорости течения воды и продольные уклоны, при которых начинается размыв грунта

Вид грунта или материал укрепления поверхности для стока воды	Скорость течения воды м/с.	Уклон ‰
Илистые грунты	0,05	5—7
Растительный грунт	0,10	10
Мелкий песок	0,15	12—15
Супесь	0,25	20
Суглинок	0,4—0,5	20—25
Щебенистый грунт	1,5—1,8	30—40
Каменистый грунт, мощение	2,50	50
Укрепление лотка бетоном	более 5,0	Более 100

Величина поперечного уклона зависит от типа покрытия элемента улицы. Для покрытий из цемента- или асфальтобетона, создающих ровную и гладкую поверхность, достаточным является уклон 5—20 ‰. Этот уклон обеспечивает быстрое осушение проезжей части при ширине одного ее ската до 15 м. При большей ширине на правой полосе движения толщина пленки воды может достигать более 15 мм, что может сказаться на безопасности движения. При ширине одного ската проезжей части более 15 м поперечный уклон должен быть увеличен: при 17 м до 25 ‰; при 20 м до 30 ‰. На тротуарах в связи с тем, что покрытия их имеют меньшую прочность и твердость, чем на проезжей части, и как следствие этого — большее число просадок, вмятин и выбоин, для быстрого стока воды поперечный уклон рекомендуется назначать не менее 40 ‰. При устройстве покрытия из штучного материала, поперечный уклон тротуара может быть увеличен до 50 ‰.

Для разделительных полос, технических зон и полос озеленения размер и направление поперечного уклона выбирают таким образом, чтобы вода с них, несущая с собой частицы грунта и растений, не попадала на тротуары и проезжую часть. С этой целью разделительная полоса либо не имеет поперечного уклона, либо делается вогнутого профиля (при ширине 6 м и более) с уклоном к оси улицы, где располагаются лоток и водоприемные колодцы, до 40 ‰. На полосах озеленения при ширине полос до 4 м поперечные уклоны не рекомендуются. На более широких полосах необходимо предусматривать вогнутый поперечный профиль уклонами не менее 20 ‰. Возможен и односкатный поперечный профиль этих полос, но с обязательным расположением лотка на границе полосы озеленения. При ширине полосы озеленения более 6 м поперечный уклон из-за опасности размыва грунта не должен превышать 40 ‰.

9.2 Методы изображения проектируемого рельефа территории

Проектное решение вертикальной планировки может быть представлено двумя методами: в виде двух проекций на продольную и поперечную плоскости (метод профилей) и проектными горизонталями, изображающими поверхность улицы (метод проектных горизонталей). Оба эти метода используют на практике.

Метод профилей применяют при вертикальной планировке улиц с изменяющимся поперечным профилем городских дорог, проходящих в пригородной или парковой части города. Основные работы по планировке этим методом приходится на проектирование продольного профиля. Поверхность улицы связывают с естественным рельефом за счет подбора рабочих отметок, обеспечивающих оптимальное расположение на поверхности земли поперечного профиля. Критерием оптимизации является минимум необходимого объема земляных работ.

В практике городского строительства при проектировании продольного профиля применяют в основном метод тангенсов. Считается, что улица, продольный профиль которой запроектировав этим методом, обладает высокими архитектурными и эстетическими качествами, более удобна для застройки и расположения вдоль красных линий больших зданий. Поверхности улиц, расположенных на прямых в продольном профиле, отличаются строгостью линий, а перспектива улиц — четкостью и хорошей видимостью. В современном градостроительстве это качество особенно ценится у магистральных улиц. Однако при пересеченном рельефе такая планировка улиц выглядит очень жесткой. Она не вписывается в рельеф, а разрезает его. При этом возникают трудности и с расположением зданий по красным линиям. В таком рельефе предпочтительнее при проектировании продольного профиля использовать метод кривых. С его помощью можно проложить поверхность улицы очень близко к поверхности земли, добиться вписывания улицы в рельеф и снизить объем земляных работ. Этот эффект реализуется в наибольшей степени на улицах, протрассированных кривыми в плане.

Поперечные профили строят с частотой, необходимой для полного отражения рельефа местности: в сложном рельефе через 20 -30 м; в монотонном, слабо расчлененном через 50 — 100 м. Расстояния между поперечными профилями могут быть неодинаковыми: они располагаются не только по пикетам, но и в характерных точках рельефа и по главным планировочным осям участка — направлениям основных внутриквартальных проездов, осям зданий. Совокупность продольного и поперечных профилей представляет собой запроектированную поверхность. Это представление тем полнее, чем чаще расположены поперечные профили.

Изображение продольных и поперечных профилей подробно рассматривается в дисциплине «Инженерная графика», принципиального отличия продольных и поперечных профилей дорог общего пользования и городских дорог нет.

Метод проектных горизонталей применяют при детальном проектировании. С помощью этого метода проектирования поверхность изображают на плане улицы по тому же принципу, что и рельеф: проектные горизонталей являются проекциями линий пересечения проектируемых поверхностей с горизонтальными плоскостями с одинаковым превышением друг над другом. Проектные горизонталей накладывают на горизонталей естественного рельефа. При этом наглядно изображается положение новой поверхности относительно существ-

вующей в любом месте плана улицы. Этот метод позволяет точно учесть даже небольшие изменения в рельефе местности.

Запроектированная поверхность характеризуется формой и расположением горизонталей. Все проектные горизонтали проводят при постоянном сечении, которое выбирают в зависимости от сложности рельефа и масштаба чертежа. Для детального проектирования выбирают масштаб 1:500 или 1:1000, редко 1:1200.

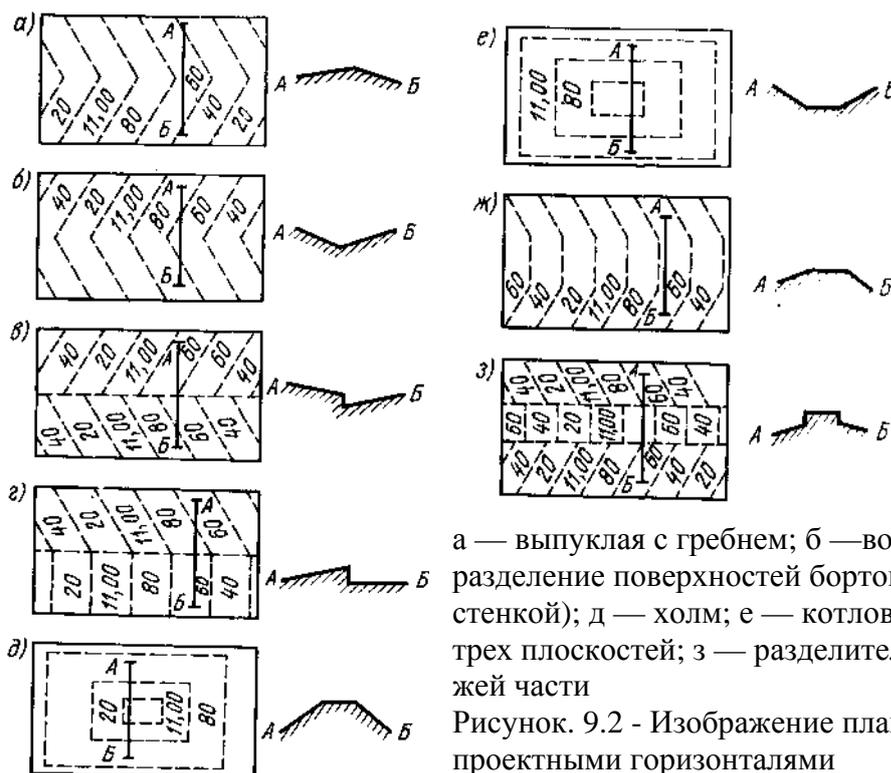
Над проектными горизонталями должны быть указаны их отметки: кратные метру горизонтали надписывают полностью, над остальными проставляют только первые две цифры после запятой.

Очертания проектных горизонталей зависят от формы запроектированной поверхности (рисунок 9.2). Расстояния между горизонталями характеризуют уклон. Если продольный и поперечный уклоны не равны между собой, расстояния между горизонталями также не одинаковы. Излом горизонталей говорит о том, что поверхность имеет несколько скатов, угол, образованный горизонталью, направленный в сторону меньших отметок, означает гребень, в сторону больших отметок — лоток. Разрывы и смещения горизонталей у планировочных элементов показывают вертикальную стенку, высота которой равна разности отметок двух горизонталей, примыкающих к линии с разных сторон.

Таблица 9.1 - Рекомендуемые сечения проектных горизонталей, м

Уклон поверхности, %	Рекомендуемые сечения горизонталей (м) при масштабе		
	1:500	1:1000	1:2000
До 5	0,1	0,1	0,2
5—10	0,1	0,2	0,2
10—30	0,1—0,2	2(0,25)	0,5
30	0,2(0,25)	0,2(0,5)	0,5

Примечание. В скобках показано сечение горизонталей при монотонном рельефе



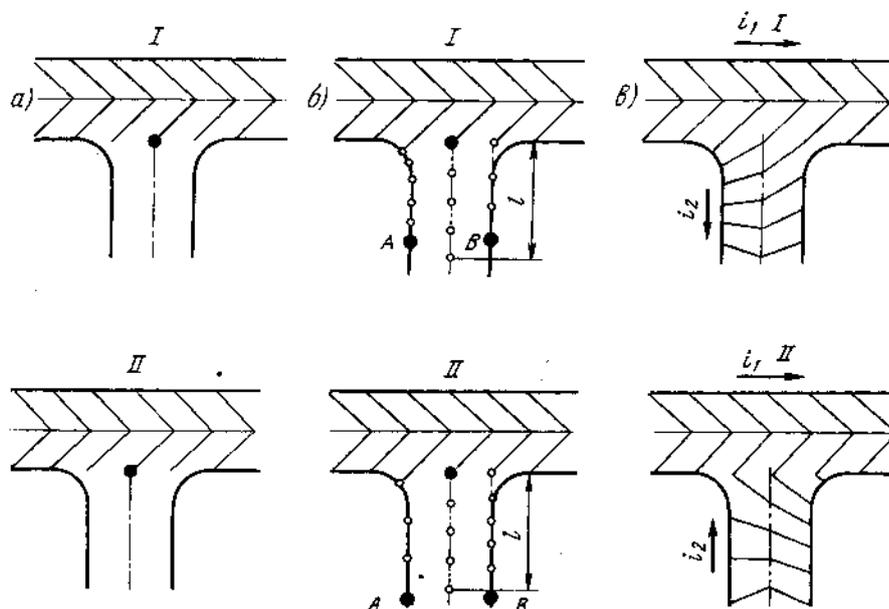
а — выпуклая с гребнем; б — вогнутая с лотком; в, г — разделение поверхностей бортовым камнем (подпорной стенкой); д — холм; е — котловина; ж — сопряжение трех плоскостей; з — разделительная полоса на проезжей части

Рисунок 9.2 - Изображение планируемой поверхности проектными горизонталями

Концентрично расположенные замкнутые горизонталы с уменьшающимися от центра отметками означают холм, с увеличивающимися — котловину.

Очертания и положения проектных горизонталей в плане зависят от формы поверхности улицы и продольного уклона. В продольном профиле представлены все линии, ограничивающие планировочные элементы улицы. Показано положение секущих плоскостей, превышение которых друг над другом равно сечению горизонталей. Точки встречи этих плоскостей с линиями в продольном профиле показывают положение горизонталей. Расстояние l_0 между горизонталями определяется продольным уклоном (i_0) и сечением горизонталей (Δh): $l_0 = \Delta h / i_0$.

Если планировочные элементы имеют одинаковый продольный уклон, это расстояние остается по всей ширине улицы постоянным, а горизонталы в пределах одной плоскости параллельны друг другу.



I — от главной; II — в сторону главной; а — вертикальная планировка главной улицы; б — градуирование линий в пределах размотки; в — продольные уклоны главной и второстепенной дорог

Рисунок 9.3 - Последовательность проектирования сопряжения главной и второстепенной улиц при уклоне по второстепенной улице

Вопросы для самостоятельного контроля

1. Что понимается под термином вертикальная планировка? Для чего разрабатывают чертежи вертикальной планировки?
2. Каким способом решают отвод воды с территории с малыми продольными уклонами?
3. Какие минимальные продольные уклоны допускаются при проектировании проезжей части улиц?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов. –М.: Транспорт, 1990. –239 с.
2. Фишельсон М. С. Городские пути сообщения. - М.: Высш. Школа, 1980. -296 с.
3. Сафронов Э. А. Транспортные системы городов. - Омск: СибАДИ, 1996.-237 с.
4. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей. - Новосибирск: Наука, 2004 -266 с.
5. Руководство по проектированию городских улиц и дорог. М.: Стройиздат, 1980.
6. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1987.
7. Иен Г.Хеггис, Пьер Вискерс Управление и финансирование автомобильных дорог в рыночных условиях. Всемирный Банк Вашингтон.
8. Кейрос Ц. Техничко-экономические проблемы ремонта и содержания автомобильных дорог. М 1995
9. Design Standards and Guidelines For Eugene Streets, Sidewalks, Bike-waysand Accessways, November 1999
10. Менделеев Г.А. Транспорт в планировке городов. - М., 2005.
11. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги.
12. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги.
13. СНиП 2.07.01-89. Планировка и застройка городов и сельских поселений.
14. ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы.
15. ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения.
16. ВСН 25-86 Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах.
17. ВСН 24-88 Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог.
18. ТСН 32-302 2003. Устройство внеуличных пешеходных переходов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1	Функциональное зонирование и структура улично-дорожной сети	3
1.1	Проблемы организации движения автомобильного транспорта в современном городе	3
1.2	Функциональное зонирование города	6
1.3	Планировочные схемы связи внешних автомобильных дорог с территорией города	10
1.4	Планировочные схемы уличной сети городов	11
1.5	Классификация городских улиц	13
2	Городское движение	18
2.1	Подвижность городского населения	18
2.2	Закономерности движения автомобильного транспорта на городских улицах	20
2.3	Методы расчета и прогнозирования интенсивности движения на городских улицах	22
3	Пропускная способность улиц города	25
3.1	Пропускная способность полосы движения	25
3.2	Пропускная способность многополосной проезжей части улицы	27
3.3	Рациональные уровни загрузки улиц движением	30
4	Поперечное сечение городской улицы	32
4.1	Элементы поперечного профиля	31
4.2	Ширина полосы движения	34
5	Пешеходное движение в городах	39
5.1	Определение интенсивности пешеходного движения	39
5.2	Параметры городских пешеходных потоков	40
5.3	Внеуличные пешеходные переходы	42
6	Автомобильные стоянки в городах	44
6.1	Классификация автомобильных стоянок	44
6.2	Расчет потребности в автомобильных стоянках	45
7	Пересечения городских улиц	47
7.1	Движение автотранспорта на пересечениях в одном уровне	47
7.2	Канализирование пересечений	49
7.3	Кольцевые саморегулируемые пересечения	56
7.4	Пропускная способность регулируемых пересечений в одном уровне	60
7.5	Пересечения с развязкой движения в двух уровнях	60
7.5.1	Не полные и полные пересечения в двух уровнях	61
7.5.2	Полные пересечения в разных уровнях	62
8	Инженерное оборудование городских улиц	67
8.1	Инженерные сети и их размещение	67
8.2	Освещение улиц	71

8.3	Озеленение улиц и дорог	72
9	Организация рельефа, водоотвод с городской территории	73
9.1	Вертикальная планировка	73
9.2.	Методы изображения проектируемого рельефа территории	75
	Список литературы	79

Учебное издание

Баймиструк Александр Станиславович

ТРАНСПОРТНАЯ ПЛАНИРОВКА ГОРОДОВ

Учебное пособие

Редактор Н.А. Леготина

Подписано к печати	Печать трафаретная	Бумага тип. № 1
Формат 60x84 1/16	Усл.п.л. 5,25	Уч. изд. л. 5,25
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

РИЦ Курганского государственного университета
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет