

Министерство науки и образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Кафедра организации перевозок и безопасности движения
(название кафедры)

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____ В.А. Зеликов
(подпись) (инициалы и фамилия)

(число, месяц, год)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
НА СОИСКАНИЕ СТЕПЕНИ МАГИСТРА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ПАРКОВОК ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД
ВОРОНЕЖ
(тема)

23.04.01 – Технология транспортных процессов
(код и наименование направления подготовки)

Студент группы БД4-161-ЗМ _____ Д.М. Костина
(обозначение группы) (подпись) (инициалы и фамилия)

Руководитель, к.т.н., доцент _____ Э.Н. Бусарин
(ученая степень, ученое звание) (подпись) (инициалы и фамилия)

Консультант по оформлению _____ Г.Н. Климова
(подпись) (инициалы и фамилия)

Воронеж 2019
(год)

Министерство науки и образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Кафедра _____
(название кафедры)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

(подпись) (инициалы и фамилия)

(число, месяц, год)

**ЗАДАНИЕ
НА МАГИСТЕРСКУЮ ДИССЕРТАЦИЮ**

Студенту _____
(фамилия и полные инициалы)

Группы _____

(тема)

(код и наименование направления подготовки)

Утверждена приказом по университету № _____ от «___» _____ 201__ г.

Срок представления диссертации к защите «___» _____ 201__ г.

Исходные данные для диссертации: _____

Перечень вопросов, подлежащих разработке: _____

Перечень графических документов или иллюстративного материала:

Руководитель диссертации, _____ (ученая степень, ученое звание) _____ (подпись) _____ (инициалы и фамилия)

Консультант по оформлению ВКР _____ (инициалы и фамилия)

Задание принял студент _____ (подпись) _____ (число, месяц, год) _____ (инициалы и фамилия)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Анализ проведенных исследований организации парковки на улично-дорожной сети городов	9
1.1. Анализ проведенных исследований организации парковки на улично-дорожной сети городов в России и за рубежом	9
1.2. Модели повышения эффективности оптимизации парковки	9
1.3. Анализ изменения режима парковки с учетом зарубежного опыта	14
1.4. Методы организации парковки в центральной части города с учетом пропускной способности улично-дорожной сети и зарубежного опыта	14
1.5. Структура организации парковки в городском округе город Воронеж	17
2 Характеристика уровня развития парковочного пространства на территории городского округа город Воронеж	21
2.1. Характеристика распределения транспортной нагрузки по улично-дорожной сети центрального района городского округа город Воронеж	21
2.2 Исследование пешеходного движения	23
2.3. Анализ обеспеченности территории города местами хранения транспорта	25
2.4 Исследование дорожно-транспортных происшествий	27
3 Анализ методов исследования дорожного движения и организации парковочного пространства	28
3.1 Методика определения пропускной способности	28
3.2 Анализ методов организации парковочного пространства	32
3.3 Рекомендации по геометрическим размерам парковочных мест при организации дорожного движения	37

4	Анализ парковки на одном из участков улично-дорожной сети городского округа города Воронеж	51
	4.1 Классификация и показатели эффективности применения технических средств организации дорожного движения	51
	4.2 Установка пешеходных ограждений	52
	4.3 Условия строительства подземного пешеходного перехода	54
	4.4 Расчет фактической интенсивности транспортных потоков	55
	4.5 Расчет цикла светофорного регулирования	56
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	68

ВВЕДЕНИЕ

Анализ современного состояния транспортной инфраструктуры городов, системы организации дорожного движения, научных исследований в области организации дорожного движения показывает высокую актуальность исследований направленных на изучение и управление парковочным пространством и влиянием его на пропускную способность улично-дорожной сети городов.

Согласно проведенных исследований в последние годы особое внимание уделялось диспропорции между темпами развития автомобилизации и темпами развития улично-дорожной сети, однако дефицит парковочного пространства в городах (особенно городах мегаполисах) выдвигает на одно из центральных мест в транспортных проблемах городов, задачу комплексного решения управления парковками. В городах Российской Федерации обеспеченность местами для хранения автомобилей по месту проживания населения составляет в среднем 30 - 40 %, а обеспеченность местами для парковки автомобилей у объектов тяготения в среднем не превышает 25 % от требуемого количества. Ситуация осложняется бесконтрольной парковкой транспортных средств, в связи с чем проезжая часть большинства улиц в центральной части городов используется для движения только на 35 - 50 %, а это в свою очередь приводит к соответствующему снижению пропускной способности улично-дорожной сети города [1].

Важной задачей при организации парковки является положительное влияние на пропускную способность улично-дорожной сети. Как и большинство задач организации дорожного движения управление парковками требует использования системного подхода для нахождения баланса между противоречивыми целями участников движения. Необходимо совместно осуществлять координацию мероприятий по развитию парковочного пространства с задачами управления транспортным спросом,

ограничения доступа в перегруженные центры городов, развития системы общественного транспорта. Эффективная и рациональная организация парковок является одним из факторов поведения человека при выборе способа поездки на городской территории.

В настоящее время на улично-дорожной сети в городах, в частности в городе Воронеже складывается затрудненная ситуация с парковкой и стоянкой автомобилей. Старая советская застройка города часто не предусматривает парковки рядом с офисами, магазинами и иными центрами притяжения населения из-за чего водители вынуждены парковать свои автомобили на крайней полосе, чем затрудняют движение другим автомобилям и общественному транспорту. Плотная застройка не позволяет решить данную проблему поиском иных мест парковки, так как каждый водитель имеет желание быть в шаговой доступности от автомобиля до нужного ему объекта. В жилых районах города со сложившейся застройкой эту проблему решить сложно, поэтому следует систематизировать исследования в этой области и совершенствовать имеющиеся схемы парковки применительно к конкретным участкам улично-дорожной сети городов [3].

Все выше перечисленные моменты в организации движения на улично-дорожной сети с учетом рациональной организации парковок является одним из ключевых факторов изменения поведения при выборе способа поездки на городской территории.

Поэтому актуальным является вопрос повышения эффективности функционирования автомобильных парковок и разработка системных решений, в основе которых лежит организация дорожного движения, определение условий использования различных видов транспорта для передвижения и определение спроса на парковки.

В связи с выше изложенным целью магистерской диссертации является повышение эффективности функционирования автомобильных парковок.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- выявить основные теоретические и методологические подходы к разработке проектов организации автомобильных парковок;
- выявить основные теоретические и методологические подходы к разработке проектов управления автомобильными парковками в общей системе организации дорожного движения;
- провести экспериментальные исследования организации дорожного движения и параметров автомобильных парковок на улично-дорожной сети городского округа города Воронежа;
- изучить влияние уличных парковок на условия дорожного движения;
- на основе исследований провести анализ парковки одного из участков улично-дорожной сети городского округа города Воронеж.

1. Анализ проведенных исследований организации парковки на улично-дорожной сети городов

1.1. Анализ проведенных исследований организации парковки на улично-дорожной сети городов в России и за рубежом

Сложившаяся ситуация связанная с дефицитом парковочных мест подталкивает городские власти на принятие жестких мер и обращение к зарубежному опыту. Опыт зарубежных стран, с высоким уровнем автомобилизации является ценным примером и должен быть учтен при решении вопросов организации парковок автомобилей в крупных городах Российской Федерации. Как уже упоминалось, по стандартам Евросоюза проблема парковок в пределах города считается решенной, если местами обеспечены, по крайней мере, 60 % зарегистрированных в городе автомобилей.

1.2. Модели повышения эффективности оптимизации парковки

Обзор зарубежных теоретических исследований свидетельствуют о существовании большой научной базы по решению проблем парковок. Были рассмотрены работы таких ученых как: D.Shoup, K. Button, A. Glazer, R. Arnott и J. Rowse. Также было рассмотрено исследование IBM «Global Parking Survey» [23], в котором отражена проблема парковок.

Статья K. Button посвящена тому, как институциональные структуры влияют на пути, в которых разрабатываются, продумываются и реализуются экономические решения в отношении парковок.

Так, автор использует «first best» и «second best» для решения проблемы парковок, которые учитывали бы все сферы экономической деятельности. «При «first best» автор акцентирует внимание на «ценообразовании и инвестиционных решениях относительно парковок»

[11]. Таким образом, в данном решении рассматриваются только оптимальные цены за парковку, так как действует допущение о том, что все остальное распределяется оптимально. «Политика second best» разрабатывает механизмы, которые оптимизируют использование парковок в рамках существующей правовой структуры [11].

Также, К. Button акцентирует внимание на том, что основными вопросами неоклассической экономики, которые формируют основу принципов Маршалла (basis of Marshall's Principles) или экономику благосостояния Пигу (Pigou's Economics of Welfare) являются: цены, объемы производства и структура стимулирования. Эти принципы сосредоточены на повседневных вопросах, таких как: доступность цен за стоянку автомобиля, влияние поиска парковочного места и влияние издержек на охрану окружающей среды. Таким образом, автор доказывает, что проблему парковок нельзя рассматривать изолированно от политических, экономических, социальных и др. проблем [11].

В работе «The high cost of free parking» D.Shoup автор обращает внимание на то, что если не решать проблему с парковками, то через некоторое время «для размещения автомобилей мира потребуется территория размером с Англию». Он предлагает следующие методы решения [13]:

- предоставление информации о доступных парковочных местах по радиовещанию;
- введение новых технических изобретений для оплаты парковки;
- введение тарифов оплаты с учетом спроса (цена за парковку может быть выше во время «часа пик»);
- «районы с выгодными парковками» (речь идет о том, чтобы в каждом районе муниципалитеты создавали парковки и, деньги, которые будут получены от них должны быть потрачены на улучшение района (очистка тротуаров, озеленение и т.д.), а не идти в общую казну городского фонда).

Также автор D.Shoup разработал модель, в которой показал, почему водители тратят время на поиск парковочного места (бесплатного), а не пользуются платными стоянками. Суть модели заключается в том, что на поиск бесплатного места уходит время, бензин и пр. и, если стоимость платной парковки превышает все эти издержки, то тогда выгоднее искать бесплатное парковочное место [13].

Исследования автора A. Glazer показывают, как стоимость парковок влияет на благосостояние потребителей. «Увеличение платы за стоянку в единицу времени обязательно уменьшит потребительский излишек» [12]. Однако платная стоянка снижает длительность времени каждого припарковавшегося и тем самым позволяет парковаться большему количеству людей.

Авторы R. Arnott и J. Rowse в своей работе рассмотрели модель системы парковок в районе центра города, в которой передвижение с использованием общественного транспорта и передвижение с использованием личного автомобиля являются конкурирующими способами передвижения. Исследование подходов к моделированию системы парковок является одним из основных направлений в области исследования влияния парковок на подвижность населения. Развитие моделей парковок позволит определить количество удерживающих парковок и их емкость и удаленность от центра, а так же определить насколько будут эффективны альтернативные политики развития транспортной системы.

Актуальность проблемы парковок доказывается результатами исследования IBM «Global Parking Survey», в котором было опрошено 8042 автомобилистов в 20 городах мира. Было выявлено, что:

- более 30 % заторов в городах всего мира возникают из-за того, что водители в поисках места для парковки создают препятствия на дороге;
- 6 из 10 опрошенных водителей по крайней мере один раз были вынуждены отказаться от поиска места для временной стоянки своего автомобиля и поехать в другое место;

- свыше четверти водителей вступали в спор с другими водителями за парковочное место;

Воронеж то же не является исключением так как уровень автомобилизации в городе постоянно растет, а количество парковочных мест остается постоянным. В настоящее время особенно в центре города количество мест для парковки не соответствует потребностям автомобилистов. В связи с этим увеличивается количество транспортных средств припаркованных с нарушением правил дорожного движения (таких как парковка во втором ряду и т.д.). Это наглядно видно по количеству штрафов за неправильную парковку выписанных автомобилистам в городе.

Нарушение правил парковки особенно в тех местах где спрос в парковке превышает предложение негативно влияет на пропускную способность улично-дорожной сети и безопасность движения транспорта в городе.

«Основная проблема с парковкой кроется в огромном количестве автомобилей на дорогах, которые строились десятки лет назад и не были рассчитаны под такое число машин», – комментируют исследование в Fibo Group [23]. К тому же конструкция зданий в Воронеже не всегда позволяет создать парковку на цокольном этаже и ниже, как это сделано в большинстве европейских городов. Помимо прочего, в России совершенно иная культура вождения: мало кто опасается штрафов, как в Европе (возможно, из-за небольшой стоимости российского наказания), еще один фактор – это специфика менталитета [23].

1.3. Анализ изменения режима парковки с учетом зарубежного опыта

Следует отметить два правовых режима парковки используемых в разных странах:

1. Ограничительный режим парковки предполагает, что парковка автомобилей разрешена везде, где не запрещена правилами дорожного движения или требованиями дорожных знаков;

2. Разрешительный режим парковки, предполагает, что парковка автомобилей запрещена везде, кроме специально отведенных мест, обозначенных соответствующими дорожными знаками [22].

В центральных районах европейских городов широко применяется такая мера, как зонирование городской территории. Речь идет об ограничении въезда личного автотранспорта в центральную часть города (в основном – историческая часть, районы деловой активности и плотной жилой застройки). Это является допустимым при условии активного развития общественного транспорта на данных территориях города. В России, в том числе и в центре Воронежа, все еще остается ограничительный парковочный режим.

При разрешительном парковочном режиме количество специально отведенных мест для стоянки автомобилей выступает барьером для въезда личного автотранспорта на ту или иную территорию города (в деловой центр, в исторические районы и т. п.). В рамках данного режима осуществляются следующие мероприятия:

- Устанавливаются дифференцированные тарифы в зависимости от местоположения парковочных мест: чем ближе к центру, тем дороже. Помимо этого, в городских центрах часто используют прогрессивную тарифную шкалу: плата за каждый последующий час парковки выше, чем за первый час. Тем самым автомобилисту дают понять, что парковочное место в центре города предназначено для того, чтобы оставить автомобиль на короткое время, а не на весь день;

- Предоставляется альтернатива для автовладельцев в виде качественного обслуживания населения общественным транспортом вблизи перехватывающей парковки (схема park&ride) [22].

Стоит отметить, что «ограниченный доступ» не означает «полный запрет». «Ограниченный доступ» подразумевает создание набора различных ограничений, целью которых является снижение привлекательности использования личного автотранспорта по сравнению с общественным: более низкая скорость движения, запрет на парковку на проезжей части улиц, плата за въезд и парковку.

Увеличение числа водителей, нарушающих правила парковки, с годами растет, что создает необходимость изучать данную проблему и предлагать меры городским властям для решения назревших проблем с качественной и безопасной организацией парковок в городе.

1.4. Методы организации парковки в центральной части города с учетом пропускной способности улично-дорожной сети и зарубежного опыта

В мировой практике введение платного доступа в центральную часть города является популярным и эффективным способом для снижения количества автомобилей, используемых для постоянных поездок в центр города.

«Идея платного доступа в центральные районы города в Европе появилась более 40 лет назад: именно тогда, когда уровень автомобилизации достиг отметки в 300–350 автомобилей на 1000 жителей, что примерно соответствует уровню автомобилизации сегодняшнего Воронежа (по данным агентства «Автостат» количество легковых автомобилей в городе Воронеже на 1 января 2018 года составило 308 автомобилей на тысячу жителей города)» [34].

Тарифы за въезд в платную зону должны быть ощутимыми для бюджета автомобилистов, чтобы способствовать отказу от использования автомобиля для поездок в центр города каждый день.

Например в Лондоне тариф за въезд в платную часть города был в размере 10,50 фунтов стерлингов, действующий по будням с 7:00 до 19:00. С

2017 года зона платного доступа была расширена; время сокращено (с 7:00 до 18:00), а стоимость въезда увеличена до 14 фунтов стерлингов. Штрафы за нарушения колеблются от 65 до 195 фунтов стерлингов. В Стокгольме плата за въезд поставлена в зависимость от времени суток, а стоимость въезда варьируется от €1 до €2,5; до 6:30 и после 18:30 – бесплатно.

Подобная схема называется «пошлинами Викри». Это модель назначения платежей за въезд в центральную зону города, величина которых зависит от плотности транспортного потока [22]. «Пошлины Викри», во-первых, ограничивают спрос на передвижения, то есть количество автомобилей в городском центре. Во-вторых, и это самое главное, они одновременно способствуют увеличению предложения транспортных услуг: полученные за счет сбора пошлин средства должны направляться на нужды улучшения городской инфраструктуры и общественного транспорта [34]. Из этого следует, что «пошлина Викри» – это эффективный способ регулирования пропускной способности транспорта в центральной части города. Для более детального понимания механизмов действия модели, рассмотрим пример.

Некоторый водитель ТС уверен, что ему надо попасть из окраины МКАДа в центр города к 10 часам утра в будний день. Время его поездки приходится на пиковые часы загрузки дорог по всему маршруту. Городские власти вводят платный въезд с 8.30 утра возле ТТК, к примеру, 100 рублей в день. Автовладелец не согласен с такой мерой, ссылаясь на то, что это дорого и несправедливо. Однако если платный въезд не устраивает автомобилиста, то истинная цена времени не столь велика для приезда в центральную часть к 10 утра на автомобиле.

Тем самым платный въезд предполагает осуществление следующих действий:

- фиксирование факта и времени въезда автомобиля в платную зону;
- оплата въезда;
- введение штрафных санкций за неоплаченный въезд.

Введение платного въезда обеспечивает снижение загрузки улично-дорожной сети центра города. Средства, полученные за счет платного въезда, направляются в бюджет города на улучшение общественного транспорта.

Следует иметь в виду, что во всех этих городах плата за въезд не отменяет необходимость оплачивать почасовой тариф за парковку, то есть представляет собой по сути дела надбавку к ежедневным обязательным затратам автовладельца на поездку в центр города.

Далее представлена Таблица 4 с краткими характеристиками основных параметров платных парковок в 10 зарубежных городах.

Таблица 4 - Сравнительные характеристики регулирования парковочного пространства в крупных городах мира

Город	Стоимость парковки за 1 час (руб.)	Время парковки	Стоимость въезда в центр (руб.)
Лондон	200	Не более 2 часов	400
Пекин	50–75	Не ограничено	бесплатно
Вашингтон	61	В среднем 2 часа	бесплатно
Амстердам	200	Не ограничено	бесплатно
Рим	40–48	Не ограничено	Запрещен в установленные часы
Вена	40–160	2–3 часа	бесплатно
Иерусалим	45–65	Не ограничено	бесплатно
Сеул	85	Не ограничено	Бесплатно, кроме двух тоннелей
Мадрид	40–80	До двух часов	бесплатно

Париж	80–120	Не более двух часов	бесплатно
-------	--------	---------------------	-----------

(Источник: Forbes)

Ни в одном рассмотренном городе нет бесплатных парковок. Цена за час чаще всего зависит от близости к центру города.

1.5. Структура организации парковки в городском округе город Воронеж

Планировка улично-дорожной сети города определяет структуру и потребность в стоянках и парковочных местах. Решение вопроса парковки в городе не является отдельной проблемой одного из районов города и относится к общему городскому решению проблемы организации парковки.

Вопрос организации парковки зависит от планировки города и может быть разделен на три вида:

- городская территория с предприятиями или организациями осуществляемые коммерческую деятельность, оказание услуг и т.д. На этой территории имеется большой спрос на парковку, особенно это наблюдается в течение дня. Ночью загрузка этой парковки минимально. Это как правило территория в центре города. Решением вопроса парковки является регулирование и организация парковки автомобилей клиентов и сотрудников в течение дня с применением элементов интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

- городская территория смешанного типа, с предприятиями осуществляемые коммерческую деятельность, оказание услуг и имеющие жилую застройку. Проблемой этой территории является количество парковочных мест и мест для хранения транспортных средств жителей в течение дня. Решение проблемы стоянки в этом случае заключается в сложной организации парковки в течение дня и в обеспечении необходимого количества парковочных мест ночью.

- городская территория с жилой застройкой и с достаточным

количеством мест для парковки в течение дня. Ночью может появиться недостаток мест для стоянки местного населения. Это характерно для районов с многоэтажными жилыми домами. Решением является увеличение площади стоянок и гаражей.

В соответствии с данным территориальным разделением выделяются основные типы стоянок:

- площади для стоянки и остановки на дорогах общего пользования;
- охраняемые стоянки;
- перехватывающие стоянки (типа "Park and Ride");
- большие площади стоянок в гаражных сооружениях.

Согласно типовой принадлежности определена следующая классификация мест хранения и отстоя автотранспорта:

1. Участки улично-дорожной сети и заездные парковочные карманы.

Рациональное использование проезжей и тротуарной части городских дорог позволяет без ущерба для пропускной способности улиц разместить в границах "красных линий" застройки значительное количество парковочных мест. При этом эффективная ширина проезжей части (целое число полос дороги, используемых для движения) должна оставаться неизменной.

Автомобили, припаркованные на проезжей части в границах эффективной ширины проезжей части, создают существенные помехи движению. В целях решения данной проблемы при разработке и реализации проектов капитального ремонта и реконструкции объектов улично-дорожной сети города предусматривается устройство максимально возможного числа заездных парковочных карманов.

Устройство заездных карманов позволяет сравнительно малыми средствами обеспечить реализацию целевого принципа "дороги - для движения", существенно повысить пропускную способность городских дорог.

2. Парковки на отдельных территориях организуются в случае отсутствия технической возможности строительства многоуровневой парковки на отведенном земельном участке. Действия по созданию и

организации деятельности регламентируются соответствующим Постановлением Мэра города. Парковка является платной.

Парковки оборудуются в соответствии с современными требованиями средствами видео наблюдения и механической фиксации автомобиля.

3. Многоуровневые паркинги призваны обеспечить достаточным количеством парковочных мест центры массового притяжения транспорта, а также кварталы жилой застройки в условиях острого дефицита свободных территорий.

В случаях, когда существует техническая возможность строительства на отведенном участке многоуровневой парковки, проводится конкурс на проведение данного вида работ.

В зависимости от места расположения, конфигурации и значимости паркинга, определяется схема распределения машино-мест, доля которых (нижние уровни) используется под парковку гостевого транспорта, остальная часть - как места стоянки, закрепленные за конкретными владельцами на основании договора купли-продажи.

4. Парковочные зоны на участках улично-дорожной сети.

Улично-дорожная сеть города, в особенности в центральном районе города Воронеж, имеет участки, по которым отсутствует сквозной проезд. Учитывая опыт ряда Европейских стран, свободные площади, имеющиеся на подобных участках, целесообразно использовать для организованной парковки гостевого транспорта объектов тяготения, расположенных в данном районе. Использование указанных участков является существенным ресурсом упорядочения стояночного режима, который до настоящего времени не реализован.

Востребованность данного вида парковки полностью зависит от эффективности работы органов ГИБДД по пресечению нарушений водителей, паркующих автомобили на прилегающих улицах.

5. Необходимость строительства перехватывающих парковок на въездах в город связана с приближением фактического уровня коэффициента

загрузки улично-дорожной сети к максимальной пропускной способности дорог (в особенности, в центральном районе), а, следовательно, и с ближайшей перспективой введения ограничения движения индивидуального транспорта.

Организация системы перехватывающих парковок предполагает хорошее транспортное обслуживание населения (развитая сеть маршрутного пассажирского транспорта). Качественное функционирование системы городского пассажирского транспорта невозможно без обеспечения стабильной работы одного из ее основных элементов, а именно выделенных полос движения транспорта, что, в свою очередь, связано с необходимостью решения проблемы парковки на территории города и изменением существующего менталитета участников дорожного движения.

2. Характеристика уровня развития парковочного пространства на территории городского округа город Воронеж

2.1. Характеристика распределения транспортной нагрузки по улично-дорожной сети центрального района городского округа город Воронеж.

В результате ежегодного роста уровня автомобилизации, существенного увеличения доли иногороднего транспорта в общем транспортном потоке, нагрузка на улично-дорожную сеть города неуклонно возрастает. Прирост количества легкового транспорта в городе Воронеж составляет в среднем 10 % в год. Существующий уровень автомобилизации характеризуется значением 308 авт./1000 чел по данным 2018 года.

За основу проведения исследования был выбран участок улично-дорожной сети города улица проспект Революции городского округа город Воронеж рисунок 2.1.

Исследуемый участок улично-дорожной сети располагается в Центральном районе г. Воронежа. За основу исследований было выбрано пересечение улицы проспект Революции, улицы Карла Маркса и улицы Пушкинская . Данное пересечение является крупным узлом в улично-дорожной сети города так как через него проходят интенсивные транспортные потоки из центра города и обратно. Объектами тяготения данного участка являются кинотеатр Пролетарий, городская Филармония, театр драмы им. А. Кольцова и множество различных торговых и офисных учреждений.

Исследуемый участок дороги связывает правый берег города и центральную часть города. Проезжая часть состоит из шести полос движения по три полосы в каждом направлении. Средняя интенсивность движения на данном участке в рабочие дни составляет:

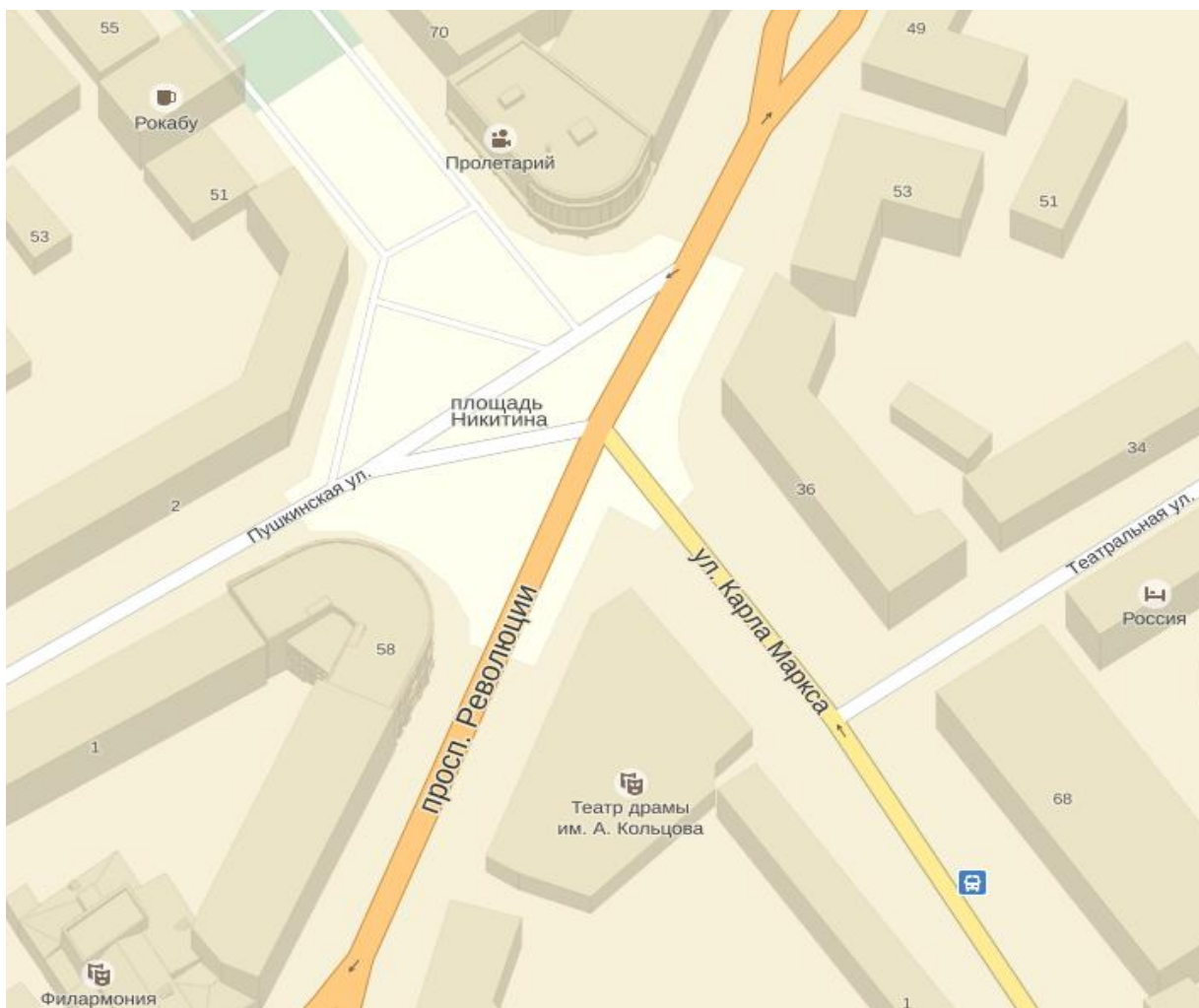


Рисунок 2.1 - Схема расположения исследуемого участка УДС

Понедельник: легковые автомобили: 2857 авт./ч в обоих направлениях; грузовые автомобили: 563 авт./ч в обоих направлениях; автобусы: 146 авт./ч в обоих направлениях.

Вторник: легковые автомобили: 2881 авт./ч в обоих направлениях; грузовые автомобили: 545 авт./ч в обоих направлениях; автобусы: 148 авт./ч в обоих направлениях.

Среда: легковые автомобили: 2835 авт./ч в обоих направлениях; грузовые автомобили: 555 авт./ч в обоих направлениях; автобусы: 150 авт./ч в обоих направлениях.

Четверг: легковые автомобили: 2857 авт./ч в обоих направлениях; грузовые автомобили: 541 авт./ч в обоих направлениях; автобусы: 152 авт./ч в обоих направлениях.

Пятница: легковые автомобили: 2922 авт./ч в обоих направлениях; грузовые автомобили: 562 авт./ч в обоих направлениях; автобусы: 153 авт./ч в обоих направлениях.

Суббота: легковые автомобили: 3256 авт./ч в обоих направлениях; грузовые автомобили: 625 авт./ч в обоих направлениях; автобусы: 177 авт./ч в обоих направлениях.

Воскресенье: легковые автомобили: 3382 авт./ч в обоих направлениях; грузовые автомобили: 652 авт./ч в обоих направлениях; автобусы: 177 авт./ч в обоих направлениях.

2.2 Исследование пешеходного движения

Движение пешеходов – наиболее распространенный вид передвижений людей на исследуемом участке. Оно неминуемо связано с пересечением проезжей части. На исследуемом участке такие пересечения находятся в одном уровне с проезжей частью.

Организация движения пешеходов охватывает в первую очередь обеспечение удобства и безопасности пешеходного движения по улице проспект Революции и улицы Пушкинская, обеспечение передвижений больших масс людей в зонах торговых, культурных центров и крупных пересадочных пунктов. Совершенствование решений этих вопросов зависит от многих факторов, основные из которых: градостроительные, дорожно-планировочные, социальные и экономические.

Пешеходные потоки на исследуемом участке подчиняются определенным закономерностям и характеризуются распределением во времени, зависимостью между плотностью потока и скоростью

передвижения, способом организации движения и транспортной дисциплиной потока.

Надежность решений по совершенствованию организации пешеходного движения определяется в первую очередь точностью исходных показателей, основным из которых является интенсивность движения пешеходов. Для исследуемого участка дороги эта задача может быть решена составлением прогноза на основе обследования пешеходного движения с учетом плана экономического, социального и культурного развития города.

Пешеходное движение на исследуемом участке неравномерно во времени. В нем имеются четко выраженные пики: утренний 8–10 ч; дневной 13–15 ч; вечерний 17–19 ч. Утренний пик связан с началом работы предприятий, началом занятий в учебном заведении, торговых центров, рынков и т.д. Дневной совпадает с обеденным перерывом трудящихся и периодом наибольшей загруженности торговых центров и рынков покупателями (крупные магазины в этот период обслуживают до 25 % всех посетителей за день). Вечерний пик образуется наложением пешеходных потоков, вызванных окончанием рабочего дня.

Движение по тротуару на исследуемом участке двустороннее, неорганизованное. Продольные уклоны тротуаров и пешеходных дорожек не превышают 60 %. Протяженность тротуаров с предельными уклонами на исследуемом участке не более 300 м.

Рабочая ширина тротуара меньше общей ширины тротуара, так как пешеходам, при движении, мешают сооружения (мачты освещения, ограждения, рекламные щиты и т.д.) и близость зданий.

На исследуемом участке находятся регулируемые пешеходные переходы которые регулируют движение транспорта и пешеходов. Безопасность движения на регулируемых пешеходных переходах зависит от дисциплины пешеходов. Число нарушителей на исследуемом участке увеличивается с ростом длительности запрещающего сигнала светофора и уменьшением интенсивности транспортного потока.

2.3. Анализ обеспеченности территории города местами хранения транспорта

С учетом сложившихся архитектурно-планировочных особенностей, низкой плотности магистральной улично-дорожной сети и значительно возросшего уровня автомобилизации в условиях отсутствия достаточного количества парковочных мест необходимость решения проблемы организации хранения и отстоя транспорта на территории города приобретает первоочередное значение.

Массовые несанкционированные парковки индивидуального транспорта вдоль проезжей части, в т.ч. в зоне действия запрещающих знаков, вызванные отсутствием обособленных мест стоянки (особенно в центральной части) способствуют возникновению заторовых ситуаций. При этом организация торговых центров, оптовых и мелкооптовых баз и складов в центральном деловом районе города, определяющим образом влияющих на формирование и изменение пассажирских корреспонденции, в значительной степени способствует притяжению легкового и грузового транспорта.

Резкое увеличение объёмов строительства, уплотнение зон застройки обостряют проблему парковок и стоянок индивидуального транспорта, а многолетняя практика организации длительного хранения транспорта в одноэтажных наземных гаражах и на открытых автостоянках не способствует эффективному использованию земельных ресурсов.

При сохранении наметившейся тенденции резкого роста уровня автомобилизации недостаточное внимание к решению проблем хранения и отстоя транспорта уже через несколько лет приведет к существенному усугублению транспортной ситуации.

Автотранспорт также является одним из крупнейших источников загрязнения окружающей среды. Величина ежегодного экологического ущерба (загрязнение атмосферы, шум, воздействие на климат) от функционирования автотранспортного комплекса Российской Федерации достигает 1,5 - 2 % валового национального продукта (ВНП) России.

В Воронеже транспорт является одним из основных загрязнителей. На его долю приходится более 80 % выбросов всех вредных веществ в атмосферу.

Одним из главных элементов упорядочения движения автотранспорта и его размещения на городской территории и улично-дорожной сети является создание городской системы парковочного пространства. Вопрос размещения автотранспортных средств в крупных мегаполисах рассматривается как составная часть единой системы организации дорожного движения и общей транспортной политики.

Отсутствие комплексного подхода в решении вопросов размещения автотранспортных средств в городе Воронеж:

- приводит к снижению пропускной способности городских дорог и способствует возникновению транспортных заторов, аварийных ситуаций и дорожно-транспортных происшествий;

- снижает эффективность уборки улично-дорожной сети города (особенно в зимнее время), проведения работ по благоустройству территории, строительству и ремонту дорог;

- препятствует осуществлению полномочий специализированных служб и органов (милиции, пожарной и скорой помощи);

- создает неудобства для пешеходов;

- повышает вероятность совершения противоправных действий в отношении автотранспортных средств;

- нарушает архитектурный облик города и др.

Комплексное решение проблемы создания единой городской системы парковочного пространства позволит обеспечить (в основном, экономическими методами) стимулирование снижения времени нахождения автотранспорта в проблемных транспортных зонах, повысить оборачиваемость мест размещения транспортных средств и снизить максимальную нагрузку на улично-дорожную сеть города.

В результате проведенного анализа уровня обеспеченности территории города парковочными местами установлено, что показатель обеспеченности в целом по городу является недостаточным и составляет около 24 %. Анализ проводился исходя из численности парка легкового автотранспорта с учетом наличия действующих автостоянок, гаражей и частных домовладений.

2.4 Исследование дорожно-транспортных происшествий

Городской транспорт наиболее многочисленный и наиболее аварийный. Так, только за 2 месяца (январь-февраль) 2018 года в Российской Федерации произошло около 25 тысяч дорожно - транспортных происшествий, в результате которых погибло около 4 тысяч человек, а 28 тысяч человек получили ранения. По данным ГИБДД МВД России 900 ДТП произошло по вине водителей, находившихся за рулем в состоянии опьянения, 5628 ДТП произошло по вине пешеходов. За указанный период произошло 2060 ДТП с участием детей, в которых 101 ребенок погиб, а 2135 детей получили ранения. Жертвами аварий становятся водители, пассажиры и пешеходы. В среднем по статистике, на месте происшествия погибает 65% людей, причем 2/3 погибает внутри транспортных средств.

Проводя анализ исследуемого участка нельзя не отметить, что за 2018 год на данном участке было зафиксировано 37 дорожно-транспортных происшествий. Проанализировав статистику ДТП за 2018 год можно сказать, что определенной закономерности совершения ДТП нет, то есть количество ДТП не меняется ни по времени, ни по дням недели, ни по сезону. Наиболее часто на исследуемом участке происходят столкновения автомобильного транспорта друг с другом. За прошедший год из-за нарушений ПДД на исследуемом участке ранение получили 7 пешеходов. Смертельных исходов на исследуемом участке по данным ГИБДД по Воронежской области не зафиксировано.

3 Анализ методов исследования дорожного движения и организации парковочного пространства

3.1 Методика определения пропускной способности

В теории проектирования автомобильных дорог и трудах по организации движения применяется термин пропускная способность дороги. Определение этого понятия сводится к тому, что под пропускной способностью дороги понимают максимально возможное число автомобилей, которое может пройти через сечение дороги за единицу времени.

Рассматривая движение автомобилей и оценивая пределы возможной интенсивности потока, мы характеризуем по существу не дорогу, а комплекс ВАДС. Это объясняется тем, что характеристики транспортных средств и водителя могут оказывать не меньшее влияние на пропускную способность, чем параметры дороги.

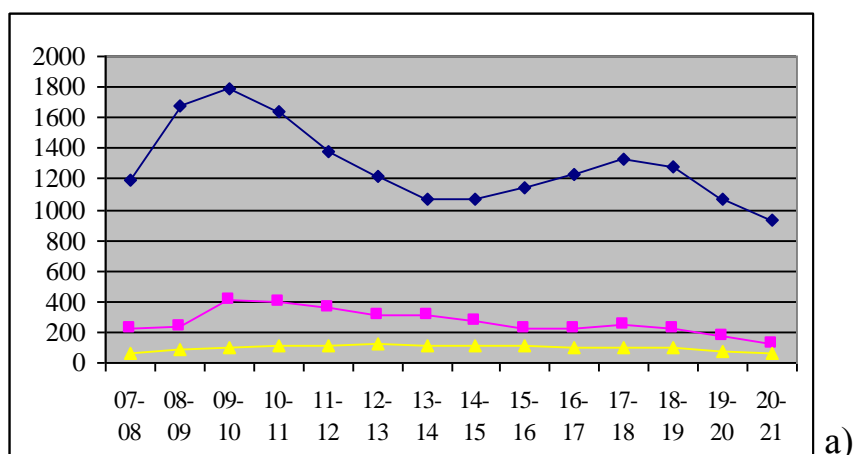
Возвращаясь к отмеченному многообразию модификаций и преследуя цель более простой и четкой классификации, можно разделить понятие пропускной способности на три: расчетная, фактическая и нормативная.

Расчетную пропускную способность определяют теоретическим путем по различным расчетным формулам. Для этого могут быть использованы математические модели транспортного потока и эмпирические формулы, основанные на обобщении исследовательских данных/кратко рассмотренных ранее.

Определение фактической пропускной способности возможно лишь на действующих дорогах и в сложившихся условиях дорожного движения. Эти данные имеют особенно большое практическое значение, так как позволяют реально оценить пропускную способность при обеспечении определенного уровня скорости и безопасности движения. Однако получение объективных данных об обеспечении безопасности требует достаточно длительного срока. Фактическая пропускная способность может быть также названа

практической. Объективность определения фактической пропускной способности зависит от обоснованности методики, тщательности исследования и обработки результатов. Учитывая значение данных, характеризующих пропускную способность, исследователь должен особое внимание обращать на выбор участка наблюдения, достаточность объема регулируемой информации и точность измерения скорости автомобилей в потоке.

Опыт показывает, что в условиях плотных потоков водители склонны уменьшать дистанцию до крайне опасных пределов. В результате происходят так называемые «цепные» попутные столкновения, в которые вовлекаются иногда десятки автомобилей. Кратковременные наблюдения за такими потоками (точнее «пачками» автомобилей) могут дать неопределенно оптимистические сведения о высокой пропускной способности. Убедительные данные о пропускной способности конкретной дороги могут быть получены путем натурного определения зависимости при различных интенсивностях дорожного движения (т.е. практически в различное время суток), построения основной диаграммы транспортного потока рисунке 2 и нахождения точки перегиба кривой. Такое исследование весьма трудоемко.



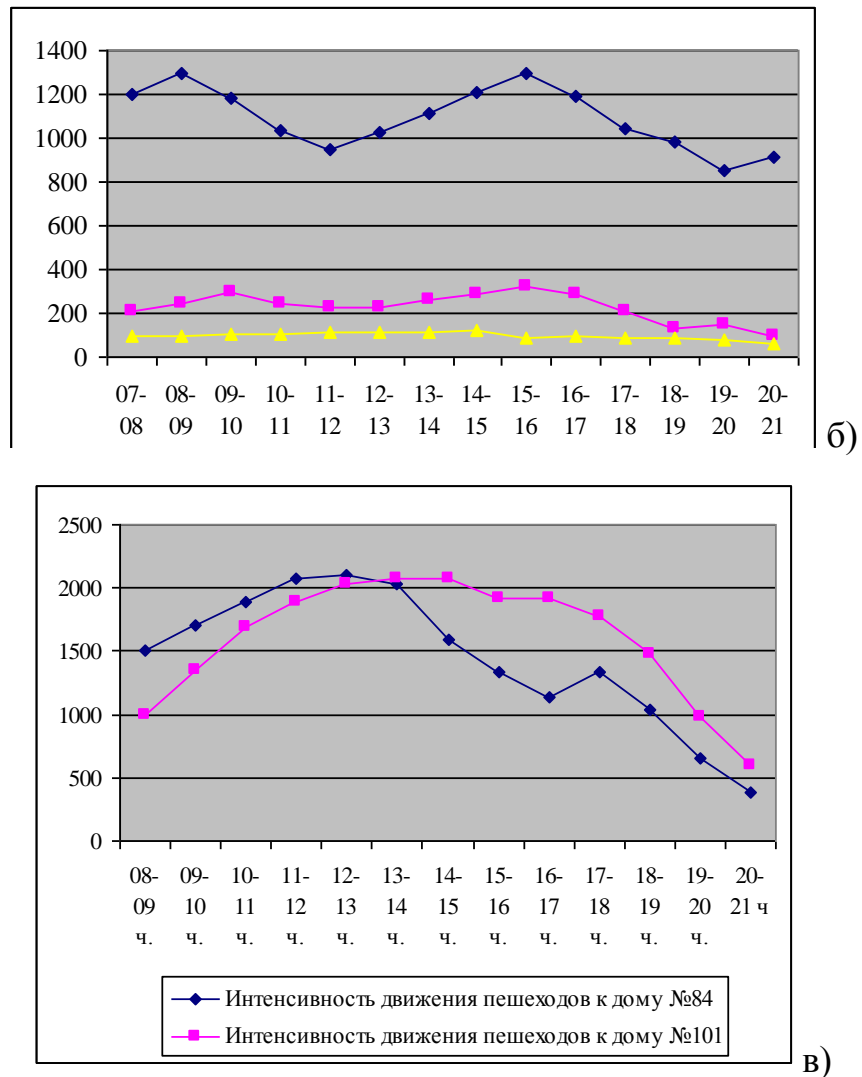


Рисунок 3.1 – Диаграммы интенсивности транспортного и пешеходного потоков на исследуемом участке УДС: а – движение транспорта в сторону центра; б – движение транспорта в сторону Петровского сквера; в – движение пешеходов.

Наиболее простым является использование нормативной пропускной способности, которая задается в официальных нормативных документах, например, в Строительных нормах и правилах. Следует, однако, иметь в виду, что при этом не может быть учтен весь комплекс факторов и условий, характеризующих участок дороги. Поэтому ее значения для многих конкретных условий являются заниженными, а для некоторых завышенными. Кроме того, разработчики нормативных данных часто стремятся предусмотреть резерв и занижают показатель пропускной способности.

Расчетное определение пропускной способности. Теоретическое (расчетное) определение пропускной способности дороги основано на использовании различных математических моделей, интерпретирующих транспортный поток. При расчете пропускной способности полосы на перегоне P_{II} можно исходить из условия колонного движения автомобилей, т. е. движения с минимальной дистанцией, которая может быть допущена по условиям безопасности для заданной скорости потока. При этом пренебрегают неизбежной на практике неравномерностью интенсивности.

Таким образом, простейший метод расчета P_{II} основан на упрощенной динамической модели, рассматривающей поток как равномерно распределенную на протяжении полосы движения колонну однотипных легковых автомобилей.

Если исходить из 3–го подхода к определению динамического габарита L_d , то дистанция безопасности

$$d = v_a t_p + \frac{v_a^2}{2} \left(\frac{1}{j_2} - \frac{1}{j_1} \right).$$

Если принять время реакции водителя (включая время запаздывания срабатывания гидравлического тормозного привода) равным 1 с, а разность максимальных замедлений на сухом асфальтобетонном покрытии при экстренном торможении однотипных легковых автомобилей с учетом эксплуатационного состояния тормозной системы в допустимых нормативами пределах около 2 м/с^2 , то динамический габарит

$$L_d = l_a + v_a + 0,03v_a^2 + 1.$$

С учетом данных современных исследований системы ВАДС изложенный метод приемлем для ограниченных по составу и скорости транспортного потока, условий.

Безопасное движение в такой плотной колонне с точки зрения психофизиологического состояния водителя возможно лишь при ограниченных скоростях. Для легковых автомобилей при скоростях движения более 80 км/ч время реакции водителя увеличивается и должно

быть принято равным не 1 с, а существенно большим (до 2 с). Кроме того, из-за несовершенства тормозных систем автомобилей, а также неоднородной характеристики эксплуатационного состояния шин на разных колесах даже на дорогах с высоким коэффициентом сцепления при экстренном торможении автомобилей не гарантировано сохранение их устойчивого прямолинейного движения. Поэтому расчеты по формуле (см. выше) могут быть рекомендованы для скоростей не выше 80 км/ч.

Приведенный расчет должен рассматриваться как предназначенный для приближенного определения пропускной способности полосы при колонном движении легковых автомобилей с умеренными скоростями.

Для смешанного потока следует использовать упомянутые ранее коэффициенты приведения.

Соответствие расчетов с использованием формулы (см. выше) реальным условиям дорожного движения с ограниченными скоростями подтверждается практическим опытом. На его основе во многих публикациях по безопасности дорожного движения содержится рекомендация о том, что безопасная дистанция (в метрах) должна быть равна примерно половине величины скорости (в километрах в час).

3.2 Анализ методов организации парковочного пространства

В современных крупных городах и мегаполисах найти место для парковки - большая проблема. Даже при наличии лазеек в стройных рядах припаркованных автомобилей, водители не рискуют занять место из-за тесного размещения машин.

Дефицит парковочных мест в городах России в том числе и в Воронеже уже давно стал неразрешимой задачей. Данная ситуация возникает как во дворах жилых домов, так и на организованных парковках. Помимо того, что в пункте 11.3 СП «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01 - 89*»

занижен норматив на обеспечение автомобилями 1000 жителей - 350, включая 3 - 4 такси и 2 -3 ведомственных автомобиля, (хотя фактический уровень автомобилизации составляет 400 - 600), так еще и застройщик не выполняет требования по обязательному обеспечению любого объекта недвижимости определенным количеством парковочных мест и «урезанием» территории для мест размещения автомобилей. К тому же, не стоит забывать, что увеличился уровень благосостояния людей страны - количество автомобилей значительно возросло, а количество парковочных мест практически не увеличивается.

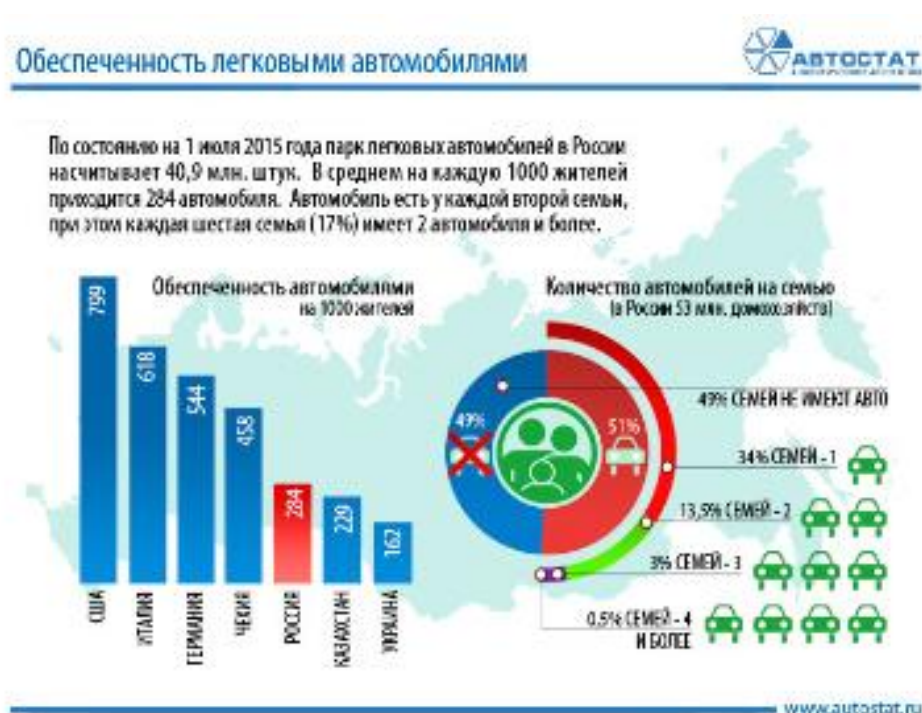


Рисунок 3.2 - Обеспеченность легковыми автомобилями в разных странах

По статистике, в городах России, обеспеченность местами для хранения автомобилей по месту проживания населения составляет в среднем 35 - 40 %, а обеспеченность местами для парковки автомобилей у объектов тяготения, в среднем не превышает 25 % от требуемого количества. При этом, проезжая часть большинства улиц в центральной части городов используется для движения лишь только на 30 – 50 %, что приводит к снижению пропускной способности улично-дорожной сети.

Поэтому, оценив степень важности данной проблемы на сегодняшний день, появляется необходимость в разработке предложений по ее решению.

Стоит отметить, что данная проблема существует не только в городах России, но и за рубежом. Правда многие зарубежные страны ведут упорную борьбу по ее устранению. Например, в самой автомобильной стране мира, США, вопрос хранения автомобилей решается строительством многоэтажных зданий без стен и крыш, похожих на многоярусные этажерки, с лифтом для машин, в который владелец сам заезжает и ставит автомобиль на свободный этаж. В Нидерландах транспортные вопросы решают посредством использования городских велосипедов и созданием не просто подземных многоэтажных парковок, а целых городов-паркингов.

В Германии инженеры придумали парковаться прямо на балконе с помощью подъема и спуска автомобиля на специальном лифте.



Рисунок 3.3 - Пример решения проблемы парковки в Германии

В самом высокотехнологичном городе мира - Японии, из-за высокой плотности населения проблему хранения автотранспорта решают

использованием велосипедов и перехватывающих парковок, тем самым разгружая центры городов от автотранспорта.

В свою очередь, Россия пытается предпринять меры по улучшению ситуации, опираясь на накопленный опыт «соседей», и улучшить благоустройство территории мегаполисов. Анализ современного состояния транспортной инфраструктуры городов, системы организации дорожного движения показывает высокую актуальность данного направления, связанного с разработкой мероприятий по размещению транспортных средств в жилых зонах.

Оценивая опыт и предложения зарубежных стран в решении проблемы нехватки парковочных мест, а также учитывая менталитет граждан России, появляется необходимость в организации автостоянок таким образом, чтобы обеспечить города необходимым количеством парковочных мест и при этом как можно меньше использовать городские площади. Для этого рассматриваются все возможные варианты систем парковок и мест их возведения в городах и городских поселениях, выявляются способы оптимизации парковочного пространства, проводятся анализы зависимости размещения парковочных мест, исследуются и разрабатываются рекомендации по совершенствованию организации парковочных мест, а также разрабатываются мероприятия по их размещению.

Из выше изложенного, можно сделать вывод о том, что основным путем решения нехватки парковочных мест в городах является строительство многоэтажных паркингов. Тип паркинга и место размещения в городе будет зависеть от цели, которая преследуется. Если разгрузить центр, то целесообразно построить перехватывающий паркинг, для обеспечения спальных районов необходимым количеством машиномест - многоэтажный паркинг, предназначенный для постоянного или временного хранения автомобилей. Для улучшения ситуации в городах с парковочными местами, необходимо отредактировать пункт 11.3 СП «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*» -увеличить уровень автомобилизации на 1000 жителей, а так же внести предложения по увеличению величины штрафа на застройщиков за несоблюдение норм по обеспечению парковочными местами.

Итогом работы является проектное предложение по размещению многоэтажного паркинга на улице Массалитинова г. Воронеже.



Рисунок 3.4 - Пример проектируемого многоэтажного паркинга

Строительство паркингов - одно из основных путей решения проблемы хранения автомобилей, что позволит значительно упростить и удешевить размещение личного транспорта. Кроме того, строительство паркинга обеспечит микрорайон необходимым количеством парковочных мест, разгрузит центр и изменит облик улицы со стороны улицы Юных натуралистов.

Помимо этого предложения, необходимо проведение мероприятий по размещению транспортных средств в жилых зонах городских поселений. Для того, чтобы добиться улучшения ситуации во дворах и объектах массового тяготения, нужно рационально использовать отведенное пространство вблизи жилой застройки и объектов тяготения, а также устраивать паркинги с использованием подземного внутри дворового пространства (например подземный паркинг под детской игровой площадкой) который будет находиться в пределах пешеходной доступности.

3.3 Рекомендации по геометрическим размерам парковочных мест при организации дорожного движения

При проектировании парковки необходимо обеспечить выделение достаточного количества мест на улично-дорожной сети, удобный подход к парковке от жилой застройки и других объектов притяжения пешеходов, возможность проведения мероприятий по уборке парковки, обеспечение безопасности участников дорожного движения при парковке и обеспечение информацией всех участников дорожного движения.

Определение допустимости размещения парковки на проезжей части из условия обеспечения нормативного значения ширины. Размещение парковки на проезжей части возможно: на дороге местного значения одностороннего движения при ширине проезжей части больше или равной 6,5 м (минимальный резерв пропускной способности дороги должен составлять не менее 15%) и обеспечением возможности движения пожарной техники (минимальная ширина проезжей части для проезда пожарной техники - 4,0 м), полосы для парковки легковых автомобилей - 2,5 м.

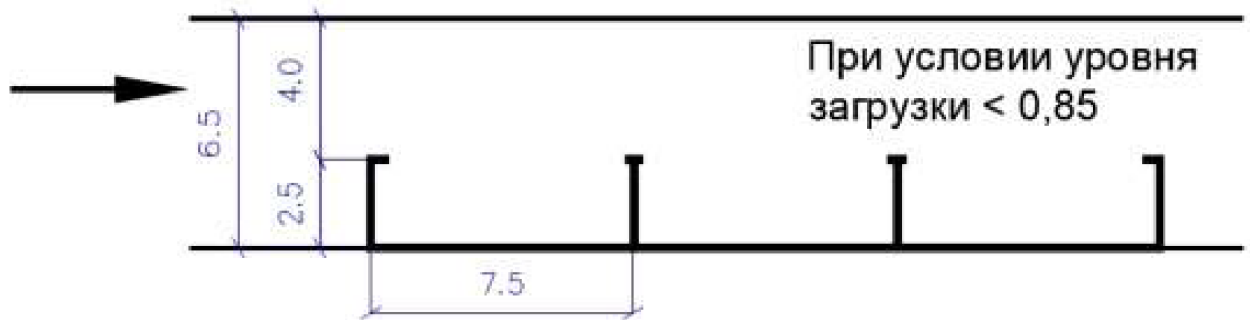


Рисунок 3.5 - Размещение парковки на ПЧ с односторонним движением

На УДС с двухсторонним движением при ширине ПЧ больше или равной 8,5 м, и минимальной шириной полосы движения - 3,0 м при отсутствии движения маршрутных транспортных средств и полосы для парковки легковых автомобилей - 2,5 м;

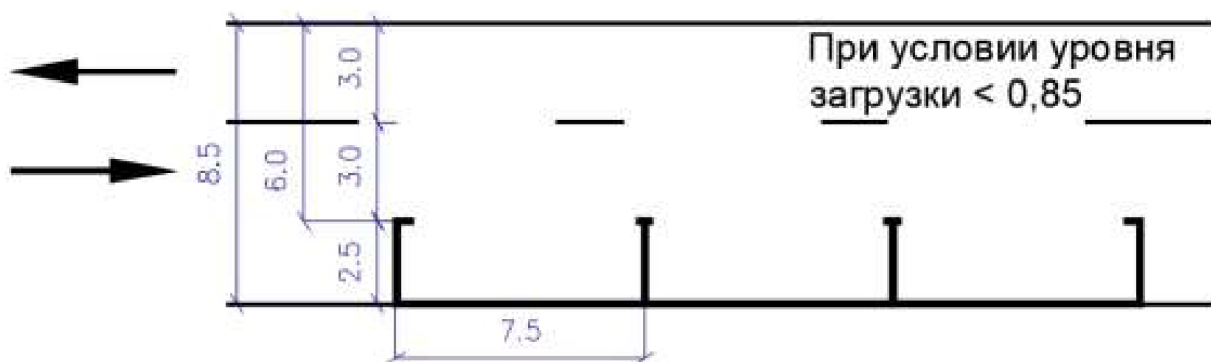


Рисунок 3.6 - Размещение парковки на ПЧ с двухсторонним движением без маршрутных транспортных средств

На УДС с двухсторонним движением при ширине ПЧ больше или равной 9,5 м, и минимальной шириной полосы движения - 3,5 м при наличии движения маршрутных транспортных средств и полосы паркования легковых автомобилей - 2,5 м рисунок 3.7.

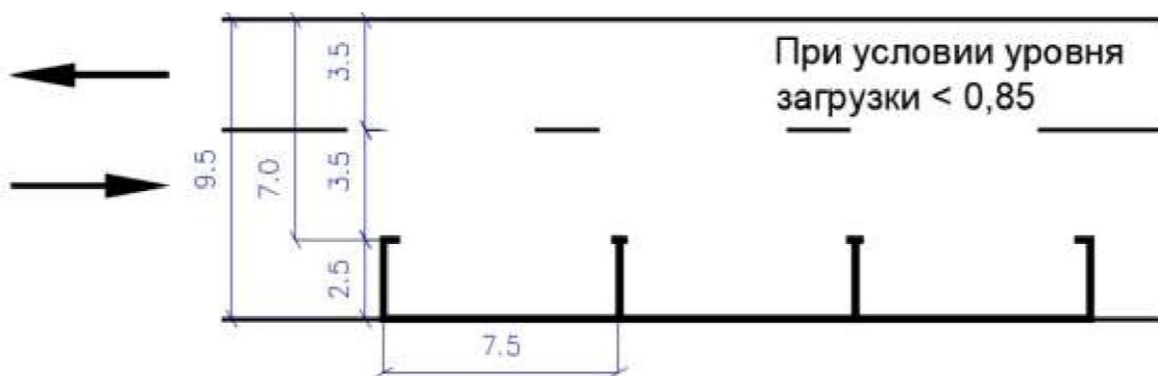


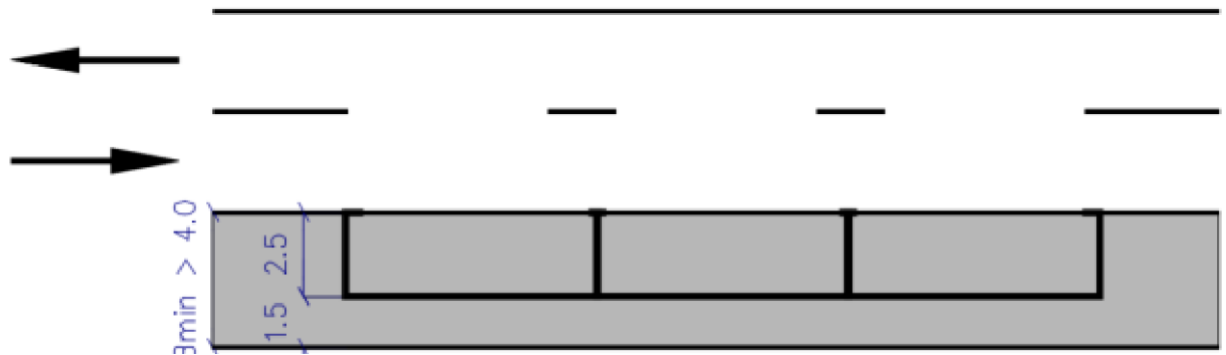
Рисунок 3.7 - Размещение парковки на ПЧ с двухсторонним движением при наличии маршрутных транспортных средств

Если ширина ПЧ меньше указанных значений или не отвечает приведенным требованиям, то определяется возможность размещения парковки полностью на тротуаре или с частичным заездом на тротуар.

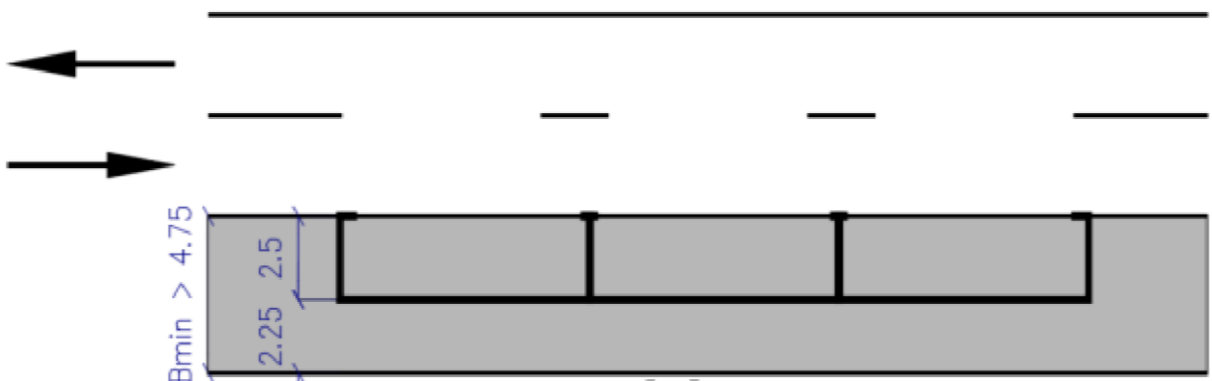
При размещении парковки полностью на тротуаре или с частичным заездом на тротуар высота его бортового камня должна быть меньше или равна 12 см. Если высота бортового камня больше 12 см, то разместить парковку на тротуаре невозможно.

Для размещения парковки полностью на тротуаре необходимо, чтобы ширина тротуара, включая минимальную ширину полосы паркования (2,5 м), была больше или равна: 4,0 м - на дорогах местного значения, 4,75 м - в жилой застройке, 5,5 м - на УДС районного значения и общегородского значения II класса и 7,0 м - на УДС общегородского значения I класса

рисунок 3.8.



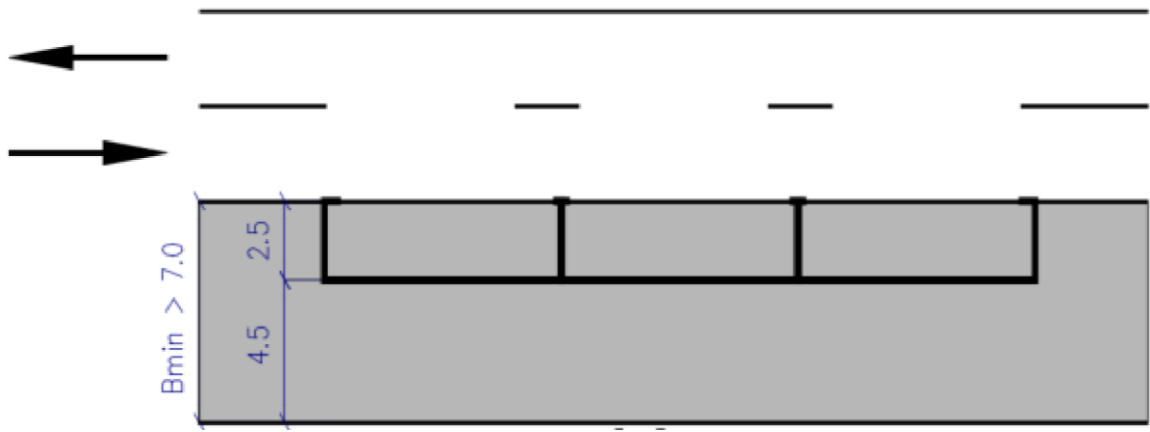
Размещение парковки на тротуаре



Размещение парковки на тротуаре в жилой застройке



Размещение парковки на тротуаре УДС районного значения II класса



Размещение парковки на тротуаре УДС общегородского значения I класса

Рисунок 3.8 - Размещение парковки на тротуаре УДС при: размещение парковки на тротуаре, размещение парковки на тротуаре в жилой застройке, размещение парковки на тротуаре УДС районного значения II класса, размещение парковки на тротуаре УДС общегородского значения I класса.

В соответствии СНиП 2.07.01-89 при непосредственном примыкании тротуаров к стенам зданий, следует увеличивать указанную ширину тротуаров не менее, чем на 0,5 м.

С целью уменьшения негативного влияния припаркованных автомобилей на условия движения транспортных средств, и обеспечения безопасности движения пешеходов по тротуарам целесообразно организовывать заездные карманы (при наличии возможности) за счет тротуаров и газонов рисунок 3.9.

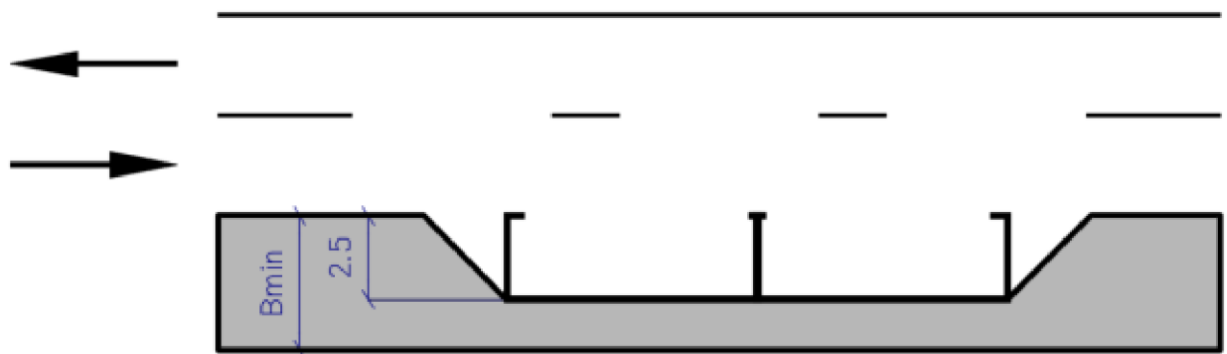


Рисунок 3.9 - Типовая схема устройства парковки с заездным карманом

Возможность парковки с частичным заездом на тротуар возможно при условии: при обеспечении требуемой ширины тротуара для пропуска пешеходных потоков в часы "пик", установления ограждений по границе парковки и пониженной высоты борта края ПЧ.

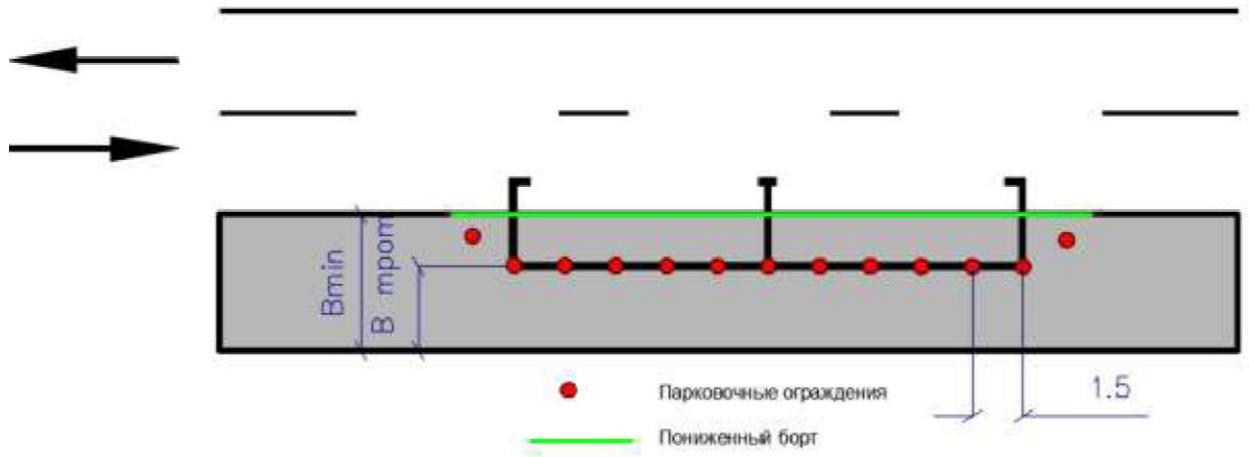


Рисунок 3.10 - Типовая схема устройства парковки с частичным заездом на тротуар

Следует отметить, что не рекомендуется расстановка автомобилей на парковках на УДС под углом более 45° к краю ПЧ без устройства заездных карманов и при ширине полосы движения менее 3,75 м (особенно на дорогах с одной полосой для движения в каждом направлении) рисунок 3.11.

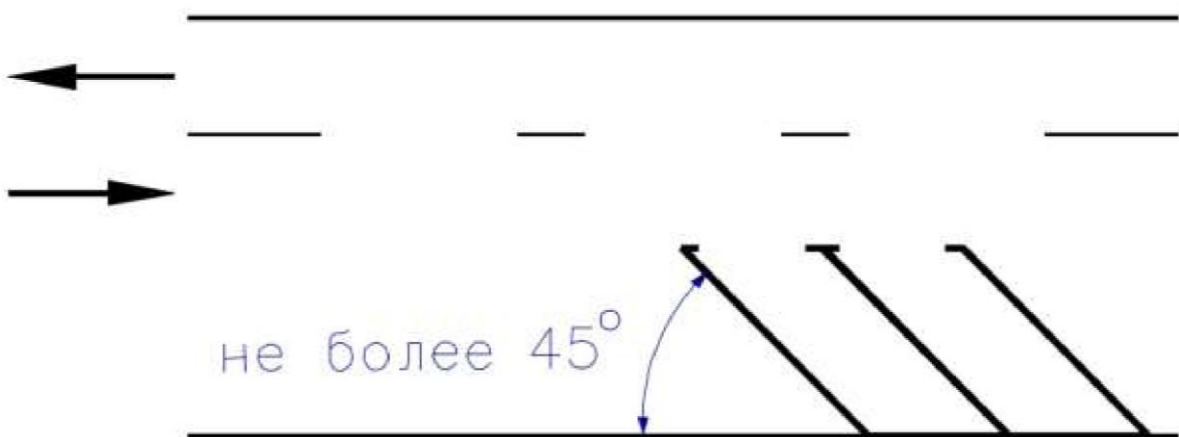


Рисунок 3.11 - Рекомендации по размещению парковки под углом не более

45°

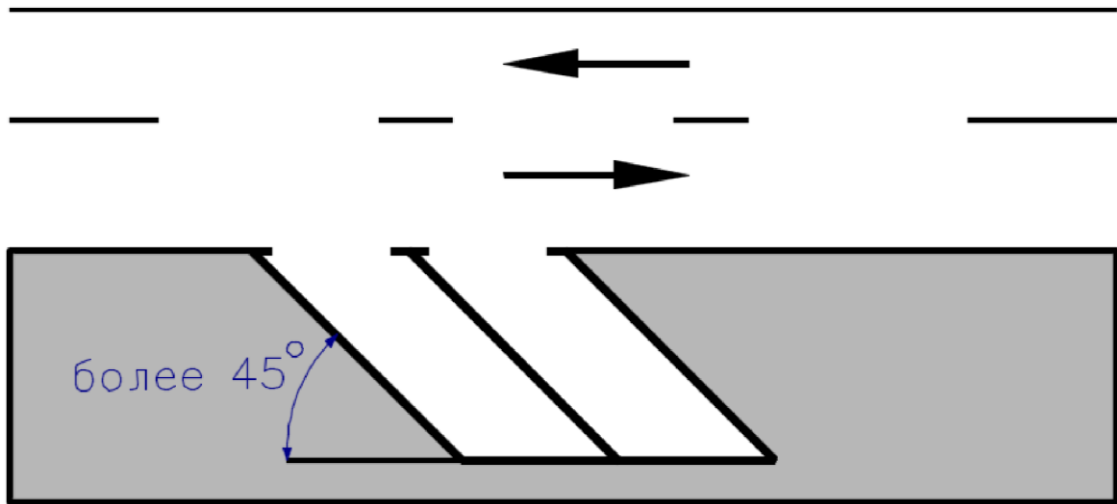


Рисунок 3.11 - Рекомендации по размещению парковки под углом более 45°

Для того, чтобы исключить заезд автомобилей на пешеходную часть тротуара в процессе паркования на участках сети дорог с размещенными парковками рекомендуется устанавливать ограждение с шагом не более 1,5 м (для исключения проезда автомобилей между ограждениями). Ограждение устанавливается вдоль края тротуара или парковки, расположенной на тротуаре, на всем ее протяжении. Ограждение целесообразно выполнять в виде малых архитектурных форм или металлических столбиков различного сечения. При размещении парковок на ПЧ высоту ограждения рекомендуется принимать 0,8 - 1,0 м от уровня тротуара, и 1,1 - 1,2 м для парковок с частичным или полным использованием тротуара рисунок 3.12.

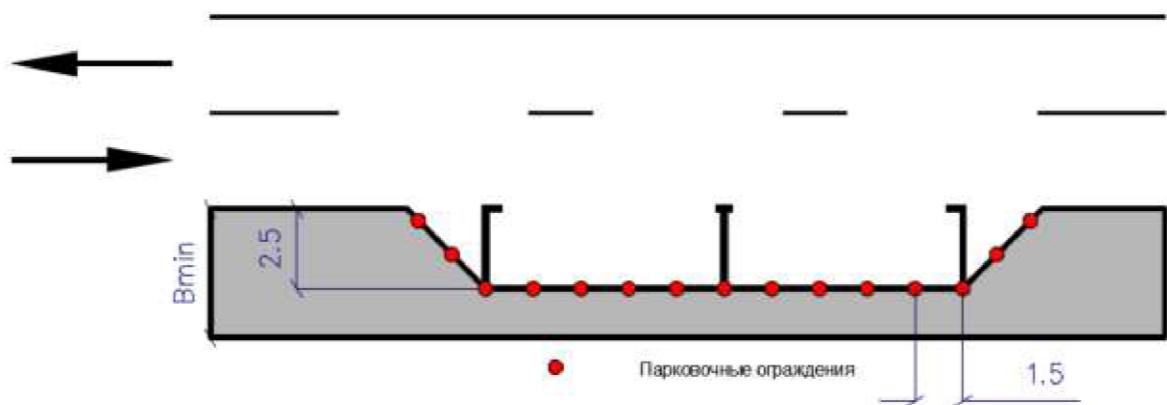


Рисунок 3.12 - Рекомендации по установке ограждений вдоль края заездного кармана

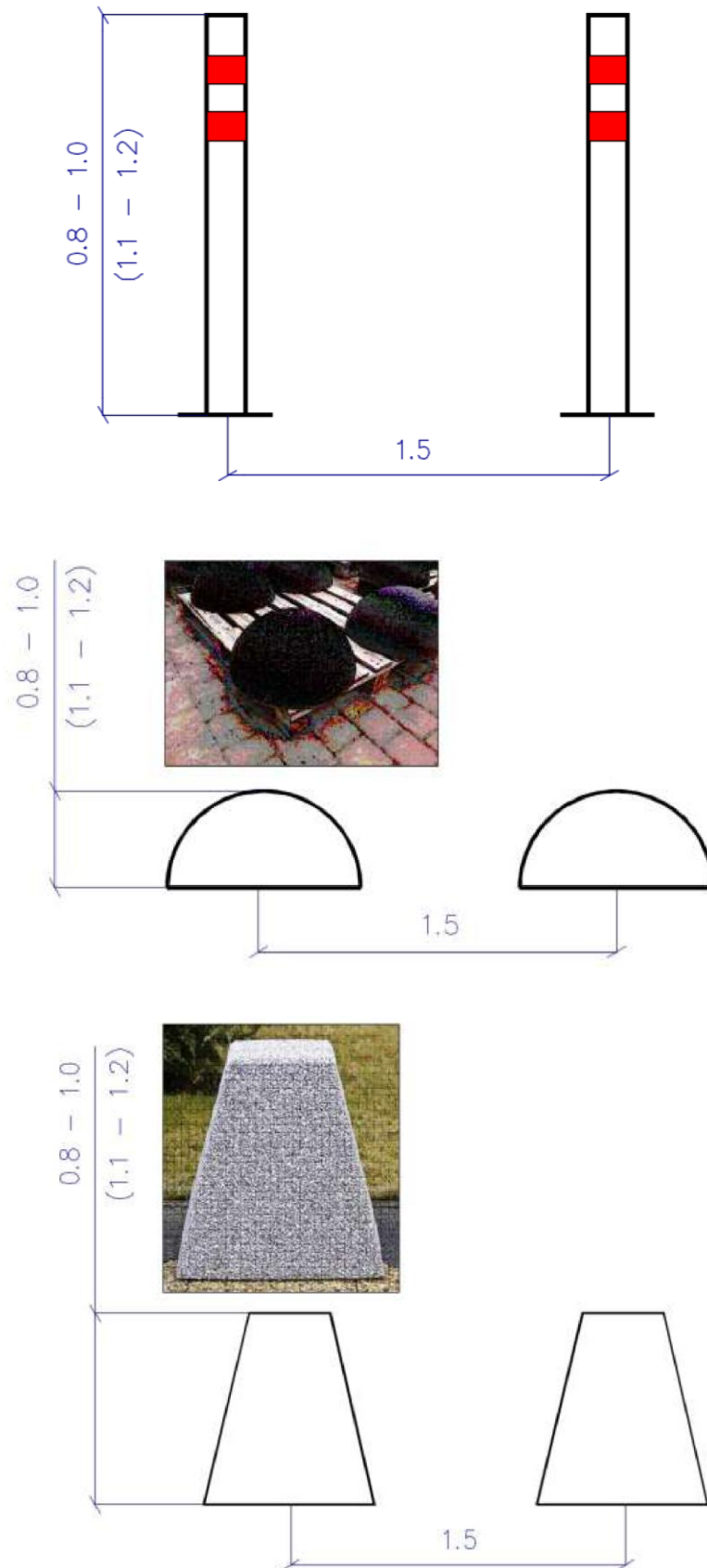


Рисунок 3.13 - Пример металлических столбиков и малых архитектурных форм, используемых в качестве ограждений на парковке

При размещении парковки после наземных пешеходных переходов необходимо соблюдение следующих размерных характеристик при проектировании рисунок 3.14.

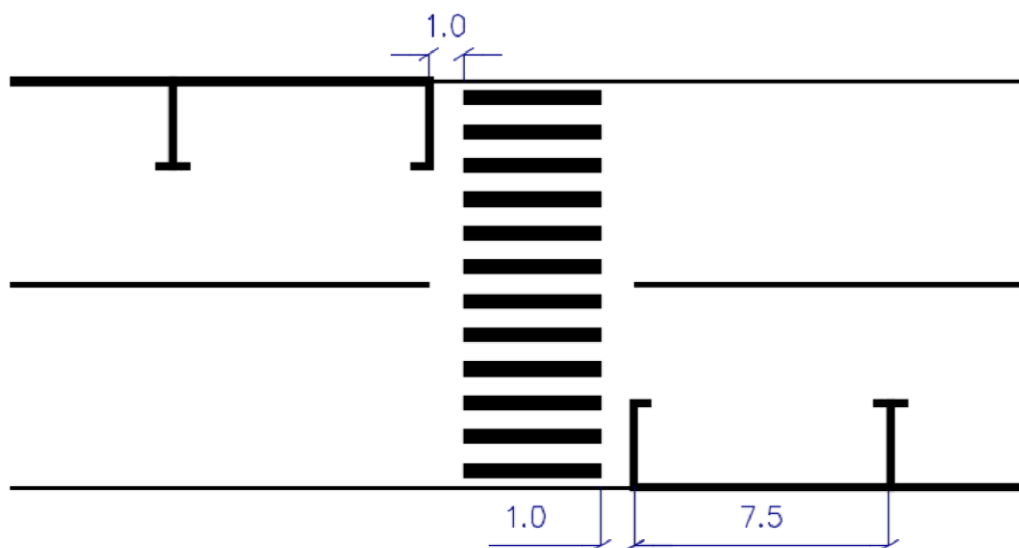


Рисунок 3.14 - Рекомендации при размещении парковки рядом с наземным пешеходным переходом

Однако при устройстве парковочных мест требуется организация мест парковки для маломобильных групп граждан в количестве 10% от общего числа мест (не менее 1) с применением дорожного знака 6.4 (Парковка) и знаков дополнительной информации 8.6.1 - 8.6.9 (Способ постановки) и 8.17 (Инвалиды), а также разметкой 1.23 рисунок 3.15.

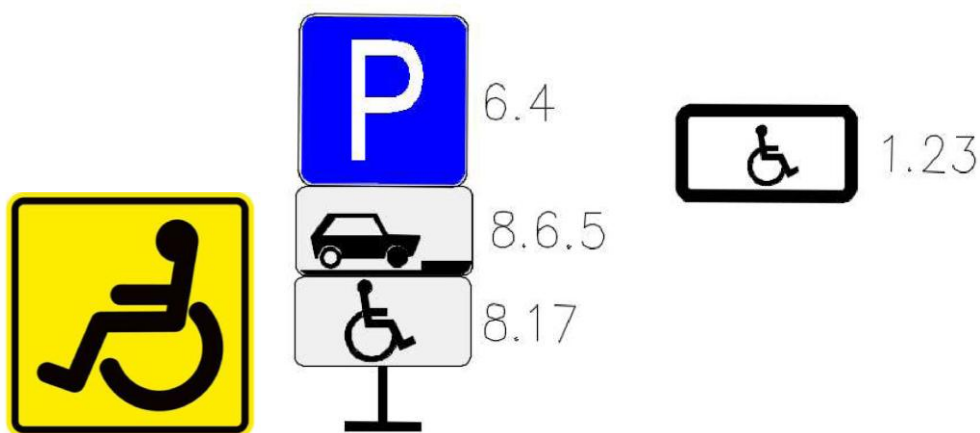


Рисунок 3.15 - Дорожные знаки обозначающие место для парковки маломобильных групп населения

Размеры парковочного места для маломобильных групп населения составляет 7,5 м на 3,6 м для параллельной парковки, и 5 м на 3,6 м для перпендикулярной парковки рисунок 3.16.

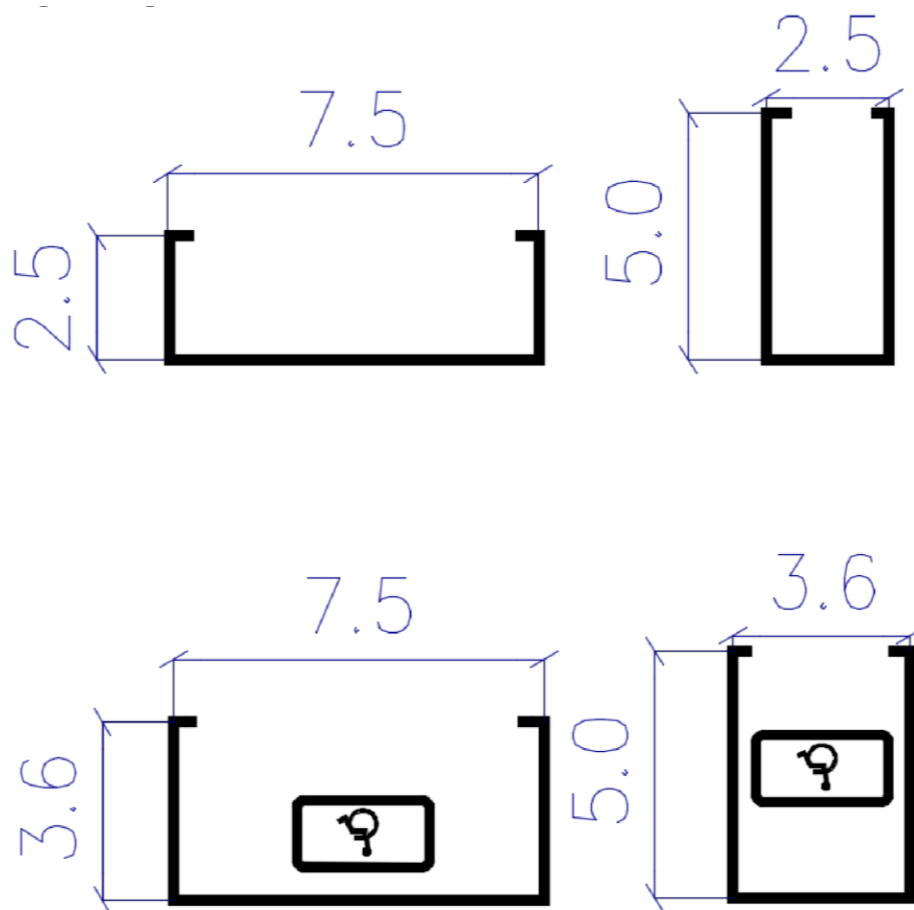


Рисунок 3.16 - Размеры парковочного места для маломобильных групп населения

Для того, чтобы повысить эффективность использования площади УДС рекомендуется использовать не только строго фиксированные углы расстановки автомобилей (0° , 30° , 45° , 60° , 75° и 90°), но и любые другие значения в диапазоне от 23° до 90° рисунок 3.17 и от 45° до 90° в заездном кармане рисунок 3.18.

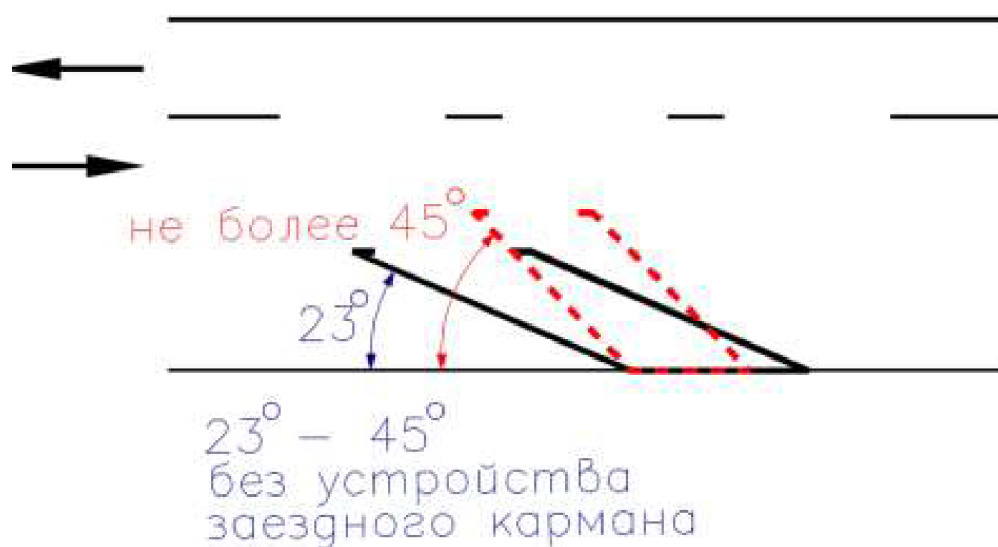


Рисунок 3.17 - Размещение парковки на ПЧ от 23 до 45 градусов

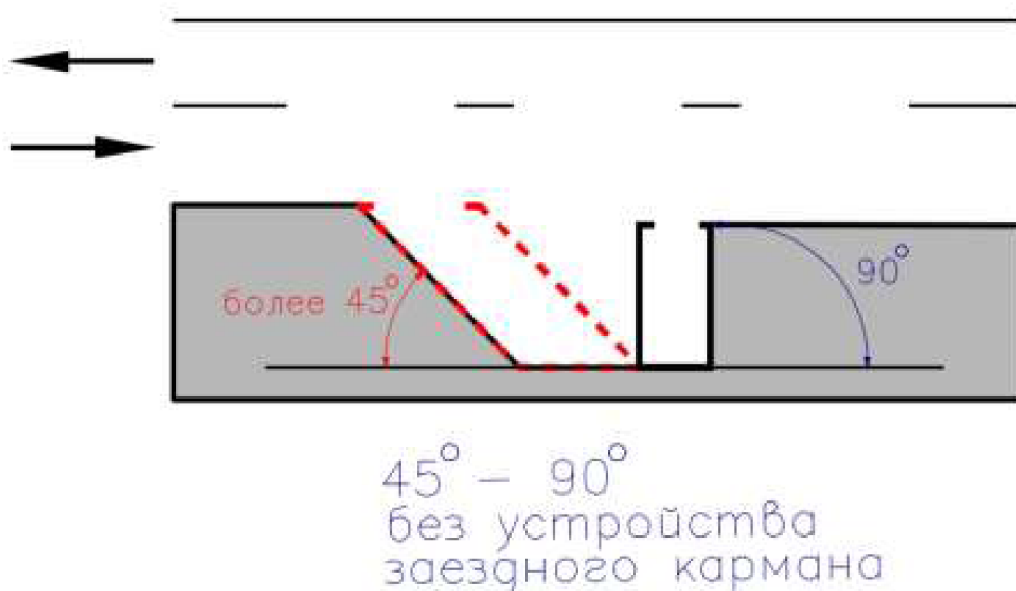


Рисунок 3.18 - Размещение парковки на ПЧ от 45 до 90 градусов в заездном кармане

При организации парковки на внеуличных стоянках для наиболее эффективного использования территории целесообразно использовать расстановку автомобилей под углом 90° к бортовому камню. При этом ширина ПЧ между рядами автомобилей на парковке должна быть не менее 6,0 м рисунок 3.19.

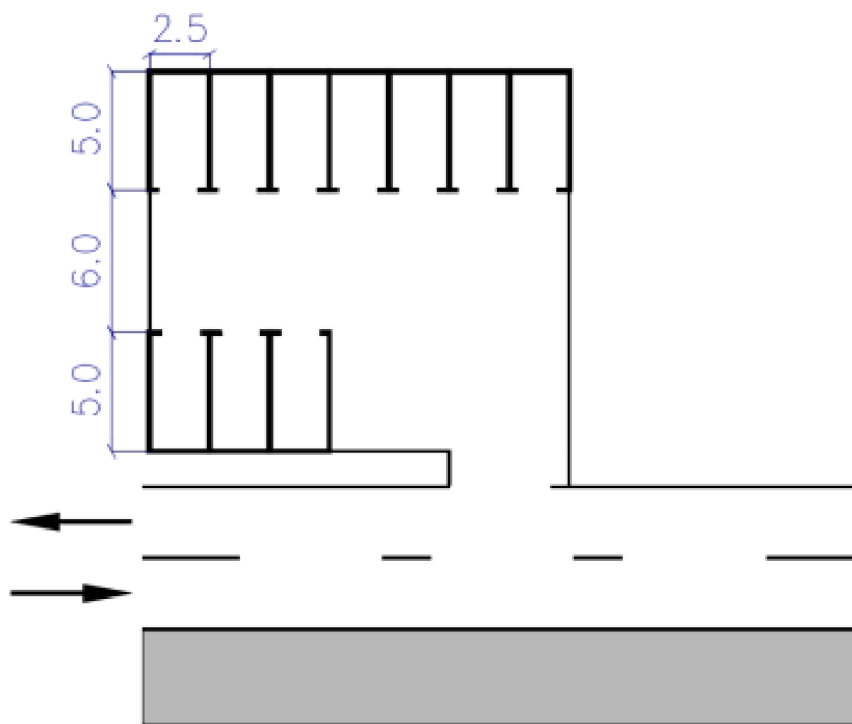


Рисунок 3.19 - Размещение парковки под углом 90 градусов на внеуличной парковки

С целью повышения безопасности движения автотранспортных средств и пешеходов на парковках на внеуличных территориях целесообразно организовывать одностороннее движение транспортных средств, при наличии возможности разделить въезд и выезд с парковки а по периметру парковки должны быть предусмотрены тротуары шириной не менее 1,8 м для обеспечения возможности движения по ним маломобильных групп населения.

При организации парковки должны быть предусмотрены меры по безопасности движения транспорта и пешеходов. Основными из которых являются:

- организация одностороннего движения на парковках, расположенных отдельно от ПЧ;
- ограничение скорости движения на парковке (10-40 км/ч), а также на участках ПЧ, примыкающих к парковке.

В зонах парковки помимо дорожных знаков должна быть нанесена дорожная разметка 1.24.3 (место для людей с ограниченными возможностями), разметка 1.4 (запрещает остановку транспортных средств), 1.5 (осевая линия) используется для разделения транспортных средств противоположных направлений, 1.18 разметка для указания направления движения и облегчения поиска выезда с парковки, 1.7 пешеходная зона и разметка 1.14.1 пешеходный переход.

В целях обеспечения требований безопасности для ограничения скорости движения ТС на парковке, а также обеспечения безопасности движения пешеходов необходимо парковки оборудовать искусственными неровностями и обеспечением безопасной видимости при въезде и выезде с парковки.

При организации полностью автоматизированных внеуличных парковок предлагается следующая схема парковки закрытого типа рисунок 3.20.

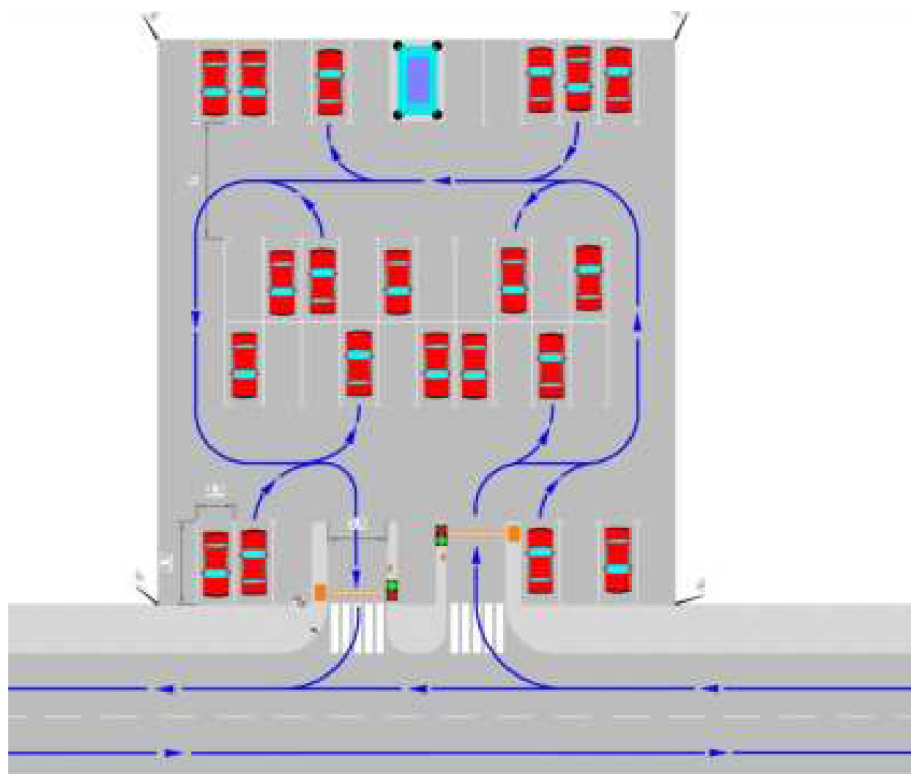


Рисунок 3.20 - Размещение полностью автоматизированных внеуличных парковок закрытого типа

Схема частично автоматизированной внеуличной парковки представлена на рисунке 3.21, а схема неавтоматизированной внеуличной парковки представлена на рисунке 3.22.

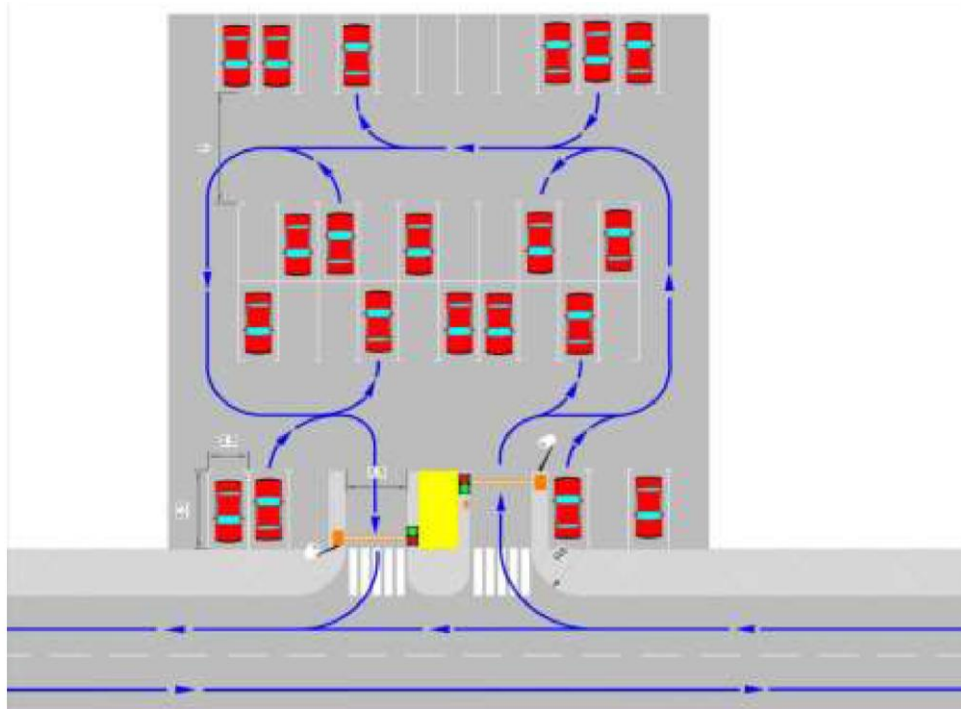


Рисунок 3.21 - Схема частично автоматизированной внеуличной парковки

Въезд на территорию парковки автоматизирован за счет въездной стойки, а выезд и оплата осуществляются через оператора.

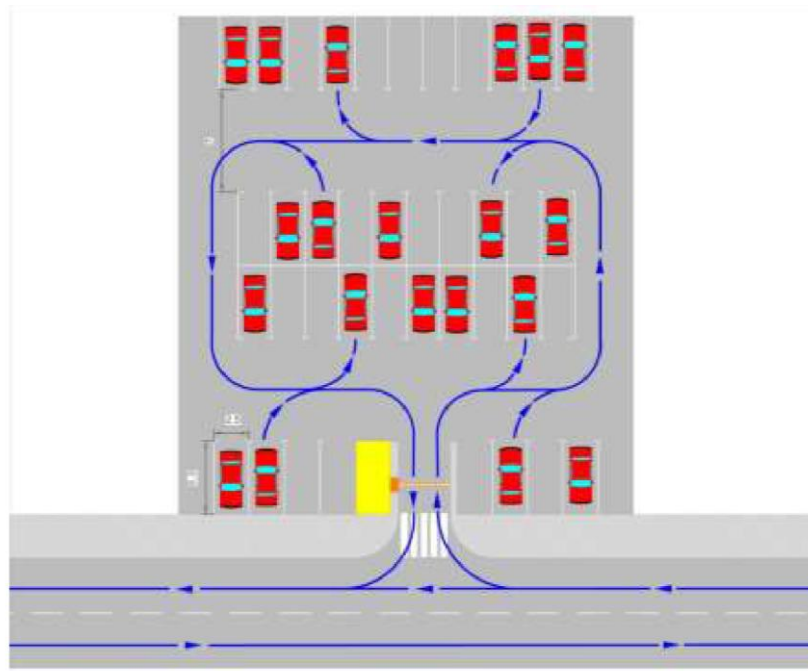


Рисунок 3.22 - Схема неавтоматизированной внеуличной парковки

При организации неавтоматизированного типа парковки возможно использование реверсивного движением на въезде/выезде с парковки.

Транспортная инфраструктура города оказывает существенное влияние на условия движения. Припаркованное вдоль проезжей части (ПЧ) транспортное средство (ТС) всегда представляет собой источник конфликтных ситуаций, возникновение которых обусловлено несколькими причинами [1]:

- 1) вынужденное изменение траектории движения объезжающих автомобилей;
- 2) ухудшение условий видимости;
- 3) создание помех общему движению маневрирующими ТС при парковке и выезде из нее;
- 4) сужение проезжей части в зоне парковки.

Все это приводит к снижению скоростного режима на городских магистралях. Припаркованное ТС на краю ПЧ тем опаснее, чем выше скорость двигающихся автомобилей по смежным полосам. Опасность возникновения конфликтных ситуаций возрастает по мере повышения насыщенности автомобилями городских улиц. Кроме снижения уровня дорожной безопасности уличные парковки существенно снижают пропускную способность (ПС) магистралей. С учетом нарастающей перегрузки движением основных городских маршрутов является актуальным вопрос регламентации уличных парковок в части их длины и заглубления в придорожные полосы.

4 Анализ парковки на одном из участков улично-дорожной сети городского округа города Воронеж

4.1 Классификация и показатели эффективности применения технических средств организации дорожного движения

В качестве примера мною был рассмотрен участок УДС города Воронежа пересечение улицы проспект Революции и улицы Пушкинская. Схема участка УДС с расположением технических средств организации дорожного движения представлена на рисунке 4.1.

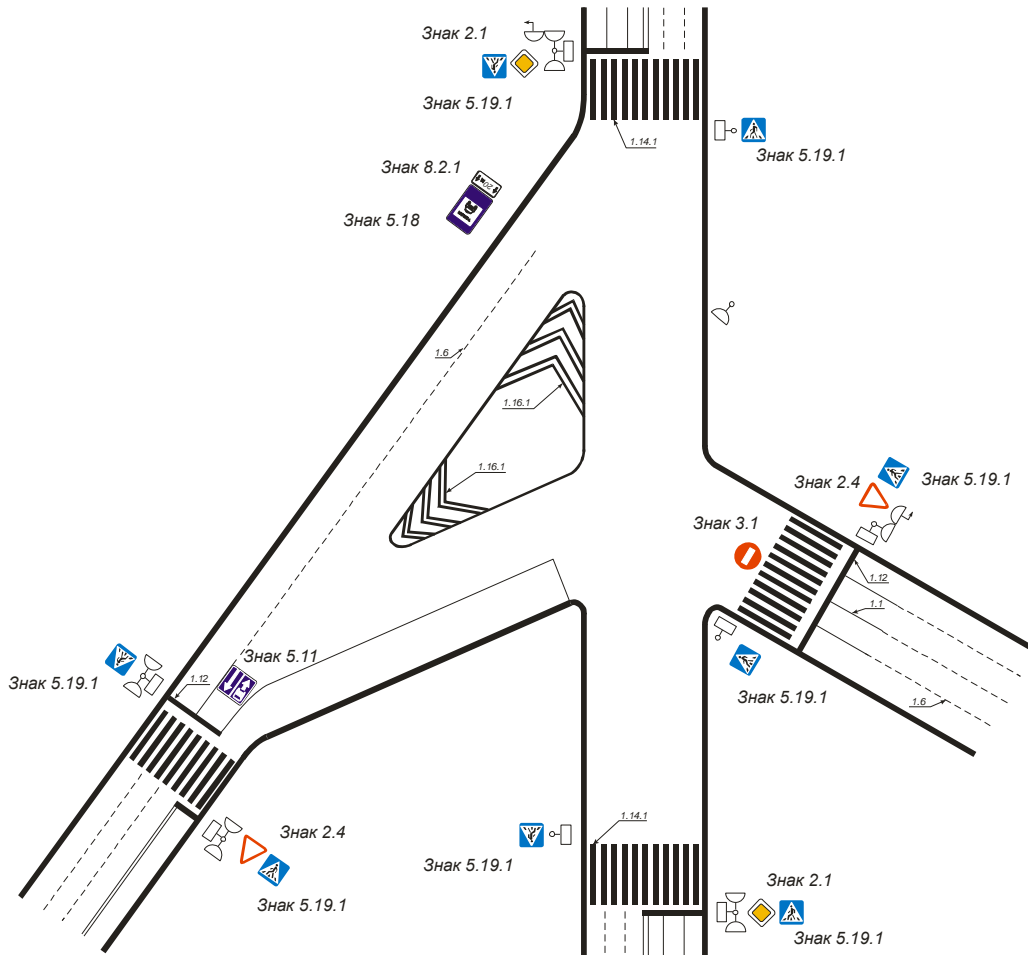


Рисунок 4.1 - Схема участка УДС с расположением технических средств организации дорожного движения

Особая роль при реализации мероприятий по организации дорожного движения принадлежит внедрению технических средств: дорожных знаков и дорожной разметки, средств светофорного регулирования, дорожных ограждений и направляющих устройств. При этом светофорное регулирование является одним из основных средств обеспечения безопасности движения на перекрестках. Количество перекрестков, оборудованных светофорами, в крупнейших городах мира с высоким уровнем автомобилизации непрерывно возрастает и достигает в некоторых случаях соотношения: один светофорный объект на 1,5-2 тыс. жителей города.

В последние годы в нашей стране интенсивно ведутся работы по созданию и применению сложных автоматизированных систем с применением управляющих ПК, средств автоматики, телемеханики, диспетчерской связи и телевидения для управления движением в масштабах крупного района или целого города. Опыт эксплуатации таких систем убедительно свидетельствует об их эффективности в решении транспортной проблемы.

Технические средства организации движения по их назначению можно разделить на две большие группы. К первой относятся технические средства, непосредственно воздействующие на транспортные и пешеходные потоки с целью формирования их необходимых параметров. Это - дорожные знаки, дорожная разметка, светофоры и направляющие устройства.

Ко второй группе относятся средства, обеспечивающие работу средств первой группы по заданному алгоритму. Это - дорожные контроллеры, детекторы транспорта, средства обработки и передачи информации, оборудование управляющих пунктов АСУД, средства диспетчерской связи и т.д.

4.2 Установка пешеходных ограждений

Пешеходные ограждения служат для предотвращения неконтролируемого выхода пешеходов на проезжую часть в наиболее опасных местах. Такое положение создается, как правило, при высокой интенсивности транспортных и пешеходных потоков, когда проезжая часть и пешеходные пути непосредственно примыкают друг к другу. Помимо снижения безопасности движения, снижается также пропускная способность улиц, так как большая часть водителей стремится двигаться по возможности дальше от тротуара. Несмотря на достаточную ширину проезжей части, транспортный поток искусственно сужается. Кроме этого, при приближении к тротуару заметно снижается скорость движения транспортных средств, что связано с необходимостью у водителя следить за поведением пешеходов.

Данные наблюдений за характером движения транспортных средств на улице без ограждений (сплошные линии) и с ограждениями (пунктирные линии) приведены на рисунке 3. По горизонтальной оси отложены значения ширины проезжей части B с началом отсчета от правого по ходу движения автомобилей бордюра. Кривые 1 показывают распределение автомобилей по ширине проезжей части P , кривые 2 – среднее значение скорости потока автомобилей v в зависимости от их удаления от тротуара. Применение ограждений улучшает использование проезжей части и повышает скорость движения транспортных средств.

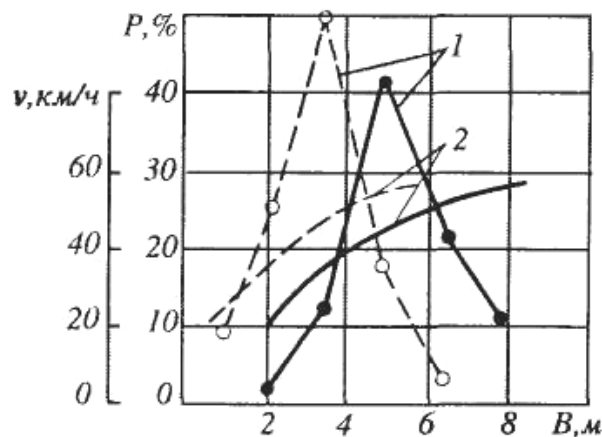


Рисунок 4.2 – Скорость движения и характер использования проезжей части транспортными средствами при наличии и отсутствии пешеходных ограждений

В качестве пешеходных ограждений на проектируемом участке целесообразно применить пешеходные ограждения перильного типа, а также пешеходные ограждения выполненные из сеток.

Пешеходные ограждения следует устанавливать при интенсивном пешеходном движении вдоль тротуара. Применение пешеходных ограждений целесообразно также у остановок общественного транспорта. Длину пешеходных ограждений на перегонах улиц принимают не менее 50 м в каждую сторону от пешеходного перехода. Высоту ограждений можно принять 0,8–1,5 м. Пешеходные ограждения на проектируемом участке следует расположить на тротуаре на расстоянии 0,3 м от лицевой поверхности бордюра.

4.3 Условия строительства подземного пешеходного перехода

В магистерской работе рассматривается совершенствование организации дорожного движения по пересечении улицы проспект Революции, улицы Карла Маркса и улицы Пушкинская. Целью является повышение безопасности дорожного движения, снижение транспортных и пешеходных задержек путем строительства подземных пешеходных переходов и организации мест для парковки в районе данного пересечения.

Условиями строительства подземного пешеходного перехода на рассматриваемом участке являются: высокая интенсивность транспортного потока, где в «часы пик» интенсивность достигает более 1000 ед/час. Высокая интенсивность движения по данной улице связано со множеством факторов. Во-первых, она является направляющей дорогой которая связывает Центральную часть города. По ней проходят большие транспортные потоки. Высокая интенсивность пешеходного потока (около 1000 чел./час). Высокая интенсивность связано с большим количеством

мест тяготения жителей города. Большое количество ДТП (37 ДТП за 2014 год).

Стоит отметить, что в результате строительства подземных пешеходных переходов: сократится время задержки транспортных средств из-за необходимости пропуска пешеходов по наземному регулируемому пешеходному переходу; увеличится пропускная способность транспортного потока по направлениям; уменьшится количество дорожно-транспортных происшествий; исчезнет такое понятие как время «терпеливого ожидания» пешеходов, которое принимается равным 30 с. На регулируемом пешеходном переходе это время превышено!

4.4 Расчет фактической интенсивности транспортных потоков

Исследуемая автомобильная дорога находится на одном из напряженных транспортных направлений. Работает в круглосуточном режиме. В дневное время суток через данный участок проходит около 80 % транспортного потока, а в ночное время суток около 20 % суточного транспортного потока. Распределение интенсивности по дням недели имеет определенную закономерность. Эта закономерность связана с социальными особенностями исследуемого участка и организации рабочего времени людей. Наибольшая интенсивность движения наблюдается в будни дни, так как около 70 % индивидуальных владельцев пользуются в эти дни личным автомобилем. Следствием этого является увеличение интенсивности движения в среднем на 1,5 % выше среднесуточной за неделю. Эту интенсивность движения рекомендуется принимать в качестве расчетной для всего месяца. Средняя интенсивность движения на рассматриваемом участке УДС в рабочие дни составляет:

Понедельник – легковые автомобили 2957 авт./ч в обоих направлениях;– грузовые автомобили 563 авт./ч в обоих направлениях;– автобусы 146 авт./ч в обоих направлениях.

Вторник – легковые автомобили 2883 авт./ч в обоих направлениях;– грузовые автомобили 545 авт./ч в обоих направлениях;– автобусы 148 авт./ч в обоих направлениях.

Среда – легковые автомобили 2835 авт./ч в обоих направлениях;– грузовые автомобили 555 авт./ч в обоих направлениях;– автобусы 150 авт./ч в обоих направлениях.

Четверг – легковые автомобили: 2857 авт./ч в обоих направлениях;– грузовые автомобили 541 авт./ч в обоих направлениях;– автобусы 152 авт./ч в обоих направлениях.

Пятница – легковые автомобили 2922 авт./ч в обоих направлениях;– грузовые автомобили 562 авт./ч в обоих направлениях;– автобусы 153 авт./ч в обоих направлениях.

Следует отметить, что в зимний период наблюдается спад интенсивности движения, так как в этот сезон уменьшается количество личных автомобилей. В летний период приходится около 70 % годового участия этих автомобилей в дорожном движении, тогда как в зимний период объем движения автомобилей индивидуальных владельцем составляет в среднем 1,5–2 % годового.

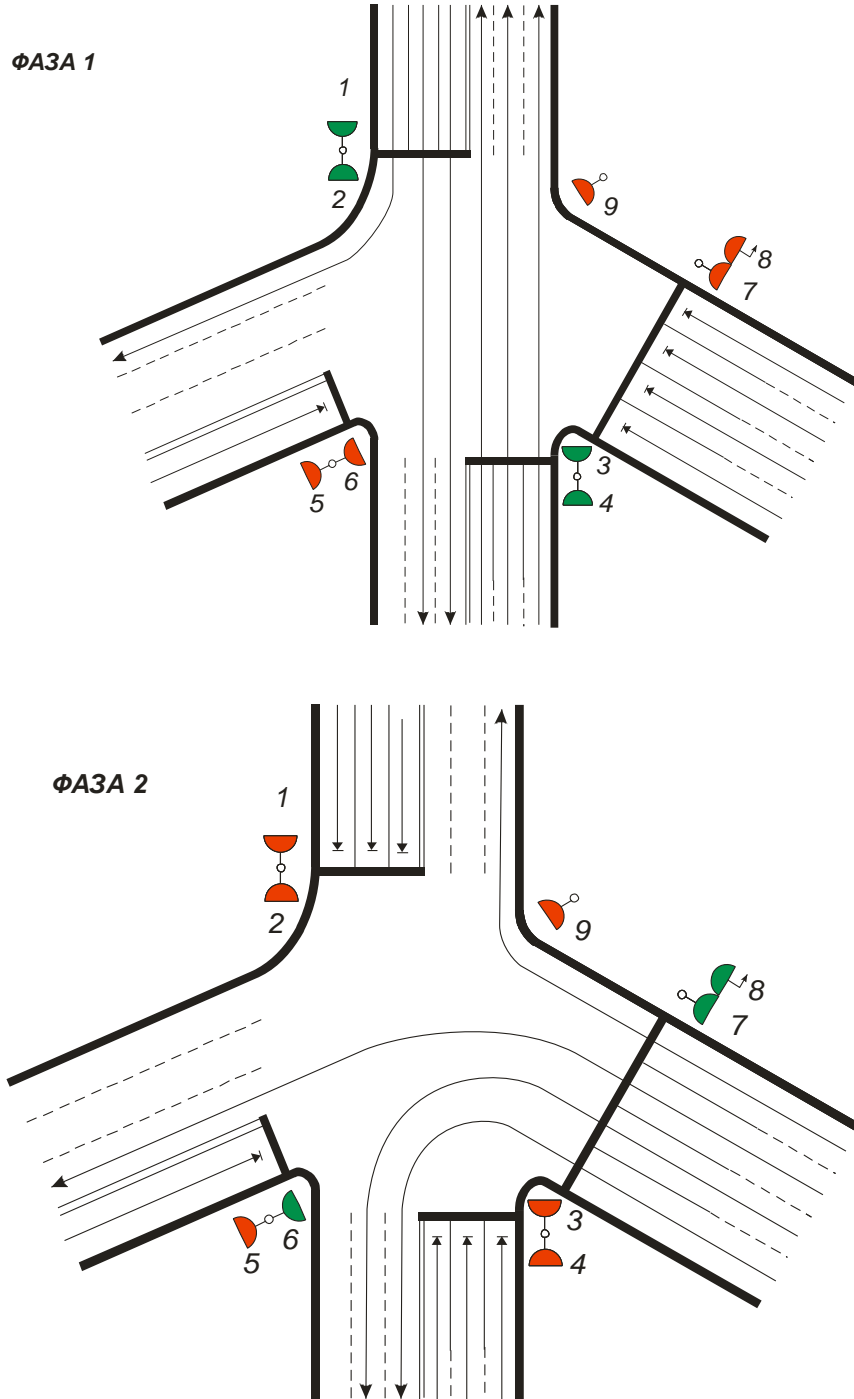
4.5 Расчет цикла светофорного регулирования

Пофазный разъезд обеспечивает разделение конфликтующих потоков во времени. При разработке вариантов схемы пофазного разъезда следует учитывать, что наиболее рациональным является использование меньшего количества фаз регулирования. Вместе с тем, при наличии мощных левоповоротных потоков с интенсивностью более 120 ед./ч или мощными пересекающими пешеходными потоками, необходимо введение как минимум трех фаз регулирования [17].

В данном случае, введение двухфазного светофорного регулирования нежелательно, т.к. на перекрестке имеются:

- незначительные конфликтующие потоки транспорта право и левоповоротного движения по улице Пушкинская.

Наиболее рациональным вариантом для заданного перекрестка является выбор следующего варианта ОДД (рисунок 4.4).



ФАЗА 3

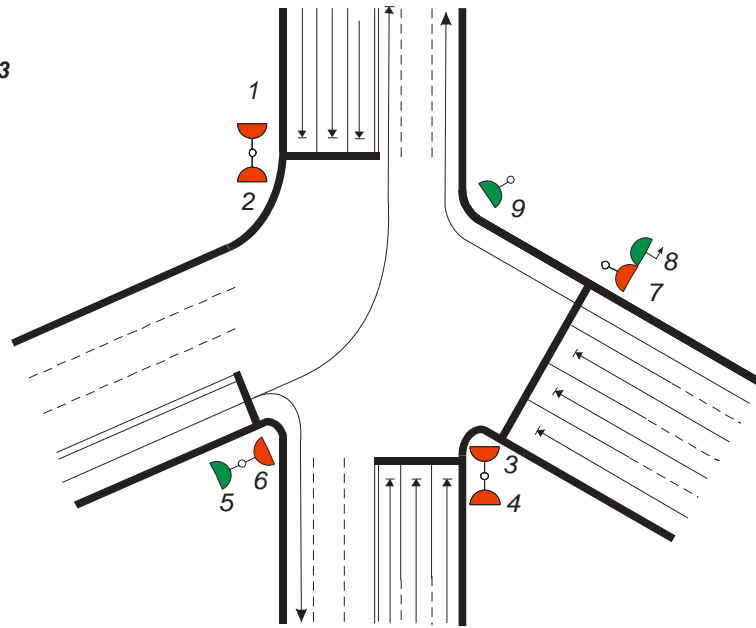


Рисунок 4.4 – Схема организации движения при пофазном разьезде на пересечении улицы проспект Революции, улицы Карла Маркса и улицы Пушкинская

Для расчета оптимальной длительности цикла и составляющих его тактов необходимо определить потоки насыщения и фазовые коэффициенты.

Поток насыщения, отражающий пропускную способность подхода в рассматриваемой фазе, с учетом открытых для движения полос возможно определить с использованием формулы [17]:

$$M = P \cdot n \cdot \frac{(N + N^L + N^{PP})}{(N + 1,75N^L + 1,25N^{PP})} \text{ (ед./ч)}, \quad (4.1)$$

где P - пропускная способность полосы движения, ед./ч; n - число полос, открытых для движения при входе на перекресток; N - интенсивность прямого направления, авт./ч; N^L - интенсивность левоповоротного потока, авт./ч; N^{PP} - интенсивность правоповоротного потока, ед./ч.

Следует отметить, что пропускная способность полосы определяется как

$$P = \frac{P_1 \cdot K_M}{n} \text{ (авт./ч)}, \quad (4.2)$$

где K_M - коэффициент многополосности, n - число полос движения.

В нашем случае:

$$P = \frac{1800 \cdot 1}{1} = 1800 \text{ ед./ч.}$$

При движении в прямом направлении, без уклонов проезжей части дороги, поток насыщения этого направления определяется по формуле:

$$M_i = 525 \cdot B_{пч} \text{ (ед./ч)}, \quad (4.3)$$

где $B_{пч}$ - ширина проезжей части для рассматриваемого прямого направления, м.

Для лево – и правоповоротных потоков, с учетом радиусов закруглений R поток насыщения составит:

$$M_i = \frac{1800}{1,0 + (1,525 / R)} \text{ (ед./ч)}, \quad (4.4)$$

для двухрядного движения

$$M_i = \frac{3000}{1,0 + (1,525 / R_{cp})} \text{ (ед./ч)}, \quad (4.5)$$

где R_{cp} - средний радиус поворота двух полос, м.

Определив потоки насыщения, следует вычислить долю загрузки подхода или выделенных полос с использованием фазового коэффициента:

$$y = \frac{N_{ппi}}{M}, \quad (4.6)$$

где N_{IPi} - суммарная интенсивность движения на рассматриваемом подходе в направлениях, обслуживаемых этой фазой.

Результаты выполненных расчетов сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты расчетов фазовых коэффициентов

№ фазы	Подход или направление	Поток насыщения, авт./ч	Фазовый коэффициент
1	1	3675	0,35
	2	3675	
	4	3675	
	5	3675	
2	3	1512	0,3
	6	1512	
3	1п	30	
	2п	5	

Для выполнения расчета цикла регулирования, необходимо определить длительность промежуточных и основных тактов. Промежуточный такт назначается для того, чтобы автомобиль, подходящий к перекрестку на зеленый сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог остановиться либо у «стоп»-линии, либо успеть освободить перекресток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движение в следующей фазе).

Длительность промежуточного такта в рассматриваемой i -й фазе регулирования определяется по формуле [17]:

$$t_{n_i} = t_{pk} + t_T + t_i - t_{i+1} \quad (с), \quad (4.7)$$

где t_{pk} - время реакции водителя на смену сигналов светофора (принимают равной 1 с, с учетом наличия промежуточного такта), с; t_T - время, необходимое водителю для проезда расстояния, равного тормозному пути, с; t_{i+1} - время, необходимое для проезда от «стоп»-линии до самой дальней конфликтной точки, с; t_i - время движения автомобиля до самой дальней конфликтной точки, с.

Время t_T определяется по формуле:

$$t_T = \frac{V_T}{3,6 \cdot 2 \cdot j_T} \text{ (с)}, \quad (4.8)$$

где V_T – средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к перекрестку и в зоне перекрестка без торможения (с ходу), км./ч; j_T - среднее замедление транспортного средства при включении запрещенного сигнала, м/с² (принимается равным 4 м/с²); 3,6 – переводной коэффициент.

Средняя скорость движения транспорта принимается равной:

- при движении в прямом направлении $V_T = 60$ км/ч;
- при выполнении левого поворота $V_T = 25$ км/ч;
- при выполнении правого поворота $V_T = 20$ км/ч.

Таким образом, с учетом различных скоростей движения по направлениям, время t_T примет следующие значения:

$$t_T = \frac{60}{3,6 \cdot 2 \cdot 4} \approx 2,1 \text{ с},$$

$$t_T^a = \frac{25}{3,6 \cdot 2 \cdot 4} \approx 0,9 \text{ с},$$

$$t_T^b = \frac{20}{3,6 \cdot 2 \cdot 4} \approx 0,7 \text{ с}.$$

Время t_i определяется следующей формулой [19]:

$$t_i = \frac{3,6(l_i + l_a)}{V_T} \text{ (с)}, \quad (4.9)$$

где l_i - расстояние от «стоп»-линии до самой отдаленной конфликтной точки, м; l_a - длина автомобиля, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

Расстояние l_i определяется по схеме пересечения, с учетом ширины и количества полос движения транспортных потоков, ширины пешеходных переходов, расстояний от пешеходного перехода до «стоп»-линии (около 1 м)

и до границ проезжей части перекрестка (около 5 м). Это расстояние можно определить на основании схемы конфликтных точек. Правоповоротные потоки из рассмотрения можно исключить.

Длина автомобиля для рассматриваемого случая принимается равной $l_a = 5$ м, поскольку в общем потоке преобладают легковые автомобили. Согласно схемы конфликтных точек, самая дальняя из них располагается по направлению движения левоповоротного потока в 1-й фазе, поэтому принимаем $l_i \approx 12$ м, а для последующих фаз – прямолинейное движение при $l_i \approx 5$ м.

Таким образом время t_i будет равно:

$$t_{i1} = \frac{3,6 \cdot (5+12)}{25} = 2,4 \text{ с,}$$

$$t_{i2,3,4} = \frac{3,6 \cdot (5+5)}{60} = 0,6 \text{ с.}$$

Время t_{i+1} определяется формулой:

$$t_{i+1} = \sqrt{\frac{2 \cdot l_{i+1}}{a_T}} \text{ (с)}, \quad (4.10)$$

где l_{i+1} - расстояние от «стоп»-линии до той же критической конфликтной точки в начале движения конфликтующего потока следующей фазы, м; a_T - ускорение транспортного средства при разгоне после трогания с места, м/с².

По схеме конфликтных точек принимаем $l_{i+1} \approx 12$ м и $l_{i+1} \approx 5$ м; величина a_T может быть принята равной 2 м/с², тогда

$$t_{i+1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12}{2}} = 3,5 \text{ с,}$$

$$t_{i+1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{2}} = 2,2 \text{ с.}$$

На основании полученных значений, составляющих длительность промежуточного такта, определим все его возможные значения для каждой фазы:

для первой фазы:

$$t_{n_1} = 1 + 0,9 + 2,4 - 3,5 = 0,8 \approx 1 \text{ с.}$$

для последующих фаз:

$$t_{n_2} = t_{n_3} = t_{n_4} = 1 + 2,1 + 0,6 - 2,2 = 1,5 \approx 2 \text{ с.}$$

Поскольку ГОСТ Р 52289-2004 [13] регламентируют время горения желтого (промежуточного) сигнала светофора в пределах $t_n = 3...4$ с, принимаем $t_n = 3$ с для всех промежуточных тактов.

Поскольку в период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие улицу на разрешающий сигнал светофора, следует определить время, за которое пешеход имеет возможность вернуться на тротуар, откуда он начал движение или дойти до середины проезжей части. Максимальное время, которое для этого потребуется пешеходу определяется по следующей формуле:

$$t_{Pi} = \frac{B_{ПЧ}}{4V_{П}}, \quad (4.11)$$

где $B_{ПЧ}$ - ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в i -й фазе регулирования (длина пешеходного перехода), м; $V_{П}$ - расчетная скорость движения пешеходов, м/с (обычно принимается равной $V_{П} = 1,2$ м/с).

Определим t_{Pi} для всех фаз регулирования, где это необходимо. Для случая (а) $B_{ПЧ1} = 18$ м, $B_{ПЧ2} = B_{ПЧ3} = 8$ м, тогда

$$t_{n_3}^1 = t_{n_2}^2 = t_{n_2}^4 = \frac{8}{4 \cdot 1,2} = 1,67 \approx 2 \text{ с,}$$

$$t_{n_1}^2 = \frac{18}{4 \cdot 1,2} = 3,75 \approx 4 \text{ с,}$$

$$t_n^2 = \max\{t_{n_2}^2; t_{n_1}^2\} = 4 \text{ с.}$$

Таким образом, продолжительность промежуточных тактов для фазы № 1, 2, 3 принимаем равным 3 с.

Определив величину промежуточных тактов, необходимо рассчитать цикл регулирования и основные такты. В простейшем случае, при равномерном прибытии транспортных средств к перекрестку, минимальная длительность цикла может быть определена из соотношения:

$$N_{ij} \cdot T_u = M_{ij} \cdot t_o, \quad (4.12)$$

где N_{ij} – интенсивность прибытия транспорта j -го направления в i -й фазе, авт./ч; M_{ij} – поток насыщения, авт./ч; t_o – продолжительность основного такта, с.

Из (4.12) выразим t_o :

$$t_o = \frac{N_{ij} \cdot T_u}{M_{ij}} = y_{ij} \cdot T_u = y_i \cdot T_u \quad (с). \quad (4.13)$$

С учетом (3.13), преобразуем общую формулу цикла регулирования

$$T_u = (t_{o1} + t_{n1}) + (t_{o2} + t_{n2}) + \dots + (t_{on} + t_{nn})$$

к виду

$$T_u = (y_1 \cdot T_u + t_{n1}) + (y_2 \cdot T_u + t_{n2}) + \dots + (y_n \cdot T_u + t_{nn}) \quad (с), \quad (4.14)$$

где $t_{o1}, t_{o2}, \dots, t_{on}$ – длительность основного такта, с; t_{n1} – длительность промежуточного такта, с; n – число фаз.

Случайное прибытие транспорта определяется по формуле Вебстера:

$$T_u = \frac{1,5 \cdot \left(\sum_{i=1}^n t_{n_i} \right) + 5}{1 - \sum_{i=1}^n y_i} \quad (с). \quad (4.15)$$

Определим на основании этой формулы, продолжительность цикла:

$$T_u = \frac{1,5 \cdot (3 + 3 + 3) + 5}{1 - (0,35 + 0,3 + 0,21)} = 84 \text{ с.}$$

Длительность основных тактов фаз составит:

$$t_{o1} = y_1 \cdot T_y \cdot \frac{T_y - \sum_{i=1}^n t_{n_i}}{T_y - 1,5 \cdot \left(\sum_{i=1}^n t_{n_i} \right) - 5} = 0,35 \cdot 84 \cdot (84 - 10 / 84 - 1,5 \cdot 10 - 5) = 30 \text{ с,}$$

$$t_{o2} = y_2 \cdot T_y \cdot \frac{T_y - \sum_{i=1}^n t_{n_i}}{T_y - 1,5 \cdot \left(\sum_{i=1}^n t_{n_i} \right) - 5} = 0,3 \cdot 84 \cdot (84 - 10 / 84 - 1,5 \cdot 10 - 5) = 26 \text{ с,}$$

$$t_{o3} = y_3 \cdot T_y \cdot \frac{T_y - \sum_{i=1}^n t_{n_i}}{T_y - 1,5 \cdot \left(\sum_{i=1}^n t_{n_i} \right) - 5} = 0,21 \cdot 84 \cdot (84 - 10 / 84 - 1,5 \cdot 10 - 5) = 18 \text{ с.}$$

Проверка: $T_y = 30 + 26 + 18 + 10 = 84 \text{ с.}$

Длительность основных тактов необходимо проверить на возможность осуществления пропуска в соответствующих направлениях пешеходов. Для этого используется формула определения времени, необходимого для перехода пешеходов через проезжую часть:

$$t_{n_i} = \frac{b_{\text{пч}} + d(n+1)}{V_{\text{п}}} + t_{3\text{п}} - \delta t_n (N'_{\text{п}i} - 1) \text{ (с).} \quad (4.16)$$

С учетом формулы (3.16), количество рядов для трех рассматриваемых пешеходных переходов составит:

$$n_1 = n_2 = 2/1 = 2 \text{ ряда.}$$

Остальные величины, используемые для определения t_{n_i} соответствуют ранее принятым в расчетах.

При определении времени t_{n_i} необходимо выявить количество пешеходов, переходящих в течение одной фазы переход с учетом количества выделенных рядов пешеходного движения. Для этого используем формулу:

$$N'_{\text{п}i} = \frac{N_i \cdot T_y}{n \cdot 3600} \quad (4.17)$$

На основании формулы (3.17) определим $N'_{\text{п}i}$ для пешеходных переходов:

$$N'_{\text{п}1} = \frac{12 \cdot 90}{4 \cdot 3600} \approx 1 \text{ чел.,}$$

$$N'_{п2} = \frac{90 \cdot 90}{4 \cdot 3600} \approx 1 \text{ чел.},$$

С учетом полученных данных: $t_{n1}^1 = 16 \text{ с}$, $t_{n2}^1 = 11 \text{ с}$.

Полученное время, необходимое для перехода пешеходов через проезжую часть следует проверить на соответствие его основным тактам и, при необходимости, произвести корректировку. На основании полученных результатов следует скорректировать время разрешающего сигнала в третьей фазе на 2 с (до 18 с).

Полученные значения времени, необходимого для перехода пешеходами проезжей части, соответствует заданным промежуткам времени светофорного регулирования. Результаты расчетов сведем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчетов тактов светофорного регулирования

Фаза 1, с		Фаза 2, с		Фаза 3, с		Цикл $T_{ц}, \text{с}$
Такт 1	Такт 2	Такт 1	Такт 2	Такт 1	Такт 2	
30	3	26	3	18	4	84

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации был проведен анализ способов и методов организации парковки на улично-дорожной сети городского округа город Воронеж. Разработаны рекомендации по организации парковки в городе Воронеж с обеспечением условия для повышения безопасности движения и пропускной способности улично-дорожной сети.

На основании анализа одного из участков улично дорожной сети, таких как данные статистики ДТП и интенсивности движения автомобильного транспорта, предложены мероприятия позволяющие повысить пропускную способность пересечения улицы проспект Революции и улицы Пушкинская с возможностью обеспечения безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также возможности за счет изменения схемы организации дорожного движения увеличения парковочных мест в области данного пересечения. Это позволит снизить время задержки на пересечении и повысить удобство парковки на исследуемой улице города Воронеж.

Предлагаемые мероприятия, а именно, изменение геометрических параметров перекрестка с изменением цикла светофорного регулирования, организацией движения пешеходов по подземному пешеходному переходу и организацией дополнительных мест для парковки существенно улучшает дорожно-транспортную ситуацию на проектируемом участке. Увеличивается пропускная способность примерно на 30 %, снижается количество дорожно-транспортных происшествий. Также существенно снижаются потери от задержек транспортных средств на проектируемых направлениях. В целом магистерскую работу следует считать эффективной по всем показателям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*.-М.:2011.-114 с.

2. Вавринчук П.А, Рябкова Е.Б. Паркинг – основное решение дефицита парковочных мест./Новые идеи нового века – 2014. Том 2.-53 с.

3. Галузова М.С., Лучкова В.И. Проблема конфликта и компромисса транспорта и городской площади. / Новые идеи нового века – 2011 : материалы Тринадцатой международной научной конференции ИАС ТОГУ : в 2 т. / Тихоокеан. гос. ун-т. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. –Т. 1. С. 161-165.

4. Киричук В.В., Грунев Д.В. Решение проблемы нехватки парковочных мест./ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2015./VII Международная студенческая электронная научная конференция/ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://www.scienceforum.ru/2015/883/7275> (дата обращения: 17.01.17)

1. Алексиков, С. В. Оценка влияния дорожных условий на среднюю скорость транспортного потока [Текст] / С. В. Алексиков, М. Н. Сидоренко, И. С. Алексиков // Дорожно-трансп. комплекс, экономика, экология, стр-во и архитектура : мат. междунар. науч.-практ. конф., Омск, 21-23 мая, 2003 г. – Омск : Изд-во СибАДИ, 2003. – Кн. 2. - С. 59-61.

2. Андронов, Р. Расчёт потерь от заторов на регулируемых перекрёстках [Текст] / Р. Андронов, Б. Елькин // Ж. Автомобильные дороги. – М., 2006, № 8. – 68 с.

3. Анисимов, А. В. Основы автоматизированного проектирования технических объектов [Текст] : учеб. пособие / А. В. Анисимов [и др.] // Юж.-Рос. Гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – 98 с. - ISBN 5-88998-230-3.

4. Афоничев, Д. Н. Обоснование радиусов кривых в плане автомобильных дорог [Текст] / Д. Н. Афоничев // Лес. пром-сть, 2005, № 3. – С. 17-18.

5. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Бабков.– М. : Транспорт,1982. – 3-е изд., перераб. и доп. – 288 с.

6. Бабков, В. Ф. Проблемы безопасности дорожного движения [Текст] / В. Ф. Бабков // Проектирование автомобильных дорог и безопасность движения : сб. науч. тр. МАДИ. – М., 1990. – С. 4-11.

7. Балакин, В. В. Благоустройство и охрана городской среды [Текст] : учеб. пособие / В. В. Балакин ; ВгИСИ. – Волгоград : ВПИ, 1985. – 82 с.

8. Балакин, В. В. Оценка факторов городской среды [Текст] : метод. указ. к лаб. работам и практич. занятиям по дисциплине "Транспортная планировка города" / В. В. Балакин ; ВолгГАСУ. – Волгоград, 2005. – 59 с.

9. Богвелишвили, З. Исследование задержки транспортных средств на перекрестке [Текст] / З. Богвелишвили, Л. Цвилашвили // Мецниереба да технол. – 2004. – № 1-3. – С. 64-66.

10.Болдин, А. П. Основы научных исследований и УНИРС [Текст] : учеб. пособие / А. П. Болдин, В. А. Максимов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2002. – 276 с.

11.Буслаев, А. П. Вероятностные и имитационные подходы к оптимизации автодорожного движения [Текст] / А. П. Буслаев [и др.]; под ред. чл.-корр.РАН В.М. Приходько. – М. : Мир, 2003. – 368 с. : ил.

12.Вилкова, И. М. О критериях оценки потребительских качеств автомобильных дорог [Текст] / И. М. Вилкова // Вестн. ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. – 2005. – № 6. – С. 91-98.

13.Вилкова, И. М. О методологии функциональной классификации автомобильных дорог для целей их модернизации [Текст] / И. М. Вилкова // Дороги и мосты : сб. ст. ФГУП РОСДОРНИИ. – М., 2006. – вып. 16/2. – С. 30-42.

14. ГОСТ Р 50779.21-2004. Правила определения и методы расчёта статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение [Текст] – Введ. 2004-06-01. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 50 с.

15. ГОСТ Р 51256-99. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры [Текст] – Введ. 2000-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 26 с.

16. ГОСТ Р 52289-2004. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст] – Введ. 2006-01-01. – М. : Стандартиформ, 2005. – 100 с.

17. Гохман, В. А. Пересечения и примыкания автомобильных дорог : учеб. пособие для авт.-дор. спец. вузов / В. А. Гохман, В. М. Визгалов, М. П. Поляков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1989. – 319 с. : ил. – ISBN 5-06-000150-4.

18. Долбня, Н. В. Оптимизация характеристик транспортного потока и параметров дорог [Текст] / Н. В. Долбня, Н. Н. Никитенко. – Волгоград : Изд-во Волгогр. гос. ун-та, 2002. – 203 с. : ил.

19. Домбровский, А. Н. Оценка эффективности организации движения транспортных средств на нерегулируемых перекрестках [Текст] / А. Н. Домбровский, Н. А. Наумова, Е. М. Наумов // Ин-т соврем. технол. и экон. – Краснодар, 2002. – 20 с. : ил.

20. Домбровский, А. Н. Расчет задержек транспортных средств на нерегулируемых перекрестках [Текст] / А. Н. Домбровский, Н. А. Наумова, Е. М. Наумов // Ин-т соврем. технол. и экон. – Краснодар, 2002. – 18 с. : ил.

21. Дрю, Д. Теория транспортных потоков и управление ими [Текст] / Д. Дрю ; перевод с англ. Е. Г. Коваленко. – М. : Транспорт, 1972. – 423 с.

22. Живогладова, Л. В. Оценка безопасности движения на основе моделирования конфликтной загрузки перекрестков [Текст] : Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук Живогладова Л. В. / Л. В. Живогладова // Моск. автодорог. дор. ин-т (гос. техн. ун-т). – М., 2005. – 20 с. : ил.

23. Капский, Д. В. Методы прогнозирования аварийности на регулируемых и нерегулируемых перекрестках [Текст] / Д. В. Капский // Белорус. гос. политехн. акад. – Минск, 2000. – 6 с. : ил.

24. Кирьянов, В. Н. Основные направления совершенствования деятельности в области обеспечения безопасности дорожного движения [Текст] / В. Н. Кирьянов ; СПб гос. архит.-строит. ун-т // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : сб. докладов седьмой междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2006. – С. 3-6.

25. Комаров, Ю. Я. К вопросу о моделировании движения транспортных потоков на улично-дорожной сети городов [Текст] / Ю. Я. Комаров [и др.] ; Волгогр. гос. техн. ун-т // Наземные транспортные системы : Межвуз. сб. науч. трудов. – Волгоград : Политехник, 2000. – С. 104-105.

26. Кременец, Ю. А. Управление транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог [Текст] / Ю. А. Кременец, Г. М. Гасанов. – М. : МАДИ(ГТУ), 2004. – 172 с.

27. Лебедев, Б. М. Безопасность движения на кольцевых пересечениях в одном уровне [Текст] / Б. М. Лебедев // Проектирование автомобильных дорог и безопасность движения : сб. науч. тр. МАДИ. – М., 1970. – Вып. 30. – С. 52-58.

28. Лебедев, Б. М. Выбор геометрических элементов кольцевых пересечений в плане [Текст] / Б. М. Лебедев // Проектирование автомобильных дорог и безопасность движения : сб. науч. тр. МАДИ. – М., 1970. – Вып. 30.

29. Левашев, А. Г. Обслуживание транспортного потока на регулируемом перекрестке [Текст] / А. Г. Левашев, А. Ю. Михайлов // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири : 8 Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 26-27 сент., 2002 г. – Томск : Изд-во ТГУ, 2002. – Ч. 1. – С. 123-126.

30. Менделеев, Г. А. Транспорт в планировке городов [Текст] : учеб. пособие / Г. А. Менделеев ; МАДИ (ГТУ). – М., 2005. – 135 с.

31. Меренцова, Г. С. Об использовании информатики в проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог [Текст] / Г. С. Меренцова, И. Р. Макарова. – М. : Ползуновский альм, 2001. – № 3. – С. 273-274.

32. Методические указания по определению минимальных габаритов проездов и площадок для разворота автотранспортных средств [Текст]. – М., 1975. – 23 с.

33. Мовчан, В. П. Современные методы организации дорожного движения [Текст] / В. П. Мовчан [и др.]. – Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2000. – 299 с. – ISBN 5-88151-263-4.

34. Наумова, Н. А. Метод определения целесообразности введения регулирования движением на перекрестке [Текст] / Н. А. Наумова, Д. Н. Домбровский, Е. М. Нармов // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств : мат. 3 междунар. науч.-технич. конф. Пенза, 19-21 мая, 2002 г. – Пенза: Изд-во ПГУАС, 2004. – Ч. 1. – С. 293-297.

35. Ногова, Е. Г. Применение компьютерного моделирования для проектирования схем организации дорожного движения [Текст] / Е. Г. Ногова // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : сб. докладов 4 междунар. конф., СПб, 28-29 сент., 2000 г. – СПб : Изд-во СПбГАСУ, 2000. – С. 123-125.

36. Овчинников, И. Г. Моделирование работы несущих конструкций транспортных сооружений [Текст] : учеб. пособие / И. Г. Овчинников, Е. А. Козырева, Р. Б. Гарибов ; под общ. ред. О. А. Панина. // Саратов : Сарат. Гос. техн. ун-т, 2004. – 242 с. – ISBN 5-7433-1386-5.

37. Метод повышения безопасности дорожного движения транспортных средств и снижение риска возникновения дорожно-транспортных происшествий Чуканов А.Ю., Мозгов С.А., Костина Д.М., Бусарин Э.Н. В сборнике: Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса материалы IV Международной научно-практической конференции, в рамках 4-го Международного Научного

форума Донецкой Народной Республики. Донецкая академия транспорта. 2018. С. 245-247.

38. Повышение эффективности работы транспортного комплекса с учетом применения концепции "Умный город" Чуканов А.Ю., Мозгов С.А., Костина Д.М., Бусарин Э.Н. В сборнике: Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса материалы IV Международной научно-практической конференции, в рамках 4-го Международного Научного форума Донецкой Народной Республики. Донецкая академия транспорта. 2018. С. 99-102.

39. Пегин, П. А. Автотранспортная психология [Текст] : Учеб. пособие для студентов вузов / П. А. Пегин. – Хабаровск : Изд-во ХГТУ, 2003. – 199 с.

40. Печерский, М. А. Технические средства организации дорожного движения [Текст] : учебник для вузов / М. А. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с. : ил.

41. Поздняков, М. Н. Совершенствование организации дорожного движения на кольцевых пересечениях [Текст] : Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук Поздняков М. Н. / М. Н. Поздняков. – Волгоград : Волгогр. гос. техн. ун-т, 2005. – 23 с.

42. Попов, В. Г. Разбивка виражей, уширения проезжей части, горизонтальных кривых, пересечений и примыканий [Текст] : пособие для мастеров и производителей работ дорожных организаций / В. Г. Попов. – М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2001. – 152 с. : ил.

43. Попова, Е. П. Оценка эффективности мероприятий по организации дорожного движения [Текст] : учеб. пособие / Е. П. Попова, В. М. Трофимов, О. В. Куликова. – М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2001. – 73 с. : ил.

44. Пospelов, П. И. Проектирование автомобильных дорог [Текст] / под общ. ред. П. И. Пospelова ; Моск. автомоб. дор. ин-т (гос. техн. ун-т) // Сб. науч. трудов. – М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2004. – 206 с. – 53 ил.

45. Правила дорожного движения Российской Федерации [Текст]. – М. : Изд. Дом Третий Рим, 2016. – 48 с. : ил.
46. Пути повышения пропускной способности улично-дорожной сети Бусарин Э.Н., Белокуров В.П., Кораблев Р.А., Пасько А.В. В сборнике: Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: Организация автомобильных перевозок и безопасность дорожного движения Материалы XI Международной заочной научно-технической конференции. 2016. С. 40-44.
47. Романов, А. Н. Автотранспортная психология [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Н. Романов. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 224 с. – ISBN 5-7695-1003-X.
48. Сильянов, В. В. Пути повышения безопасности движения на автомобильных дорогах России [Текст] / В. В. Сильянов, Б. Б. Анохин // Ж. Наука и техн. в дор. отрасли. – М., 2000. – № 4. – С. 8-10.
49. Сильянов, В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог [Текст] / В. В. Сильянов. – М. : Транспорт, 1977. – 303 с.
50. Сисвадзе, Г. Математическое моделирование транспортных потоков [Текст] / Г. Сисвадзе ; Мецниереба да технол. – 2001. – № 1-3. – С. 46-47.
51. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги [Текст] – Введ. 1987-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 70 с. : ил. ; 29 см.
52. СНиП 2.07.01-89 Градостроительство, планировка городских и сельских поселений [Текст] – Введ. 1990-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 59 с. : ил. ; 29 см.
53. Спицнадель, В. Н. Основы системного анализа [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Спицнадель. – СПб. : Изд. дом «Бизнес-пресса», 2000. – 326 с.
54. Хейт, Ф. Безопасность, автомобилизация и скорость движения [Текст] / Ф. Хейт // Проектирование автомобильных дорог : сб. науч. трудов МАДИ. – М., 1990. – С. 12-31.

55. Шепелев, Н. П. Реконструкция городской застройки [Текст] / Н. П. Шепелов, М. С. Шумилов. – М. : Изд-во Высш. школа, 2000. – 271 с.

56. Эльвик, Р. Справочник по безопасности дорожного движения [Текст] / Р. Эльвик, А. Богер, А. Б. Мюссен, Э. Эствик, Т. Ваа ; Пер. с норв. под ред. проф. В. В. Сильянова. – М. : МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с. – ISBN 5-7962-0015-1.

57. Амбарцумян, В.В. Безопасность дорожного движения / В.В. Амбарцумян, В.Н. Бабанин [и др.]. – М.: Машиностроение, 2000. – 254 с.

58. Верзилин, В.А. Автомобильный транспорт: организация, безопасность, эффективность. / В.А. Верзилин. – Воронеж: Издательство ВГУ, 2001. – 256 с.

59. Кременец, Ю.А., Печерский, М.П., Афанасьев, М.Б. Технические средства организации дорожного движения: Учеб. для ВУЗов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.

60. Baier R., Ackva A., Baier M. Strassen und Plätze neu gestaltet : Beispiele aus der Praxis.// Druckerei J.P. Bachem GmbH, Köln – August 2000. – ISBN 3-7812-14907-3.

61. Gegelmann J. Der Kreisverkehr – Höchste Beanspruchung von Pflaster und Füge tis. 2002. 44, № 9, 46 s.