

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Политехнический институт  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е. С. Воеводин

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## **БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01.09 – Организация и безопасность движения

**«Совершенствование организации дорожного движения на участках УДС  
г. Канска»**

Руководитель

ст. преподаватель Н. В. Шадрин

Выпускник

И. В. Власов

Красноярск 2022

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование организации дорожного движения на участках УДС г. Канска» содержит 93 страницы текстового документа, 51 иллюстрацию, 38 таблиц, 4 приложения, 13 использованных источников, 4 листа графического материала.

УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ (УДС), ИНТЕНСИВНОСТЬ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ (ДТП), ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (ОДД), ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО (ТС), БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ (БД), ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ, СВЕТОФОРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ.

Цель работы – разработка схемы организации дорожного движения. Данная схема направлена на увеличение пропускной способности улично-дорожной сети на территории г. Канска, предупреждения заторов на участках УДС с учетом изменений транспортных потребностей, снижения уровня аварийности. Предложенный проект должен привести к увеличению пропускной способности участков УДС, снижению аварийности и экономическому эффекту в долгосрочной перспективе.

Снижение затрат при внедрении проекта обосновано соответствующими экономическими расчетами.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Технико-экономическое обоснование .....	5
1.1 Краткая характеристика города Канск.....	5
1.2 Характеристика транспортной инфраструктуры по видам транспорта .....	8
1.3 Характеристика и описание существующей организации движения транспортных средств и пешеходов на территории г. Канска .....	12
1.5 Сбор и анализ результатов натурального обследования интенсивности движения транспортных потоков .....	23
1.6 Анализ статистики аварийности с выявлением причин возникновения дорожно-транспортных происшествий.....	33
1.7 Характеристика аварийных участков УДС г.Канска .....	42
2 Организационно-техническая часть.....	49
2.1 Выбор и обоснование комплекса мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения и безопасности на рассматриваемых участках УДС г. Канск.....	49
2.2 Расчет интенсивности транспортных потоков на рассматриваемых участках УДС на основе статистического метода .....	53
2.3 Расчет возможной интенсивности на рассматриваемых пересечениях ул. Пугачева – ул. Гетоева и ул. Герцена ул. 40 лет Октября.....	54
2.4 Проект по совершенствованию организации дорожного движения на участке УДС г. Канска на пересечения на ул. Пугачева – ул. Гетоева .....	57
2.5 Проектирование организации дорожного движения на участке УДС г. Канска на пересечения на ул. Герцена – ул. 40 лет Октября.....	68
2.6 Организация пешеходного движения на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября .....	84
3 Экономическая часть .....	87
3.1 Определение экономии от снижения количества ДТП.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	92
Список использованных источников .....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ А Листы графической части.....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Презентационный материал.....	99

## ВВЕДЕНИЕ

Транспорт – одна из важнейших отраслей хозяйства, выполняющая функцию своеобразной кровеносной системы в сложном организме нашей страны. Он не только обеспечивает потребности хозяйства и населения в перевозках, но и является крупнейшей составной частью инфраструктуры как в городе, так и в регионе, оказывает существенное влияние на динамичность и эффективность социально – экономического развития.

Проблемы обеспечения безопасности дорожного движения в России за последние годы приобрели постоянно обостряющийся характер.

Развивающаяся экономика, с одной стороны, стимулирует развитие и расширение автомобильных перевозок, с другой – несет отрицательные последствия, приводя к росту числа ДТП, численности погибших и раненых на дорогах, загрязнению окружающей среды, увеличению экономического ущерба.

Низкий уровень дорожной безопасности является следствием действия совокупности негативных факторов, для устранения влияния которых необходимо совершенствовать функционирование системы обеспечения безопасности дорожного движения для решения следующих проблем:

- проблема координации структур, деятельность которых связана с обеспечением безопасности дорожного движения;
- проблема комплексного обеспечения (нормативного, материально-технического, информационного, кадрового) деятельности всех структур системы обеспечения безопасности дорожного движения;
- проблема научного обеспечения системы безопасности дорожного движения как элемента, направленного на обобщение положительного мирового опыта, накопление информации и знаний о влиянии различных факторов на безопасность движения, разработку методик, технологий, алгоритмов.

В связи с этим перед государством стоит важнейшая задача – обеспечение эффективного транспортного процесса при гарантированном уровне дорожной безопасности, что требует разработки действенных и обоснованных мер для сдерживания уровня аварийности и начала устойчивого процесса повышения безопасности движения.

Обеспечение безопасности движения на автомобильном транспорте – также является актуальной задачей на УДС г. Канска, которая включает в себя решение по совершенствованию ОДД и снижению вероятности возникновения ДТП.

## 1 Технико-экономическое обоснование

### 1.1 Краткая характеристика города Канск

Канск – средний город в Красноярском крае, расположенный на реке Кан, в 247 километрах от областного центра. Площадь населенного пункта составляет 96,3 квадратных километров. Неофициально является центром восточной зоны Красноярского края. Город расположен на обоих берегах реки Кан, и поэтому может быть условно разделен на правобережную и левобережную части. Ближайшая железнодорожная станция - Канск-Енисейский, ближайший аэропорт – в городе Красноярске. Сеть наземных транспортных коммуникаций обеспечивает сообщение Канска с краевым центром, населенными пунктами района, другими городами и районами края. Через город проходят крупнейшие транспортные магистрали страны – трасса М53 и Транссибирская железнодорожная магистраль. С другими восточными районами город связан шоссейными дорогами (на Абан, Ирбей, Тасеево, Агинское, Богучаны). Южными соседями города являются Ирбейский и Саянский районы. Севернее Канска, по направлению к Богучанам (Нижнее Приангарье), расположены Абанский, Дзержинский, Тасеевский районы. На восток, по направлению к Иркутску Иланский и Нижнеингашский районы. С западной стороны – Рыбинский, Уярский, Партизанский районы.

Расстояние от исследуемой территории до ближайших крупных населенных пунктов указано в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Расстояние до ближайших населенных пунктов

Наименование населенного пункта	Расстояние по прямой, км.	Расстояние по ж/д путям, км.	Расстояние на автомобиле, км.
Красноярск	178	247	230
Зеленогорск	70	-	112
Заозерный	68	80	91
Бородино	60	-	74
Иланский	23	32	31
Нижний Ингаш	52	62	57
Нижняя Пойма	93	118	106
Тайшет	146	171	165
Абан	57	-	63
Богучаны	264	-	335

#### 1.1.1 Природно-климатическая характеристика

Канск находится в зоне резко континентального климата с коротким жарким летом и длинной, холодной зимой. Температура летом может достигать 37°С, а зимой опускаться до минус 51°С. Самый теплый месяц Июль - средняя температура +19,1 градусов. Самый холодный месяц Январь - средняя температура -20,4 градусов. Зимой погоду определяет сибирский антициклон, под воздействием которого находится и территория Канска; преобладает безоблачная погода с сильными морозами и слабыми ветрами. С северо-запада

периодически циклоны приносят облачность, осадки и временное потепление, с усилением ветра.

Переходные периоды (весна, осень) непродолжительны, характерна резкая смена температур в течение дня. Среднегодовая температура воздуха — 0,2 °С. В зимнее время земля промерзает на 2,5-3 метра. Продолжительность отопительного периода составляет

238 суток при средней температуре –9°С. Среднемесячная температура воздуха представлена на рисунке 1.1.

Ежегодное количество осадков, составляющее 316 мм, выпадает неравномерно в течение года, 81% осадков приходится на лето. Доминирующими ветрами являются западный и юго-западный. Средняя скорость ветра — 3,0 м/с.

Солнечная радиация является одним из основных климатообразующих факторов. В зимнее время радиационный баланс отрицательный. Минимальный приход суммарной солнечной радиации бывает в декабре – 1,9 ккал/см<sup>2</sup>, максимальный – в июле – июне – 21,0

– 22,0 ккал/см<sup>2</sup>. Продолжительность солнечного сияния составляет 1830 ч в году.

На формирование микроклимата оказывает влияние и городская среда. Химическое и тепловое загрязнение воздуха, характер городской застройки, изменение теплообмена вызывают изменения в режиме инсоляции, ветровом и температурном режиме, количеству туманов.

Почвы в основном черноземные, благоприятные для сельского хозяйства. Большая часть покрытых лесом земель занята хвойными породами — сосной (49 %). На долю лиственных пород (преимущественно, березы) приходится 51 %.

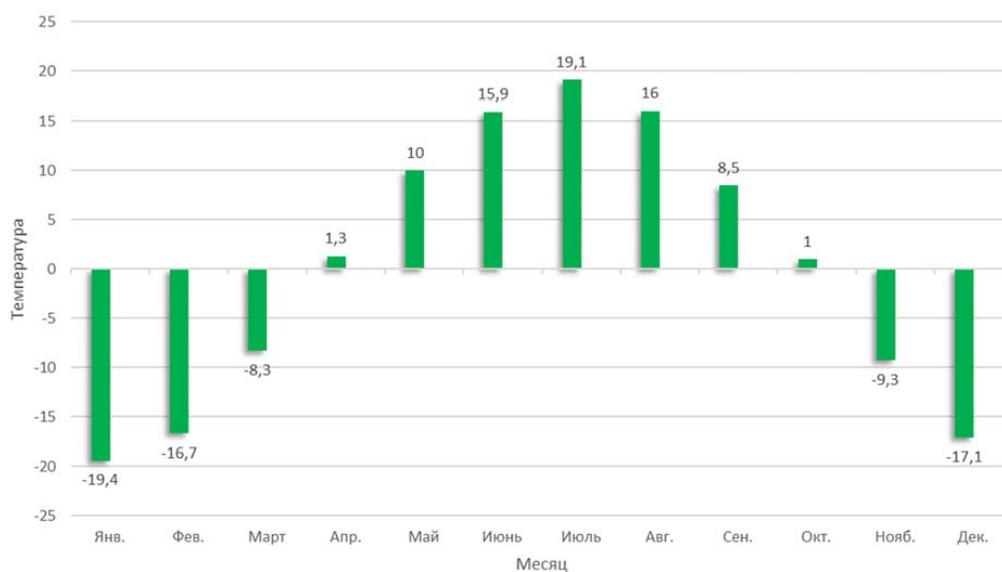


Рисунок 1.1 – Показатель среднемесячной температуры воздуха на исследуемой территории

## 1.1.2 Социально-демографические и экономические показатели

Социально-экономическая статистика изучает количественную сторону различных массовых экономических и социальных явлений и процессов общественной жизни с учётом их качественной стороны. Важнейшим показателем социально-экономической статистики является статистика населения, и в частности описание демографической ситуации.

Демографическая ситуация описывается системой характеристик – количественных (статистические показатели) и качественных – и может быть разобрана посредством комплексного анализа, при проведении которого рассматриваются следующие параметры: общая численность населения (с делением по половому признаку и возрастной структуре), уровень естественного прироста/убыли, уровень миграции.

До недавнего времени Канск был городом с быстрорастущим населением. Так, в 1724 году здесь проживало всего 250 человек. В 1856 было уже 2 000, а в 1917 – 15 тысяч жителей. Пик численности населения Канска пришелся на 1990 год, когда в городе проживало 110 тысяч чел. Таким население оставалось вплоть до 1996 года, начиная с которого стало уменьшаться.

По состоянию на 01.01.2020 г. численность населения г. Канска составляет 91018 человек. По численности населения город находится на 191 месте из 1115 городов Российской Федерации. Это четвёртый по численности населения город Красноярского края - после Красноярска, Норильска и Ачинска. Демографическая статистика по численности населения приведена в таблице 1.2. Данные взяты с официального сайта Администрации города Канска Красноярского края, а также из Программы комплексного развития системы социальной инфраструктуры города Канска [1].

Таблица 1.2 – Демографические показатели г. Канска

Показатель	Отчетный год				
	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год
Численность г. Канск, чел.	89111	89508	90231	91018	92142
Зарегистрировано родившихся, чел.	1302	1232	1194	-	-
Зарегистрировано умерших, чел.	1024	911	818	-	-
Естественный прирост	278	321	376	-	-
Коэффициент естественного прироста, (чел. на 1000 чел. населения)	3,0	3,5	4,2		
Миграционный прирост, убыль (-)	-524	-617	-485	-	-
Коэффициент миграционного прироста, (чел. на 1000 чел. населения)	-5,7	-6,8	-5,4	-	-

По данным Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, по состоянию на 01.01.2021, на 1000 мужчин в городе Канске приходится 1226 женщин (44,9 % к 55,1 % соответственно). Анализ данных таблицы 1.2 показывает следующие результаты. В среднем, количество населения исследуемой территории ежегодно увеличивается на 325 человек. Уровень миграционного прироста/убыли населения имеет плавающий характер (рост сменяется убылью).

Основные показатели социально-экономического развития г. Канска представлены в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Динамика изменения показателей соцэкономразвития г. Канска

Наименование показателя	Отчетный год				
	2017	2018	2019	2020	2021
Объем отгруженной продукции крупных и средних промышленных предприятий, млн. руб.	2 842,1	2925,7	2685,9	2632,2	2474,3
Инвестиций в экономику крупными и средними предприятиями и организациями	283,0	863,2	711,8	448,1	352,8
Оборот розничной торговли, млрд. руб.	н. д.	13,492	13,87	н. д.	н. д.
Среднемесячная начисленная заработная плата на одного работника по крупным и средним предприятиям города, т. р.	23,7	25,5	26,3	27,3	28,65
Уровень зарегистрированной безработицы, чел. на 1000 жителей	1,7	1,5	1,65	1,2	0,9

Показатели объемов отгрузки и инвестиций в экономику города Канска имеют прямую зависимость – объемы отгрузки падают совместно с размерами инвестиций.

Показатели уровня зарегистрированной безработицы и среднемесячной заработной платы имеют обратную зависимость – уровень заработной платы возрастает, в то время как безработица сокращается. Перечень основных градообразующих предприятий представлен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Основные градообразующие предприятия

Наименование предприятия	Адрес
ООО ПКФ «Канпласт» (выпуск полимерных контейнеров)	улица 40 лет Октября, 62
АО Канский машиностроительный завод «Сегмент» (выпуск бумагоделательного оборудования)	улица Линейная, 1
ООО КЗЛМК «Маяк» (производство готовых металлических изделий)	улица Тасеевский тракт, Северо-Западный промышленный район
АО «Мясо» (производство колбасных изделий)	улица Кайтымская, 158
ООО «Канский комбинат строительных конструкций» (производство строительных материалов).	переулок Панельный, 2
Канская ТЭЦ	улица 40 лет Октября, 62
Восточные сети электрические сети ОАО «Красноярскэнерго»	улица Энергетиков, 3

Для проведения дальнейшего исследования, рассмотрим характеристику транспортной инфраструктуры г. Канска по различным видам транспорта.

## 1.2 Характеристика транспортной инфраструктуры по видам транспорта

### 1.2.1 Автомобильный транспорт

Автомобильный транспорт является основой транспортного комплекса города Канск. Автомобильный транспорт наиболее хорошо развит и несет основную нагрузку по доставке грузов и пассажиров. В городском округе

относительно хорошо развита дорожная сеть. Она представлена дорогами общего пользования. Некоторые участки улично-дорожной сети (далее УДС) города Канска протяженностью используется для пропуска транзитного транспорта дорог федерального, регионального и межмуниципального значения. Кроме того, на территории города имеется некоторое количество участков автомобильных дорог общего пользования регионального и межмуниципального значения из числа примыкающих к УДС Канска. Наименования автомобильных дорог приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Перечень автомобильных дорог, примыкающих к УДС

Идентификационный номер автомобильной дороги	Наименование автомобильной дороги	Протяженность автомобильной дороги (км)	Протяженность автомобильной дороги по территории г. Канска, (км)
00 ОП ФЗ Р-255 (АН6, СНГ)	"Сибирь" Новосибирск - Кемерово - Красноярск – Иркутск, в том числе:		
-	- западный объезд	14,9	2,8
-	- транзит (40 лет Октября-Муромская-Транзитная-Залесная-Декабристов)	15,1	15,1
-	- транзит (Объездная-Эйдемана-Пугачева-Магистральная-Декабристов)	15,8	15,8
04 ОП РЗ 04К-020	Канск - Абан - Богучаны	322,28	2,40
04 ОП РЗ 04К-021	Канск - Тасеево - Устье	197,37	
04 ОП РЗ 04К-465	Канск - Комарово	38,04	
04 ОП РЗ 04К-466	Канск - Левобережный	2,38	
04 ОП МЗ 04Н-467	Канск - Тарай	40,47	
04 ОП МЗ 04Н-486	Канск - Новый Путь	2,00	0,83
04 ОП МЗ 04Н-480	Подъезд к Чечеулу	5,51	
04 ОП МЗ 04Н-984	Подъезд к Чечеулу	1,42	0,87

территории города находится автовокзал, который обслуживает сеть На пригородных и междугородних маршрутов. Автобусные перевозки на внешних маршрутах обслуживаются Государственным предприятием Красноярского края «Канским пассажирским автотранспортным предприятием», расположенным по адресу: улица Шабалина, 36. Предприятие осуществляет межпоселенческие пассажирские перевозки в Канском районе по четырем маршрутам и одному маршруту в город Красноярск. Количество автотранспортных средств с распределением по годам представлено в таблице 1.6. Уровень автомобилизации – 453 автомобиля на 1000 жителей.

Таблица 1.6 – Количество транспортных средств на территории г. Канска

Отчетный год	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Количество ТС, авт.	24063	28917	32435	36674	41721

Объекты транспортной инфраструктуры:

- 18 мостов и путепроводов в том числе 3 пешеходных;
- 32 светофорных объекта;

- 51 устройство ограничения скорости;
- 29 автозаправочных станций (АЗС);
- 216 остановок общественного транспорта.

### 1.2.2 Железнодорожный транспорт

Территорию города Канска пересекает двухпутный, электрифицированный участок железной дороги протяженностью 12,1 км, который является частью Транссибирской железнодорожной магистрали. Данный участок относится к Красноярскому региону Красноярской железной дороги.

В центре правобережной части города Канска, на 4344 км Транссибирской магистрали, 246 км от станции Красноярск-Пассажирский расположена станция Канск-Енисейский. Тип станции пассажирский и грузовой, по объему работы она отнесена к I классу. Станция в сутки пропускает в среднем 60 поездов, годовой грузооборот измеряется средним объемом 1142,13 тыс. тонн, 60% всех отправляемых грузов составляют лесные грузы. Схема станции поперечного типа, приемно-отправочные пути распределены по паркам, расположенным параллельно главному ходу. Количество путей – тринадцать.

Среднесуточный пассажирооборот железнодорожного вокзала станции Канск-Енисейский составляет 1000 человек. Станция располагает двумя прямыми платформами протяженностью 400 метров. На станции останавливаются все скорые и пассажирские поезда, кроме международных №3/4 "Москва - Пекин", №5/6 "Москва - Улан-Батор", общим количеством поездов круглогодичного движения тринадцати направлений туда\обратно и сезонного движения шести направлений туда\обратно. Стоянка всех поездов не превышает 5 минут, кроме пассажирского поезда №605/606 "Красноярск - Карабула" (его стоянка на станции составляет около 15 минут).

Пригородные пассажирские перевозки по железной дороге значительно сократились, но по состоянию на 2020 год они сохраняются на маршруте Иланская – Уяр в объеме трех рейсов в сутки, до Красноярска в сутки идет один электропоезд.

В границах городской черты расположены остановочные пункты железной дороги Старая Иланка, Канск-Перевоз, Аэродром. В левобережной части города Канска расположен грузовой район-2 станции Канск-Енисейский (станция Канск - II), станция Иланка. Техническое обслуживание железнодорожного узла осуществляется Иланской дистанцией пути, территориально расположенной в городе Иланский (Иланский муниципальный район).

### 1.2.3 Водный транспорт

В районе Канска река Кан судоходна всё лето, хотя в межень имеет немало отмелей, а в низовьях пороги. Пороги в меженную воду представляют

по своему мелководью серьезное препятствие для судоходства. При строительстве Красноярской ГРЭС-2 река была перекрыта плотиной без шлюза. Наличие данных ограничений не позволяет организовать судоходство и даже сплав на реке Кан. В результате город Канск, расположенный на судоходной реке, не имеет возможности для осуществления перевозок водным транспортом. Действующих объектов водного транспорта на территории городского округа на сегодняшний день нет. Однако стоит отдельно отметить, что в настоящее время поданы документы для участия в Федеральной программе на проведение работ по углублению русла реки в Министерство экологии и рационального использования природных ресурсов Красноярского края.

#### 1.2.4 Воздушный транспорт

В западной части левобережья города расположена заброшенная взлетная полоса бывшего аэродрома Канск-Восточный. Объект может быть использован как вертолетная площадка. Действующих объектов воздушного транспорта на территории городского округа нет.

Ближайший аэропорт, которым могут воспользоваться жители г. Канска, - международный аэропорт «Емельяново» находится в городе Красноярске, на расстоянии почти 300 км от Канска. Аэропорт связан воздушными линиями с десятками городов России и СНГ, выполняются чартерные рейсы в страны дальнего зарубежья.

#### 1.2.5 Трубопроводный транспорт

По территории города не проходят магистральные трубопроводы высокого давления (МТВД).

АО «Газпром промгаз» в 2016 году выполнил «Генеральную схему газоснабжения и газификации Красноярского края». В состав данной работы входит схема газоснабжения и газификации населенных пунктов Канского района и города Канск.

По принятой схеме магистральный газопровод проходит вдоль Транссибирской железнодорожной магистрали, огибает город Канск с южной стороны и далее выходит в Иланский район.

Ключевой объект на территории Канского района расположен на пересечении газопровода с дорогой «Канск-Бражное». Там размещается ГРС «Канская», а в самом городе АГНКС-150.

В данном пункте была рассмотрена транспортная инфраструктура г. Канска в общем виде. Далее проведем анализ УДС г. Канска.

### 1.3 Характеристика и описание существующей организации движения транспортных средств и пешеходов на территории г. Канска

Уровень развития сети автомобильных дорог является показателем, определяющим экономику городского округа, конкурентоспособность местных производителей (по сравнению с производителями других муниципальных образований), а также качество жизни населения.

К автомобильным дорогам общего пользования местного значения относятся дороги, входящие в улично-дорожную сеть г. Канска и находящиеся в муниципальной собственности. Общая протяженность автомобильных дорог на исследуемой территории – 337,884 км. Плотность всей улично-дорожной сети равняется 3,509 км/км<sup>2</sup>. Основной тип покрытия на территории города – гравий и асфальтобетон.

Улично-дорожная сеть исследуемой территории, расположенная на левом берегу, имеет прямоугольную схему; УДС на правом берегу характеризуется смешанным расположением улиц и дорог (смешанная схема УДС).

Поселок городского типа, села, деревни и поселки городского округа имеют смешанную схему улично-дорожной сети. Данная схема совмещает в себе практически все существующие схемы УДС, однако не имеет своих уникальных характеристик.

Основной «транспортный каркас» территории г. Канска состоит из магистральных улиц и дорог общегородского и районного значений. Перечень данных улиц представлен в таблице 1.7. Остальные улицы и автомобильные дороги относятся к улицам местного значения, а также проездам, имеющим категорию «проезды основные».

Таблица 1.7 – Перечень улиц, составляющих «транспортный каркас» г. Канск

№ п/п	Наименование улицы
1	ул. 40 лет Октября
2	ул. Герцена
3	ул. Муромская
4	ул. Василия Яковенко
5	ул. Магистральная
6	ул. Декабристов
7	ул. Залесная
8	ул. Гетоева
9	ул. Пугачева
10	ул. Кобрина
11	ул. Некрасова
12	ул. Московская
13	ул. Кайтымская
14	ул. Урицкого
15	ул. Красной Армии
16	ул. Краснопартизанская
17	ул. Дружбы
18	ул. Котляра
19	ул. Эйдемана

### Окончание таблицы 1.7

№ п/п	Наименование улицы
20	ул. Окружная
21	ул. Шабалина
22	ул. Гаражная
23	ул. Николая Буды
24	ул. Красноярская
25	ул. Ушакова

Процентное соотношение типов дорожного покрытия на территории г. Канска – на рисунке 1.2.

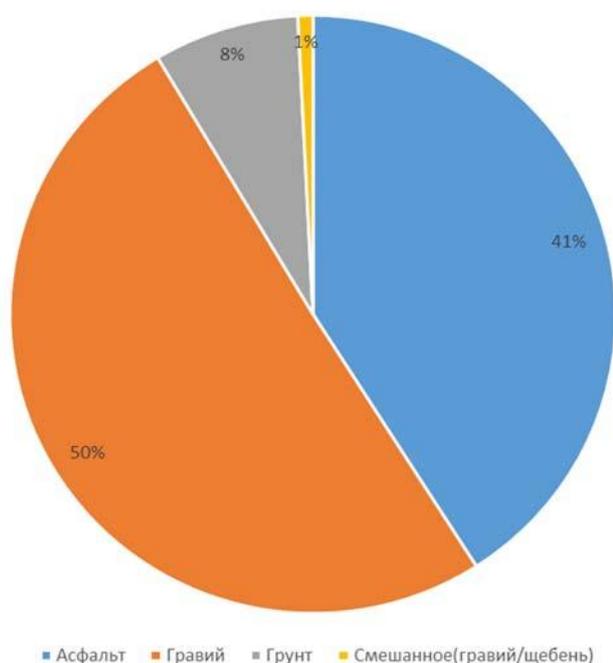


Рисунок 1.2 – Диаграмма распределения типов дорожного покрытия автомобильных дорог г. Канска

#### 1.3.1 Описание организации движения автотранспортных средств

Улично-дорожная сеть г. Канска представляет собой сложившуюся сеть улиц и проездов, обеспечивающих внешние и внутренние связи на территории с кварталами жилых домов и с общественной зоной. Также присутствуют ведомственные проезды, находящиеся на территории образовательных учреждений, учреждений здравоохранения и т.д.

Движение автомобильного транспорта осуществляется по дорогам общего пользования, а также по необустроенным проездам нежилой территории. Регулирование движения автотранспорта осуществляется при помощи дорожных знаков, дорожной разметки и светофорной сигнализации.

### 1.3.2 Ограничение скоростного режима

На территории исследуемой территории, зафиксированы средства, обеспечивающие снижение скорости транспортных потоков. К данным средствам относятся дорожные знаки 3.24 «Ограничение максимальной скорости» с различными вариациями скоростного порога; искусственные неровности на проезжей части, сопровождающиеся дорожными знаками 1.17 «Искусственная неровность», 5.20 «Искусственная неровность», дорожной разметкой 1.25.

### 1.3.3 Одностороннее движение

Технология одностороннего движения предназначена для разгрузки дорог улиц с недостаточными для двухстороннего движения параметрами.

На территории г. Канска находятся 5 улиц с данным видом ОДД (таблица 1.8). Названные улицы являются дорогами-дублерами, осуществляющими пропуск основного потока транспорта с территории/на территорию центрального района левого берега исследуемой территории. Схема расположения данных улиц указана на рисунках 1.3-1.4.

Таблица 1.8 – Перечень улиц с односторонним движением

№ п/п	Наименование улицы (направление движения)	Протяженность, м.
1	ул. Пролетарская (от ул. Московская до ул. Кайтымская)	307
2	ул. Кайтымская (от ул. Пролетарская до ул. Ленина)	508
3	ул. Ленина (от ул. Кайтымская до ул. Московская)	364
4	ул. 30 лет ВЛКСМ (от ул. Кайтымская до ул. Московская)	346
5	ул. Гетоева (от ул. Пушкина до Триумфальной арки; от Триумфальной арки до ул. Пушкина)	1470
<b>Всего:</b>		<b>2995</b>

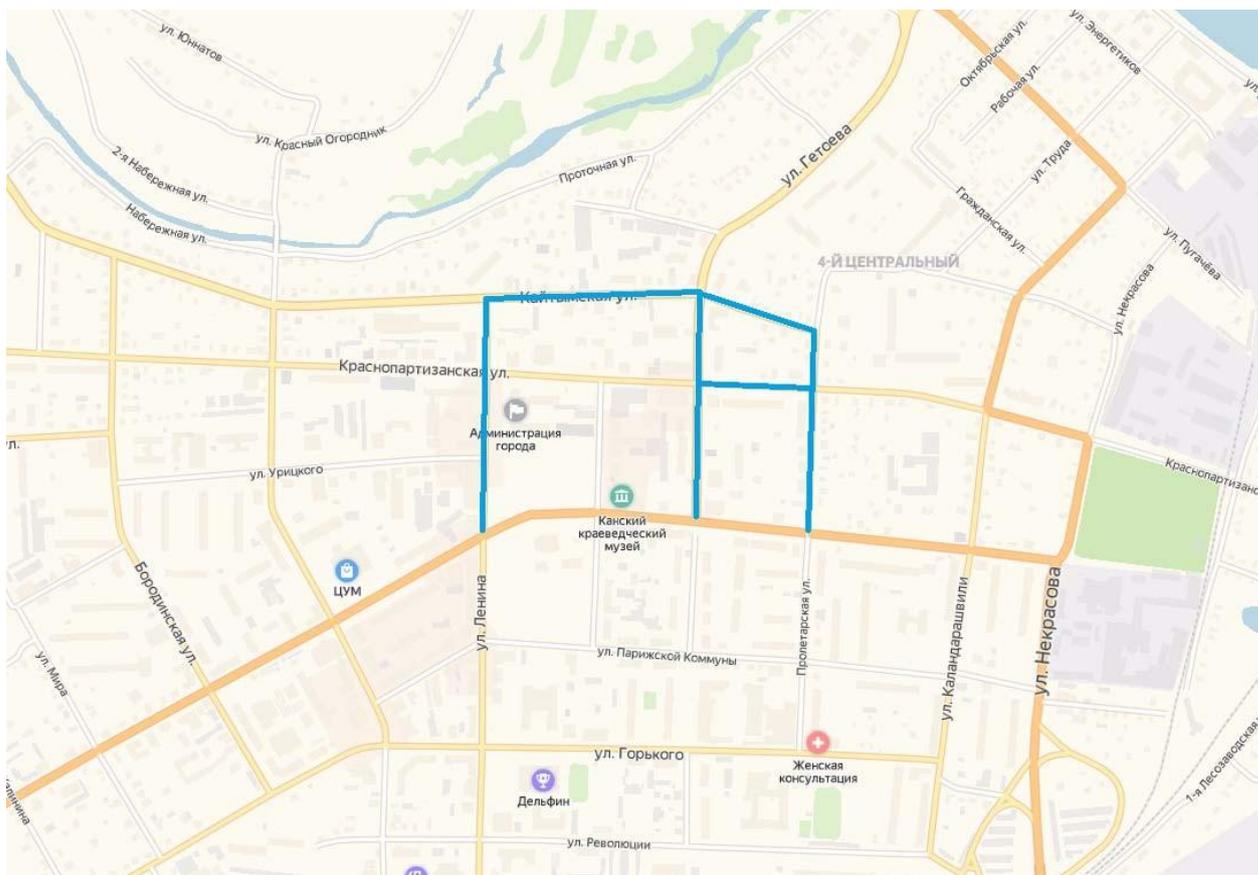


Рисунок 1.3 – Схема расположения улиц с односторонним движением

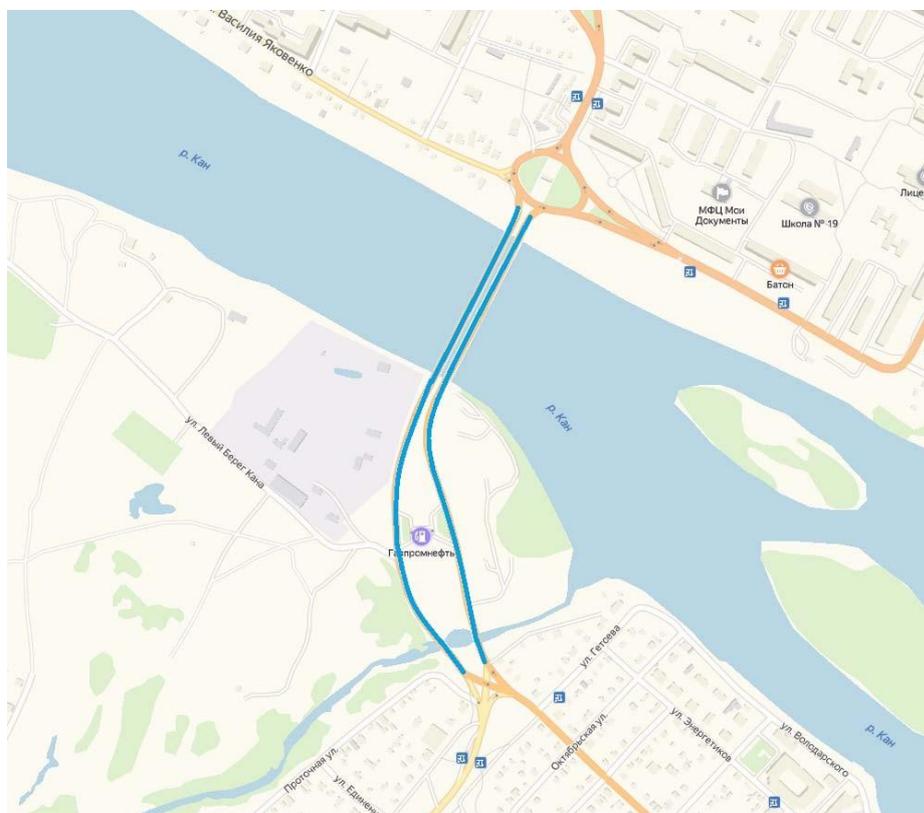


Рисунок 1.4 – Схема расположения улиц с односторонним движением

### 1.3.4 Светофорное регулирование

Светофоры предназначены для поочередного пропуска конфликтующих потоков через конфликтную зону, для обозначения опасных участков или для разрешения въезда на опасные специфические объекты, например, железнодорожные переезды.

В результате транспортного обследования территории г. Канска выявлено наличие светофорной сигнализации. Общее количество светофорных объектов – 32. Отмечено наличие нескольких пешеходных переходов, оборудованных светофорами типа Т7. На железнодорожных переездах зафиксированы светофоры Т6 и Т10. Перечень существующих светофорных объектов указан в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Перечень существующих светофорных объектов

№ п/п	Место дислокации	Тип светофорной сигнализации	Вид регулирования
1	ул. Николая Буды – ул. Эйдемана	Т1	Жестко зафиксированный
2	ул. Николая Буды – ул. Ушакова	Т1	Жестко зафиксированный
3	Красноярская ул. – Енисейская ул.	Т1	Жестко зафиксированный
4	ул. Эйдемана – Болотный пер. – Плановый пер.	Т1, П1	Жестко зафиксированный
5	ул. Эйдемана, 7к1	Т1, П1	Жестко зафиксированный
6	ул. Некрасова – Московская ул.	Т1	Жестко зафиксированный
7	ул. Московская – ул. Каландарашвили	Т1	Жестко зафиксированный
8	ул. Краснопартизанская – ул. Каландарашвили	Т1	Жестко зафиксированный
9	ул. Краснопартизанская – ул. Пролетарская	Т1	Жестко зафиксированный
10	ул. Кайтымская – ул. Гетоева	Т1	Жестко зафиксированный
11	ул. Кайтымская – ул. Ленина	Т1	Не функционирует
12	ул. Московская – ул. 30 лет ВЛКСМ	Т1	Жестко зафиксированный
13	ул. Московская – ул. Ленина	Т1, П1	Жестко зафиксированный
14	ул. Газеты Власть Советов – ул. Ленина	Т1	Жестко зафиксированный
15	ул. Московская – ул. Коростелева	Т1, П1	Жестко зафиксированный
16	ул. Московская – ул. Бородинская	Т1, П1	Жестко зафиксированный
17	ул. Урицкого – ул. Котляра	Т1	Жестко зафиксированный
18	ул. Красной Армии – ул. Котляра	Т1	Жестко зафиксированный
19	мкр. Северный, 17	Т1, П1	Жестко зафиксированный
20	ул. 40 лет Октября – ул. Герцена	Т1	Жестко зафиксированный
21	ул. 40 лет Октября – ул. Волгодонская	Т1	Жестко зафиксированный
22	ул. 40 лет Октября – ул. Куйбышева	Т1	Жестко зафиксированный
23	ул. 40 лет Октября (Канский драматический театр)	Т1, П1	Жестко зафиксированный
24	ул. 40 лет Октября, 41	Т1, П1	Жестко зафиксированный
25	ул. 40 лет Октября – ул. Муромская	Т1	Жестко зафиксированный
26	ул. Магистральная, 36	Т1, П1	Жестко зафиксированный
27	ул. Залесная, 2 (гостиница «Медведь»)	Т1	Жестко зафиксированный
28	ул. Муромская (ж/д переезд)	Т6, Т10	-
29	ул. Герцена (ж/д переезд)	Т6, Т10	-
30	ул. 40 лет Октября, 36/1 (ж/д переезд)	Т6, Т10	-

### 1.3.5 Характеристика движения грузового транспорта

Факт наличия грузового транспорта в транспортном потоке вносит некоторые коррективы в движение автомобилей, а также имеет достаточное количество отрицательных сторон. При расчете приведенной интенсивности транспортных потоков один грузовой автомобиль, если говорить о машиноместе, занимает в очереди около 1,2 машиноместа и больше (в зависимости от грузоподъемности автомобиля). В следствии чего, средняя скорость транспортного потока снижается (вступают в силу динамические характеристики и габариты грузового автомобиля).

Также грузовой транспорт оказывает влияние на экологическую обстановку и фоновую обстановку, т.к. уровень вибрации, теплового излучения и отработавших газов, которые в процессе эксплуатации вырабатывает грузовик, на порядок выше тех же показателей у легкового автомобиля. Данные показатели, при воздействии на человека, вызывают некоторые изменения в организме (плохой сон, головные боли и т.д.), губительно влияющие на физическое здоровье.

Движение грузового транспорта на исследуемой территории запрещено практически по всем дорогам и улицам, составляющим основной «транспортный каркас» города. Ограничение накладывается посредством дорожных знаков 3.2 «Движение запрещено» совместно с табличкой 8.4.1 «Вид транспортного средства», 3.4 «Движение грузовых автомобилей запрещено», а также знаками 4.8.1 – 4.8.3 «Направление движения транспортных средств с опасными грузами». Дополнительное ограничение накладываются геометрические параметры проезжей части автомобильной дороги, а также состояние дорожного покрытия.

Схема улиц с запретом движения грузового транспорта представлена на рисунке 1.5.

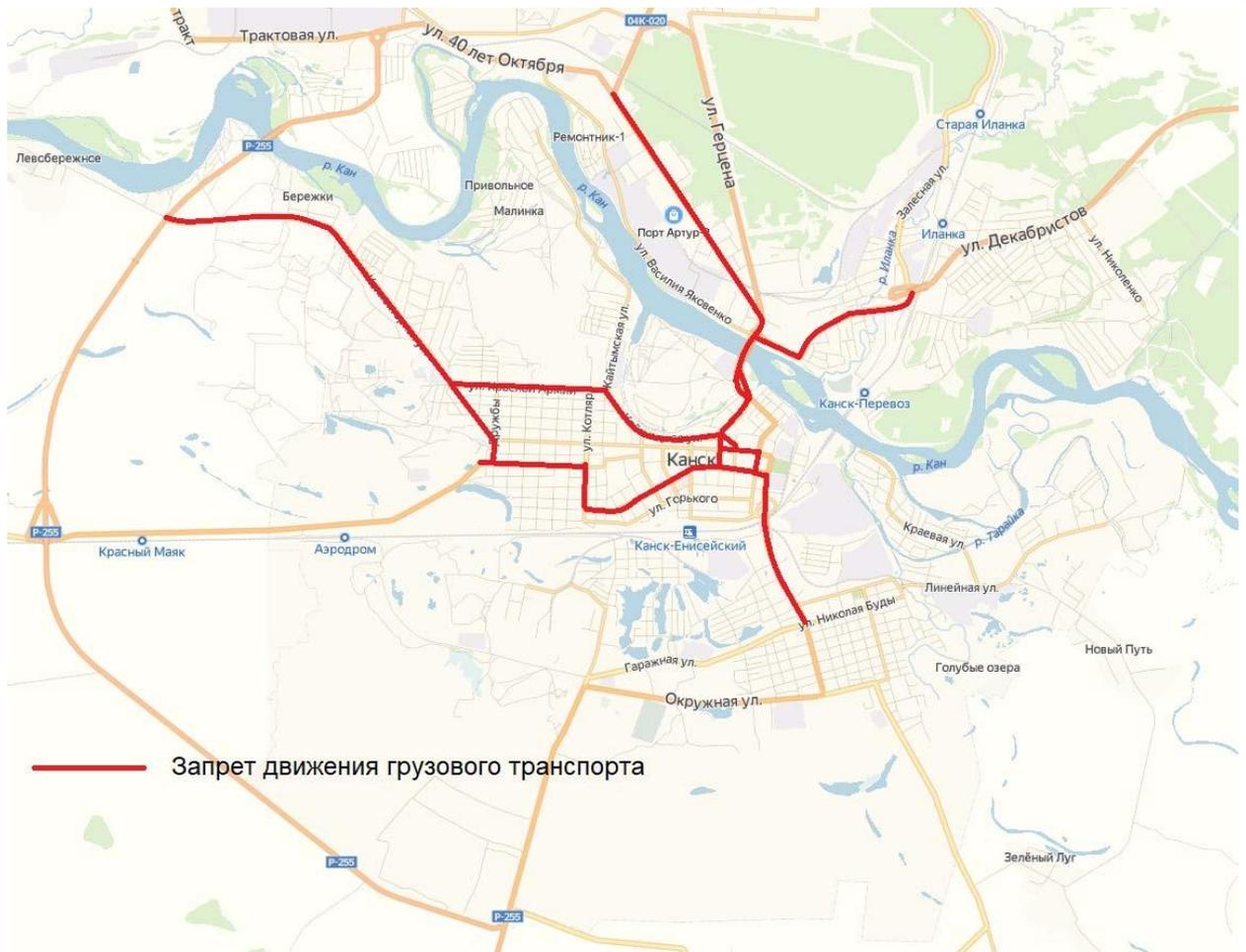


Рисунок 1.5 – Улицы с запретом движения грузового транспорта

### 1.3.6 Организация пешеходного движения

Согласно ПДД РФ, пешеход – лицо, находящееся вне транспортного средства на дороге и не производящее на ней работу. К пешеходам приравниваются лица, передвигающиеся в инвалидных колясках без двигателя, ведущие велосипед, мопед, мотоцикл, везущие санки, тележку, детскую или инвалидную коляску. «Пешеходы должны двигаться по тротуарам, пешеходным дорожкам, велопешеходным дорожкам, а при их отсутствии - по обочинам. Пешеходы, перевозящие или переносящие громоздкие предметы, а также лица, передвигающиеся в инвалидных колясках, могут двигаться по краю проезжей части, если их движение по тротуарам или обочинам создает помехи для других пешеходов. При отсутствии тротуаров, пешеходных дорожек, велопешеходных дорожек или обочин, а также в случае невозможности двигаться по ним пешеходы могут двигаться по велосипедной дорожке или идти в один ряд по краю проезжей части (на дорогах с разделительной полосой - по внешнему краю проезжей части)».

Натурное обследование территории г. Канска показало следующие результаты. Переход проезжей части осуществляется по пешеходным переходам (общее количество – 82); дорожными знаками 5.19.1 – 5.19.2 на

желтом фоне обустроены большинство улиц, составляющих основной «транспортный каркас» исследуемой территории. Материал изготовления дорожной разметки 1.14.1 разметки – дорожная краска. Некоторые пешеходные переходы обустроены светофорами типа Т7 (в основном, вблизи образовательных учреждений, а также в других местах массовых скоплений людей). Задача данной светофорной сигнализации – повышение уровня информативности для водителей транспортных средств при проезде пешеходного перехода. Проезжая часть автомобильных дорог вблизи образовательных учреждений обустроена техническими средствами ОДД, задача которых состоит в обеспечении безопасности передвижения учащихся к школам, детским садам и т.д. К данным ТСОДД относятся: дорожные знаки 1.23 «Дети», 3.24 «Ограничение максимальной скорости», 8.2.1 «Зона действия», 5.20 «Искусственная неровность»; искусственные неровности (материал изготовления – асфальтобетон). Общее количество: 85.

Основные улицы обустроены тротуарами с твердым типом покрытия (асфальтобетон). Общая протяженность – 38372 м.

### 1.3.7 Организация движения общественного транспорта

При увеличении интенсивности движения потоков автомобильного транспорта задача увеличения скорости транспортных средств общего пользования становится достаточно приоритетной, т.к. популяризация общественного транспорта обладает следующими положительными свойствами:

- при создании благоприятных условий для развития общественного транспорта количество легковых автомобилей уменьшается (вследствие склонения выбора в пользу маршрутных транспортных средств);
- уменьшение количества легкового транспорта благоприятно сказывается на экологической обстановке.

Обеспечение приоритета для общественного транспорта достигается следующими методами и средствами:

- специальные дорожные знаки;
- некоторые положения ПДД РФ;
- выделенные полосы для общественного транспорта;
- выделенная фаза в цикле светофорного регулирования.

Обследование территории г. Канска показало наличие дорожных знаков 5.14 «Полоса для маршрутных транспортных средств» совместно с выделенной полосой. Перечень улиц с выделенными полосами для движения общественного транспорта указан в таблице 1.10, схема расположения – на рисунках 1.6-1.8.

Таблица 1.10 – Перечень улиц с выделенными полосами для движения общественного транспорта

№ п/п	Наименование улицы	Протяженность, м.
1	ул. Московская (от ул. Ленина до ул. Советская)	144
	ул. Московская (от ул. Советская до ул. Ленина)	95
2	ул. 40 лет Октября (от Триумфальной арки до мкр. Северный, 11А)	115
	ул. 40 лет Октября (от ул. Новостройка, 32 до магазина «Bank Berg»)	78
3	мкр. Солнечный (от примыкания напротив мкр. Северо-Западный, 55 до конечной остановки общественного транспорта)	500
<b>Всего:</b>		<b>932</b>

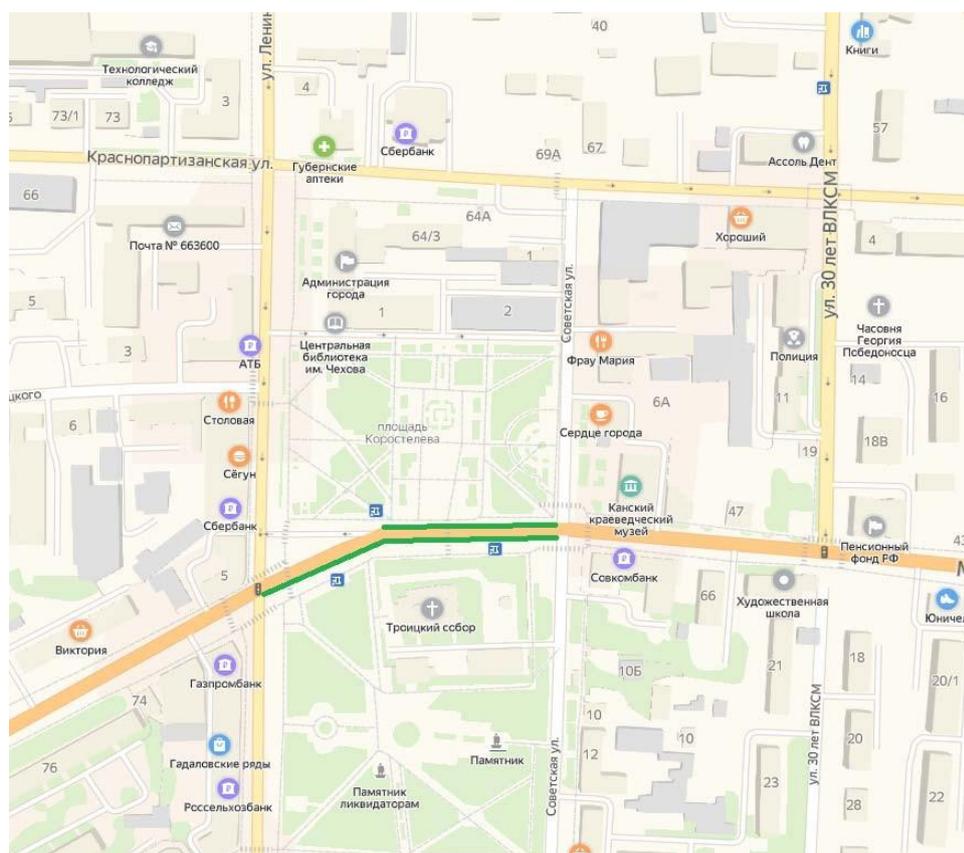


Рисунок 1.6 – Схема расположения полос для общественного транспорта на площади Коростелева

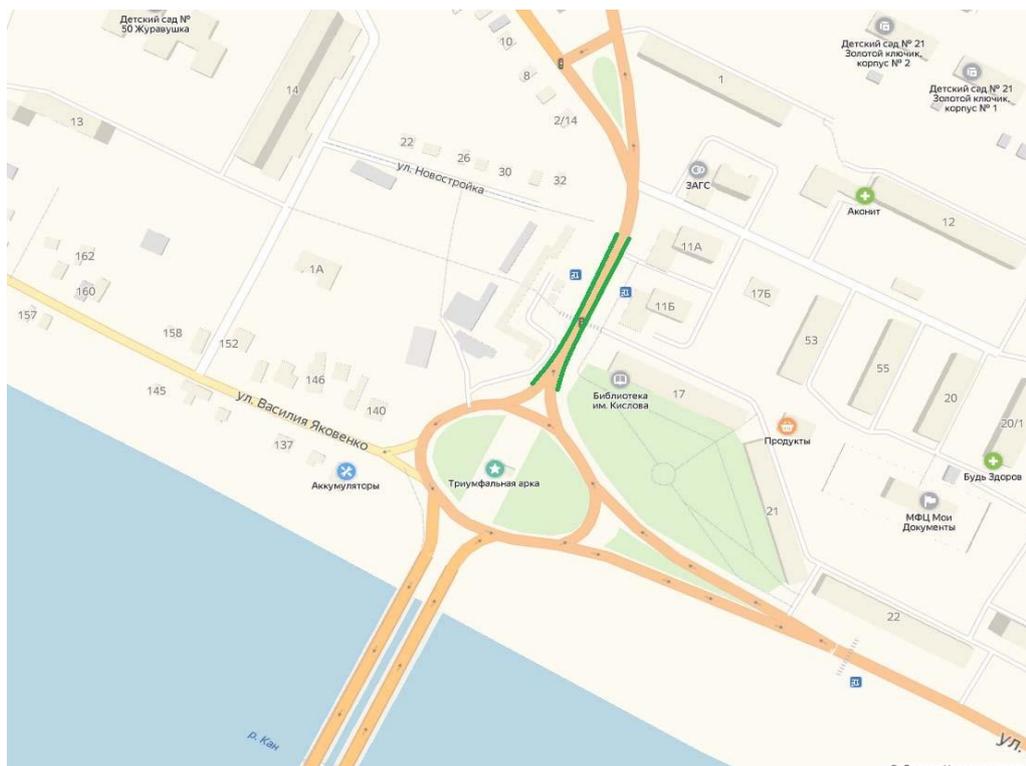


Рисунок 1.7 – Схема расположения полос для общественного транспорта на Предмостной площади

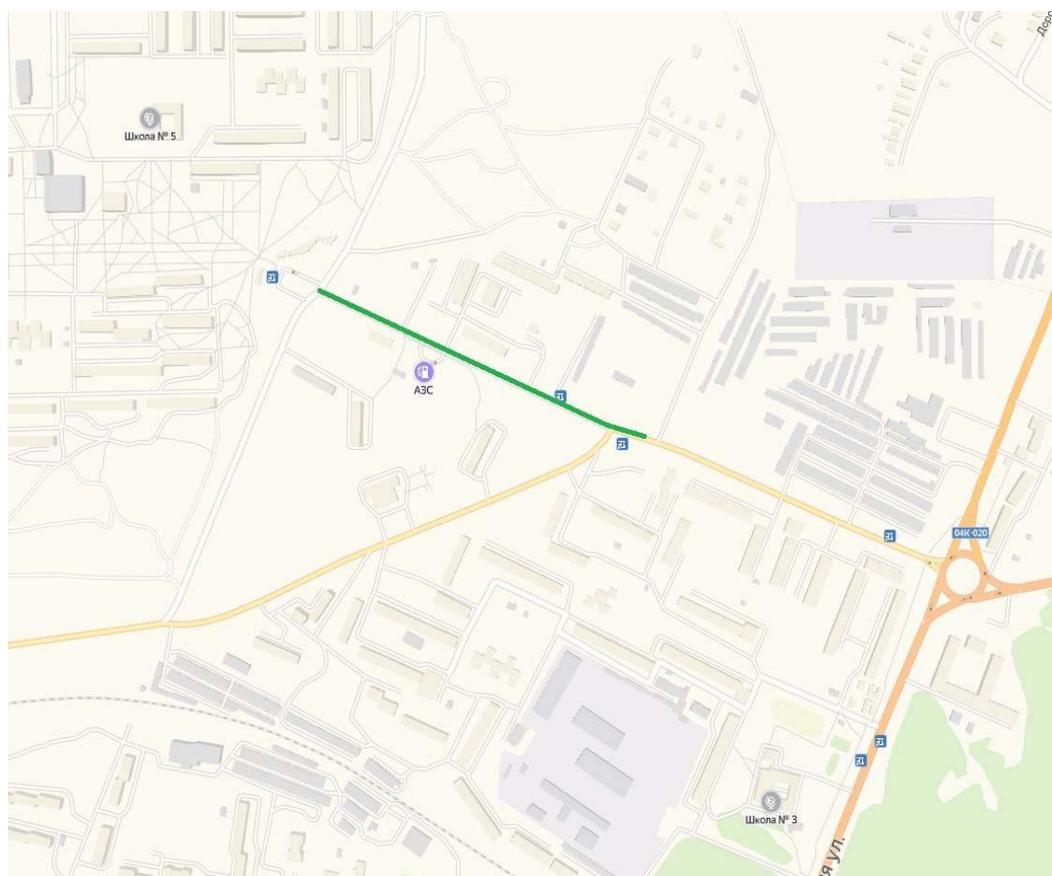


Рисунок 1.8 – Схема расположения полос для общественного транспорта в микрорайоне Солнечный

### 1.3.8 Анализ и оценка организации парковочного пространства на территории г. Канска, оценка достаточности парковочного пространства

Парковочное пространство (парковка) – это участок улично-дорожной сети, созданный и оборудованный для размещения транспортных средств. Парковка является неотъемлемой частью жилого, офисного, административного комплексов, торгово-развлекательных центров и т.п.

Число парковочных мест на городской территории должно увеличиваться в зависимости от роста количества транспортных средств, осуществляющих движение в пределах черты города. Прогноз динамики изменения данного параметра на территории г. Канска представлена в таблице 1.11 и на рисунке 1.9.

Таблица 1.11 – Динамика количественного изменения парка транспортных средств

	Предшествующий период						Существующее положение	Прогноз		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
<b>Количество ТС, авт.</b>	24063	28917	32435	36674	40397	44481	48565	52649	56733	60817

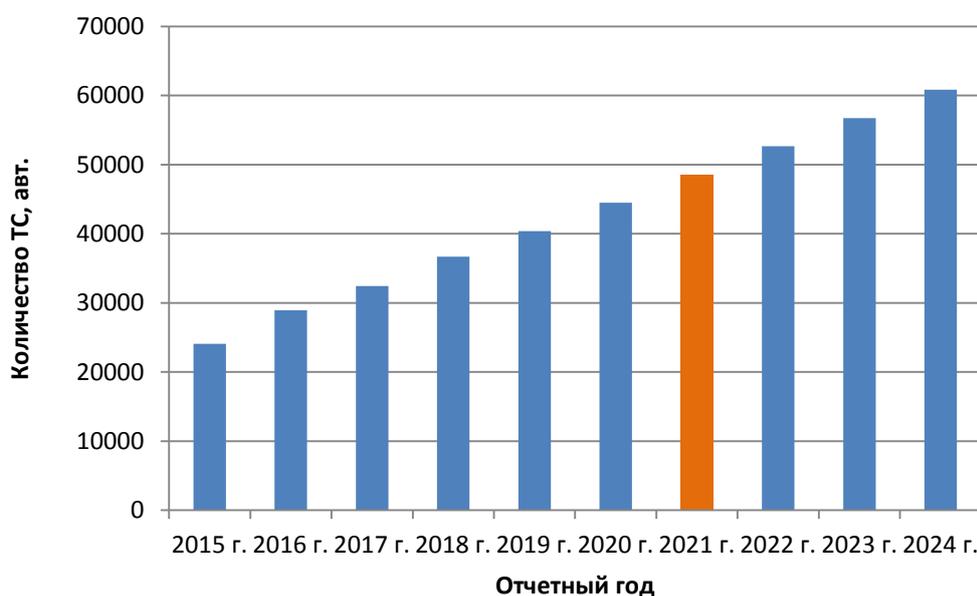


Рисунок 1.9 – Динамика изменения количества ТС на территории г. Канска

Анализ рисунка 1.9 показал следующие результаты. За прошедший период, количество транспортных средств ежегодно возрастало, в среднем, на 4084 автомобиля. При возможном ежегодном увеличении числа ТС в последующие годы, уже к 2024 году количество ТС может достигнуть 60 тысяч единиц.

По результатам проведения натурного обследования парковочного пространства на территории г. Канска, были установлены основные места возможной парковки автомобилей вблизи основных мест тяготения. В подавляющем большинстве случаев, данные точки оказывались вблизи административных зданий и торговых точек. Данные парковочные места относятся к виду временного хранения и ежедневного использования. Общее количество существующих машиномест на исследуемой территории – 3556, общая площадь парковочного пространства - 85936. Основной способ постановки транспортных средств – перпендикулярно и параллельно проезжей части. Помимо обычных парковочных мест, на территории города находятся несколько гаражных кооперативов (таблица 1.12). Существующее количество парковочных мест вкупе с существующим количеством транспортных средств позволяют сделать вывод о количественном недостатке существующего парковочного пространства.

Таблица 1.12 – Перечень гаражных кооперативов г. Канска

№ п/п	Наименование, адрес
1	Звездный, ул. Пугачева
2	Контакт, ул. Красной Армии, 39
3	Пилот, 4-й городок
4	Южный, ул. Гаражная
5	Южный 2, ул. Гаражная
6	Южный 3, ул. Гаражная
7	Южный 4, ул. Гаражная
8	Гаражи, ул. Окружная, 76

Основная масса жителей, хранит свои транспортные средства на придомовой территории в частных секторах и на дворовых территориях многоквартирных домов. Хранение и обслуживание автотранспорта осуществляется в гаражах и на открытых площадках предприятий, станциях технического обслуживания.

В данном пункте был произведен подробный анализ существующей организации движения ТС и пешеходов, а также анализ и оценка организации парковочного пространства на территории г. Канска. В последующем пункте рассмотрим обследование транспортных узлов опорной сети г. Канска.

### **1.5 Сбор и анализ результатов натурного обследования интенсивности движения транспортных потоков**

Сбор и оценка исходных данных проводились при помощи натуральных обследований. Данные обследования позволяют дать точную характеристику существующих транспортных потоков. Их суть заключается в фиксации конкретных условий и показателей дорожного движения, фактически существующих в течение заданного периода времени. Данный метод обследований в настоящее время наиболее распространен и отличается

большим многообразием, а также является единственным способом получения качественной достоверной информации о состоянии дорог.

Натурные обследования дорожного движения осуществлялись пассивным методом. При пассивном методе фиксируются лишь фактически сложившиеся режимы движения.

Целью натурных обследований является получение информации о следующих характеристиках:

- интенсивности транспортных потоков в сечении и транспортных узлах;
- состав транспортных потоков (доля легкового, грузового, пассажирского транспорта);
- интенсивность пешеходных потоков;
- загруженность улично-дорожной сети;
- изменение интенсивности движения транспортных потоков в пиковые периоды.

Результаты обследований необходимы для:

- оценки существующего состояния сложившейся транспортной системы;
- разработки перспективных мероприятий по развитию транспортной системы в соответствии с возрастающей потребностью населения.

Первый этап обследования – видеосъемка улично-дорожной сети исследуемой территории, а также определение опорной транспортной сети. Также исследуемая территория делится на условные транспортные районы.

На втором этапе происходит натурное обследование транспортных потоков с определением мест сбора информации (точек обследования) на ключевых пересечениях и примыканиях (транспортных узлах). Выбор точек обследования определяется исходя из характера изменения дорожного движения (динамика транспортных потоков на улично-дорожной сети условного транспортного района). Точки обследования определяются по принципу: въезды-выезды из условных транспортных районов, светофорные объекты (при наличии), транспортные узлы в районе точек тяготения (административные здания, учреждения образования и здравоохранения, торговые центры и т.п.), участки с затрудненным движением.

Учет интенсивности транспортных потоков производится путем видеосъемки с охватом всех возможных направлений движения в транспортном узле. Съемка узлов осуществляется при помощи портативных видеокамер, а также стационарных камер видеонаблюдения.

Обследование интенсивности транспортных потоков проводится в пиковые периоды транспортных нагрузок. Временные периоды видеосъемки: часы-пик типовых будних и выходных дней недели (с 07:30 до 09:30 (утренний час-пик), с 11:30 до 13:30 (дневной час-пик), с 16:30 до 18:30 (вечерний час-пик)); обследование транспортных узлов в течение непрерывных 12 и 24 часов (типовой будний день недели).

Перечни точек обследования указаны в таблице 1.13, схемы расположения – на рисунках 1.10-1.12. Номера узлов в таблице соответствуют нумерации на схемах.

Таблица 1.13 – Перечень исследуемых узлов на территории г. Канска

№ п/п	Наименование узла	Периоды обследования	Способ видеосъемки
1	ул. Николая Буды – ул. Эйдемана	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
2	ул. Шабалина – ул. Окружная	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
3	ул. Бородинская – ул. Московская	24 часа (типовой будний день)	Стационарная видеокамера
4	ул. Коростелева – ул. Московская	24 часа (типовой будний день)	Стационарная видеокамера
5	ул. Ленина – ул. Московская ч	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
6	ул. Каландарашвили – ул. Московская	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
7	ул. Некрасова – ул. Московская	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
8	ул. Красной Армии – ул. Коллекторная	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
9	ул. Коллекторная – ул. Дружбы – ул. Краснопартизанская	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
10	ул. Урицкого – ул. Дружбы	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная видеокамера
11	ул. Урицкого – ул. Котляра	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная видеокамера
12	ул. Московская – ул. Котляра	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
13	ул. Николая Буды – ул. Ушакова	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная видеокамера
14	ул. Больничная – ул. Восточная	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная видеокамера
15	ул. Газеты Власть Советов – ул. Ленина	12 часов (типовой будний день)	Стационарная видеокамера
16	ул. Линейная – ул. Краевая	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная Видеокамера
17	ул. Линейная – ул. Краевая	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная видеокамера
18	ул. Кайтымская – ул. Гетоева	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
19	ул. Краснопартизанская – ул. Пролетарская	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная видеокамера
20	ул. Краснопартизанская – ул. Каландарашвили	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная видеокамера
21	ул. 40 лет Октября – ул. Муромская	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Портативные видеокамеры
22	ул. Красной Армии – ул. Котляра ч	часы-пик типовых будних и выходных дней недели	Стационарная видеокамера
23	Кольцевое пересечение ул. Герцена – ул. Муромская – микрорайон Северо-Западный	часы-пик типовых будних дней недели	Портативные видеокамеры
24	Кольцевое пересечение ул. Эйдемана – ул. Красноярская	часы-пик типовых будних дней недели	Портативные видеокамеры
25	Кольцевое пересечение ул. Окружная – ул. Эйдемана – ул. Больничная	часы-пик типовых будних дней недели	Портативные видеокамеры
26	Кольцевое пересечение вблизи Триумфальной арки	часы-пик типовых будних дней недели	Портативные видеокамеры
27	Развязка ул. Гетоева – ул. Пугачева	часы-пик типовых будних дней недели	Портативные видеокамеры
28	Кольцевое пересечение ул. Тракторная – ул. 40 лет Октября	часы-пик типовых будних дней недели	Портативные видеокамеры

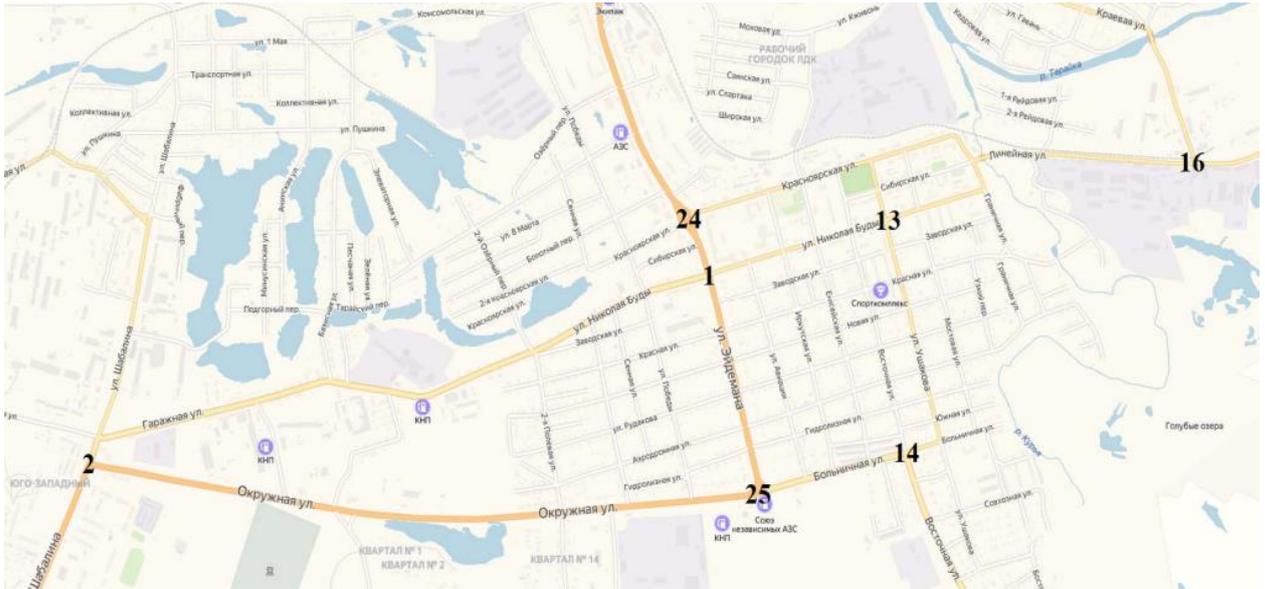


Рисунок 1.10 – Схема расположения обследуемых узлов

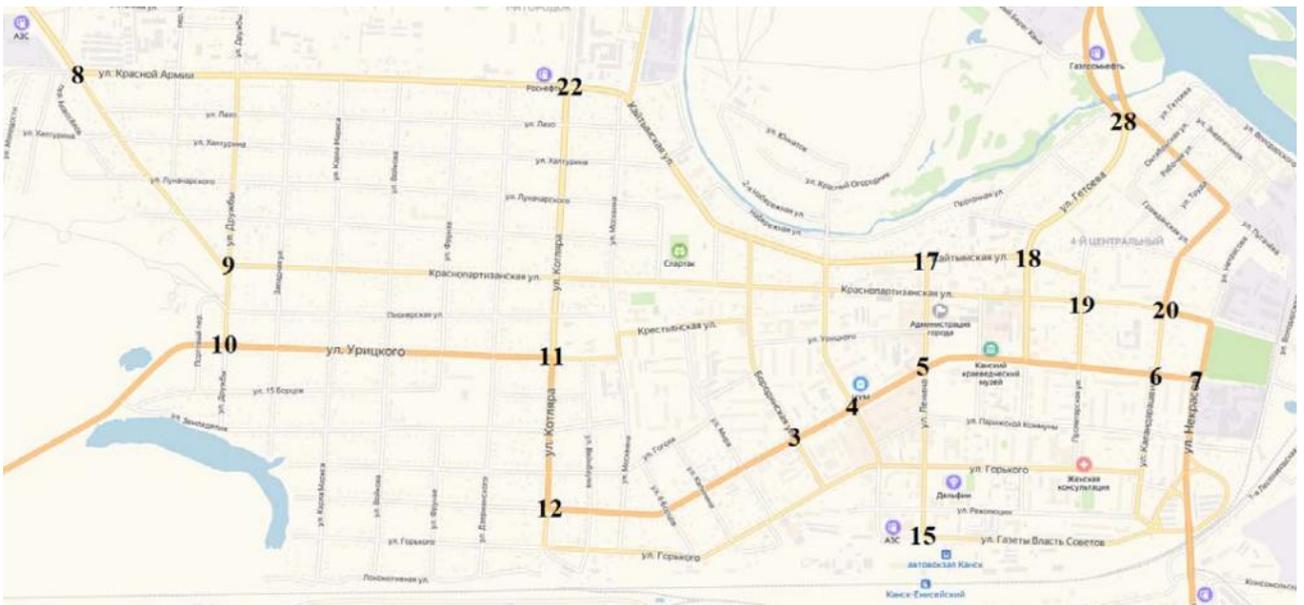


Рисунок 1.11 – Схема расположения обследуемых узлов

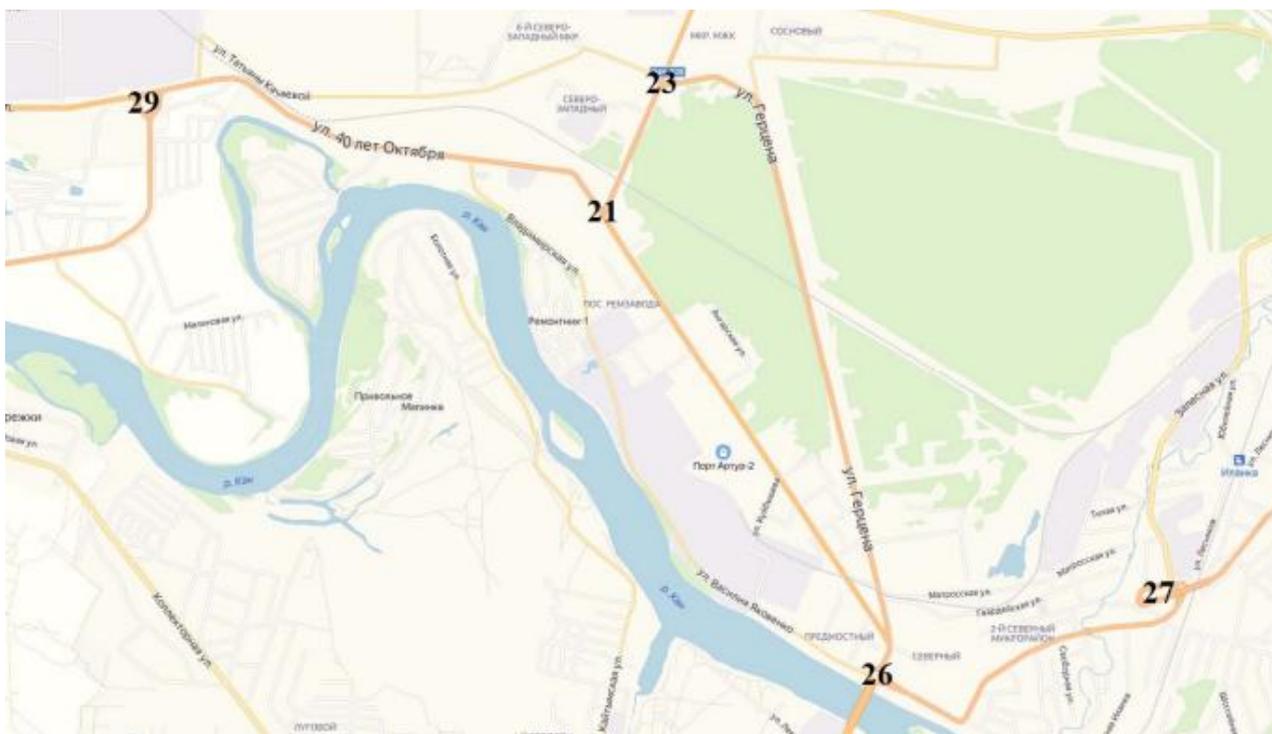


Рисунок 1.12 – Схема расположения обследуемых узлов

### 1.5.1 Оценка и анализ параметров, характеризующих дорожное движение, параметров эффективности организации дорожного движения

В ходе проведенного натурного обследования, установлена транспортная опорная сеть («каркас») г. Канска. Выбор данных точек транспортного обследования установлен по принципу расположения объектов тяготения и генерации потоков автомобильного транспорта и пешеходов. Транспортная опорная сеть состоит из участков улично-дорожной сети.

Основным параметром, характеризующим дорожное движение транспортного потока, является: интенсивность и состав движения транспортных потоков. Интенсивность движения – количество транспортных средств, проходящее в единицу времени через определенное сечение дороги. Состав движения – качественный показатель транспортного потока, характеризующий наличие в нем различных типов транспортных средств.

Средняя скорость движения транспортных средств (средняя сетевая скорость) – скорость, при которой учитывается пройденное расстояние, время движения по маршруту, а также временные задержки (время простоя на светофорах, остановки на пешеходных переходах, остановках и т.д.). Целевые нормативы для данного показателя представлены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Нормативы средней сетевой скорости для пикового периода

Численность населенного пункта, чел.	Целевое значение показателя средней сетевой скорости для личного транспорта, км./ч.
более 1 млн.	30
500 тыс. – 1 млн.	31,6
250 тыс. – 500 тыс.	33,3
100 тыс. – 250 тыс.	35,6
менее 100 тыс.	36,4

Значения рассматриваемого показателя зависят от следующих параметров: уровень автомобилизации, параметры проезжей части (ширина, количество полос и т.д.), уровень эксплуатационного состояния УДС, организация дорожного движения на отдельно взятых участках и т.д.

Картограммы средней сетевой скорости на территории г. Канска для утреннего, дневного и вечернего пиковых часов типового буднего дня представлены на рисунках 13–15. Значения скорости движения для цветовой гаммы рисунков 1.13-1.15:

- зеленый цвет – более 35 км./ч.;
- желтый цвет – от 20 до 35 км./ч.;
- красный цвет – менее 20 км./ч.

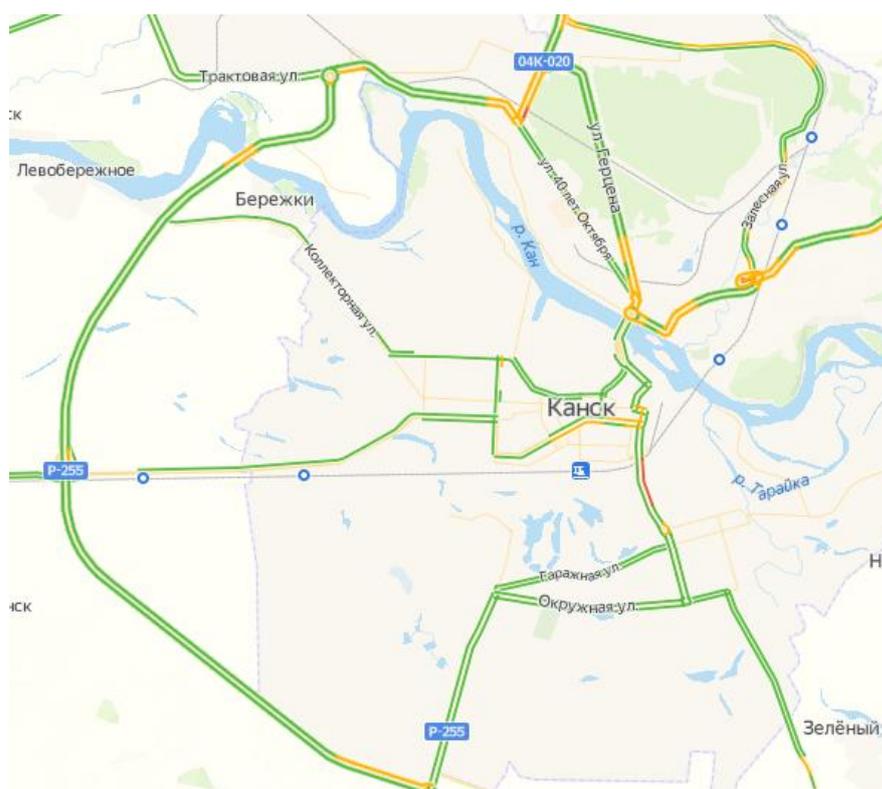


Рисунок 1.13 – Картограмма средней сетевой скорости движения транспорта на территории г. Канска в утренний пиковый период

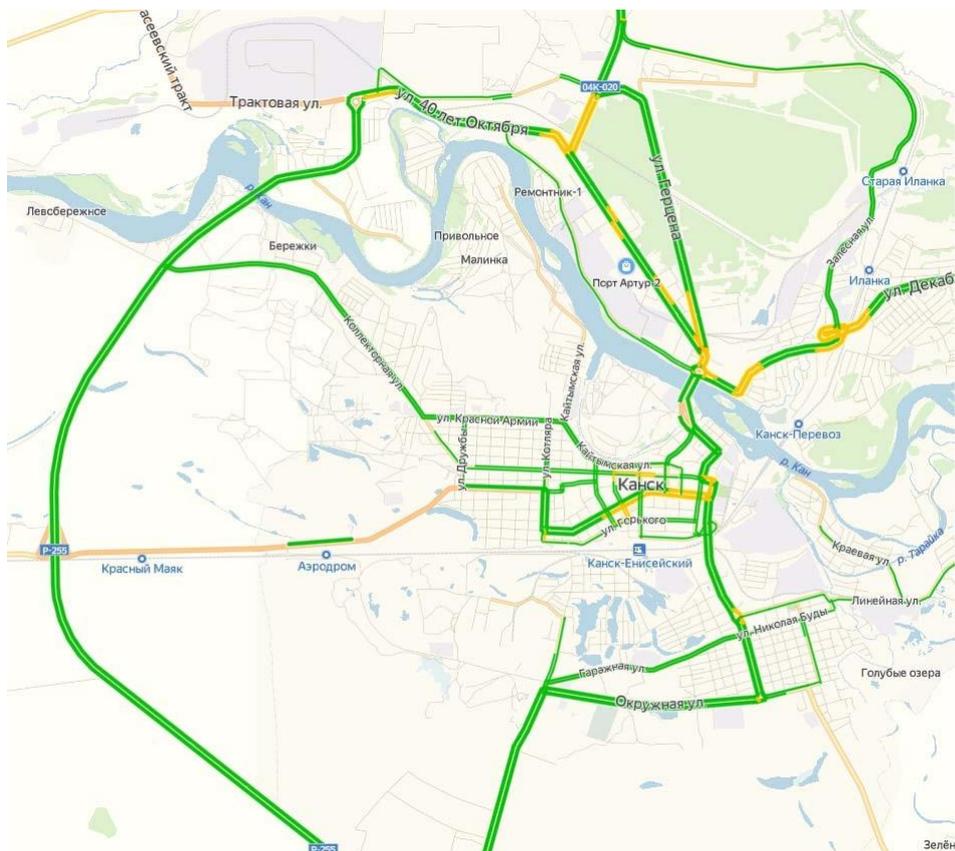


Рисунок 1.14 – Картограмма средней сетевой скорости движения транспорта на территории г. Канска в дневной пиковый период

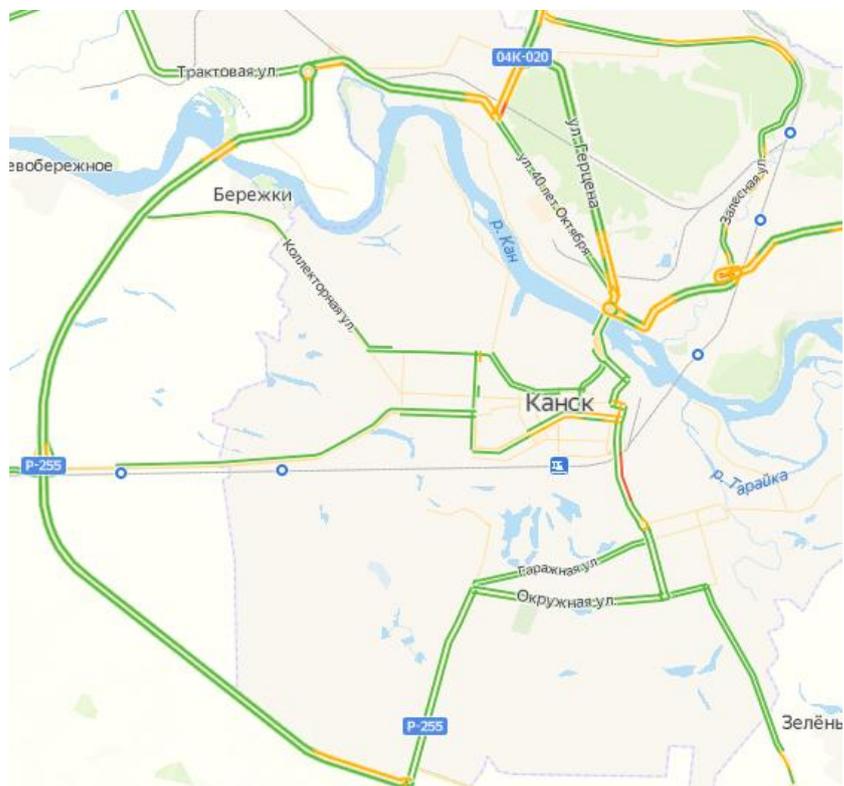


Рисунок 1.15 – Картограмма средней сетевой скорости движения транспорта на территории г. Канска в вечерний пиковый период

Анализ рисунков 1.13 – 1.15 показал следующие результаты. Независимо от временных рамок пикового часа движения, на территории города наблюдаются участки с постоянными значениями скорости движения «желтой зоны». В основном, данные участки находятся на подъездах к перекресткам со сложной планировкой, а также к пересечениям со светофорным регулированием. Некоторые участки УДС, наоборот, меняют цветовую гамму (ул. Урицкого, объездная дорога для грузового транспорта по ул. Залесная).

Помимо показателей мобильности, существуют временные показатели эффективности ОДД: временной индекс, буферный индекс. Данные показатели характеризуют дополнительные удельные затраты времени на передвижение, обусловленные ростом загруженности УДС и снижением надежности сообщения. Временной индекс рассчитывается по формуле (1), буферный индекс – по формуле (2) [2]:

$$I_T = \frac{1}{\sum N_i} \cdot \sum \left( \frac{T_r^{\text{пик}}}{T_i^{\text{св}}} \cdot N_i \right), \quad (1)$$

$$I_6 = \frac{\sum (T_r^{95\%} - T_r) \cdot N_r}{T \cdot \sum N_r} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $N_i, N_r$  – объем движения по элементу  $i$  или число поездок по маршруту  $r$ ;  
 $T_r^{95\%}$  – время, которое необходимо затратить на поездку, чтобы прибыть вовремя с вероятностью 0,95, ч.;

$T_r^{\text{пик}}$  – время поездки в пиковый период по маршруту  $r$ , ч.;

$T_i^{\text{св}}$  – время поездки в условиях свободного движения по элементу  $i$ , ч.;

$T$  – среднее время поездки, ч.

Оценочные значения временного индекса для городской УДС представлены в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Оценочные значения временного индекса для городской УДС

Уровень обслуживания	Значение временного индекса
A	$\leq 1,2$
B	1,2 – 1,3
C	1,3 – 1,5
D	1,5 – 2,0
E-F	$\geq 2,0$

Максимальная плотность движения – число автомобилей на 1 км. дорог, рассчитывается по формуле (3):

$$q_{\text{max}} = \frac{L}{l} \quad (3)$$

где  $L$  – длина участка дороги;

$l$  – интервал между автомобилями, км.

Практическая пропускная способность автомобильной дороги – пропускная способность дороги в реальных условиях, рассчитывается по формуле (4):

$$P = w \cdot v_0 \cdot q_{max} \quad (4)$$

где  $w$  – коэффициент, зависящий от загрузки встречной полосы движения ( $w=1,3$  при малой загрузке встречной полосы;  $w=1$  – при равном распределении интенсивности по встречным полосам;  $w=0,99$  при высокой загрузке встречной полосы);

$v_0$  – скорость движения в свободных условиях, км./ч.

Коэффициент уровня загрузки движением – отношение фактической интенсивности движения к пропускной способности, рассчитывается по формуле (5):

$$z = \frac{N}{P} \quad (5)$$

где  $N$  – фактическая интенсивность движения, авт./ч.,

$P$  – практическая пропускная способность, авт./ч.

Уровень обслуживания дорожного движения – комплексный показатель экономичности, удобства и безопасности движения, характеризующий состояние транспортного потока.

Уровень обслуживания «А» ( $z < 0,20$ ) соответствует условиям, при которых отсутствует взаимодействие между автомобилями. Максимальная интенсивность движения не превышает 20 % от пропускной способности. Водители свободны в выборе скоростей. Скорость практически не снижается с ростом интенсивности движения. По мере увеличения загрузки число дорожно-транспортных происшествий (ДТП) несколько уменьшается, но практически все они имеют тяжелые последствия.

При уровне обслуживания «В» ( $0,20 < z < 0,45$ ) проявляется взаимодействие между автомобилями, возникают отдельные группы автомобилей, увеличивается число обгонов. При верхней границе обслуживания «В» число обгонов наибольшее. Максимальная скорость на горизонтальном участке составляет примерно 80 % от скорости в свободных условиях, максимальная интенсивность – 50 % от пропускной способности. Скорости движения быстро снижаются по мере роста интенсивности. Число ДТП увеличивается с ростом интенсивности движения.

При уровне обслуживания «С» ( $0,45 < z < 0,70$ ) происходит дальнейший рост интенсивности движения, что приводит к появлению колонн автомобилей. Максимальная интенсивность составляет 75% от пропускной способности. Число обгонов сокращается по мере приближения интенсивности к предельной для данного уровня. Максимальная скорость на горизонтальном участке составляет 70% от скорости в свободных условиях, отмечаются колебания

интенсивности движения в течение часа. С ростом интенсивности движения скорости снижаются незначительно. Общее число ДТП увеличивается с ростом интенсивности движения.

Уровень обслуживания «D» ( $0,70 < z < 0,90$ ) характеризуется потоком автомобилей, который приближается к нестабильному. Скорость движения сохраняется в среднем на приемлемом уровне, но иногда внезапно и резко изменяется.

Уровень обслуживания «E» ( $0,90 < z < 1,00$ ). Движение нестабильно: скорость и интенсивность движения постоянно изменяются, независимый выбор скорости движения и маневра водителем практически невозможен. Из-за малой величины интервала между автомобилями и резкого изменения эксплуатационной скорости, водители испытывают серьезные трудности в управлении автомобилем, а вероятность дорожно-транспортных происшествий высока.

Уровень обслуживания «F» ( $1,00 < z$ ) характеризует движение по магистрали, когда транспортный поток перестает быть свободным. Скорость и интенсивность движения ниже, чем при уровне обслуживания «E», а в короткие промежутки времени они могут падать до нуля. Заторы постоянны.

Оценка вышеперечисленных параметров для основного транспортного каркаса г. Канска представлена в таблице 1.16.

Таблица 1.16 – Оценка параметров дорожного движения

Наименование улицы	Наименование параметра					Уровень обслуживания
	Временной индекс	Буферный индекс	Максимальная плотность движения	Практическая пропускная способность	Коэффициент уровня загрузки	
ул. 40 лет Октября	1,60	1,43	1393	62073	0,49	D
ул. Герцена	1,58	1,32	1680	74844	0,63	D
ул. Муромская	1,46	1,34	1300	57915	0,65	C
ул.Василия Яковенко	1,43	1,26	346	15414	0,54	C
ул. Магистральная	1,38	1,13	173	7722	0,46	C
ул. Декабристов	1,55	1,32	2107	93825	0,65	C
ул. Залесная	1,54	1,43	1147	51084	0,64	C
ул. Гетоева	1,46	1,45	887	39501	0,65	C
ул. Пугачева	1,38	1,13	303	13514	0,75	D
ул. Кобрина	1,34	1,34	151	6742	0,46	C
ул. Некрасова	1,43	1,34	130	5792	0,54	C
ул. Московская	1,55	1,32	2107	93825	0,65	C
ул. Кайтымская	1,54	1,43	1147	51084	0,64	C
ул. Урицкого	1,24	1,23	2433	108405	0,33	B
ул. Красной Армии	1,24	1,31	1197	53312	0,32	B
ул.Краснопартизанская	1,51	1,47	2385	106267	0,56	C
ул. Дружбы	1,22	1,23	596	26552	0,27	B
ул. Котляра	1,22	1,32	930	41432	0,26	B
ул. Эйдемана	1,55	1,45	1780	79299	0,65	C
ул. Окружная	1,23	1,32	1893	84348	0,34	B
ул. Шабалина	1,28	1,21	556	24770	0,40	B
ул. Гаражная	1,27	1,31	1933	86130	0,39	B
ул. Николая Буды	1,29	1,28	1563	69647	0,42	B
ул. Красноярская	1,21	1,23	500	22275	0,28	B
ул. Ушакова	1,21	1,23	727	32373	0,28	B

Основными уровнями обслуживания транспортного каркаса территории г. Канска является уровень «В» и «С». Уровень «В» преобладает на улицах, находящихся на территории частных застроек (в основном, на левом берегу). Уровень С характерен для улиц, находящихся в центральных частях левого и правого берегов; также на данных улицах нередко встречается технология светофорного регулирования. Уровень обслуживания D характерен для улиц, осуществляющих, в основном, пропуск грузовых транспортных средств. Состояние покрытия на данных дорогах находится в неудовлетворительном состоянии, что сказывается на скорости, безопасности и комфортности движения. Далее рассмотрим статистику аварийности г. Канск.

### **1.6 Анализ статистики аварийности с выявлением причин возникновения дорожно-транспортных происшествий**

Дорожно-транспортное происшествие (ДТП) – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб [3].

При проведении количественного анализа дорожно-транспортных происшествий оценивается показатель исследуемой территории под названием уровень аварийности. Данный показатель имеет временную (час, день, месяц, год) и пространственную (пересечение, магистральная улица, город, регион и т.д.) характеристики.

По данным официального сайта Госавтоинспекции Российской Федерации, в течение периода с 2017 по 2020 гг. на территории г. Канска произошло 330 дорожно-транспортных происшествия, погибло 15 человек, количество пострадавших – 384. Общая информация отображена в таблице 1.17 и на рисунке 1.16.

Таблица 1.17 – Статистика аварийности на территории г. Канска за рассматриваемый период

Отчетный год	Количество ДТП	Погибло	Ранено	Погибло детей до 18 лет	Ранено детей до 18 лет	Погибло детей до 16 лет	Ранено детей до 16 лет	Повреждено ТС
2017 г.	97	4	110	0	18	0	15	97
2018 г.	57	2	69	0	12	0	7	71
2019 г.	83	3	88	0	13	0	8	112
2020 г.	60	4	64	0	9	0	5	86
2021 г.	51	2	53	0	7	0	3	74
Всего:	330	15	384	0	59	0	38	440

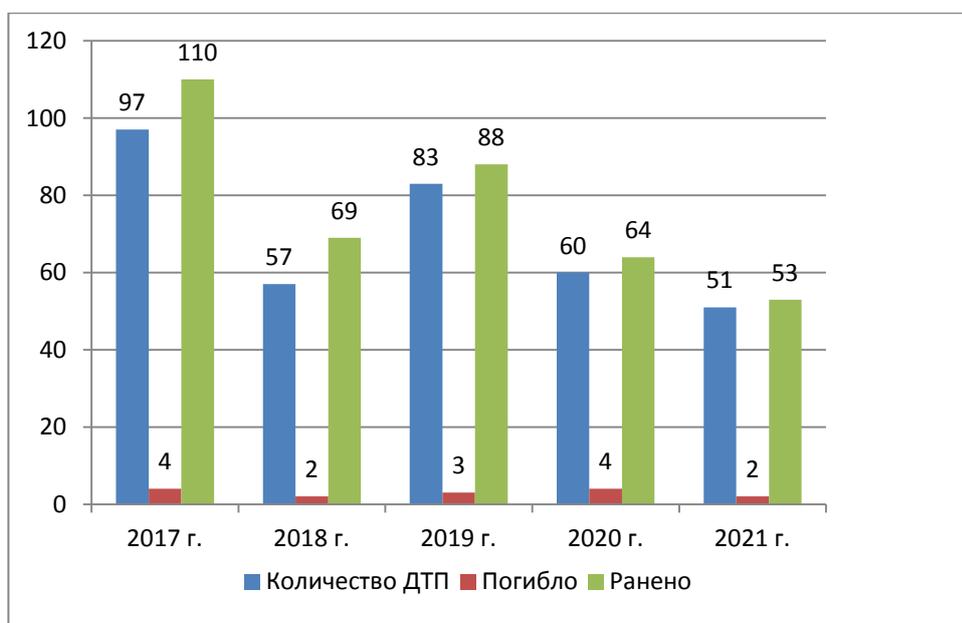


Рисунок 1.16 – Общая статистика аварийности г. Канска за рассматриваемый период

Анализ таблицы 1.17, а также рисунка 1.16 показывает следующие результаты. Общие показатели количества ДТП, раненых, погибших, а также поврежденных транспортных средств имеют «плавающую» тенденцию (попеременное увеличение и уменьшение). В сторону уменьшения (с течением времени) движется только количество пострадавших. Число погибших в ДТП за рассматриваемый период вернулось к начальным показателям. Динамика изменения количества пострадавших детей до 18 и до 16 лет отображена на рисунке 1.17.

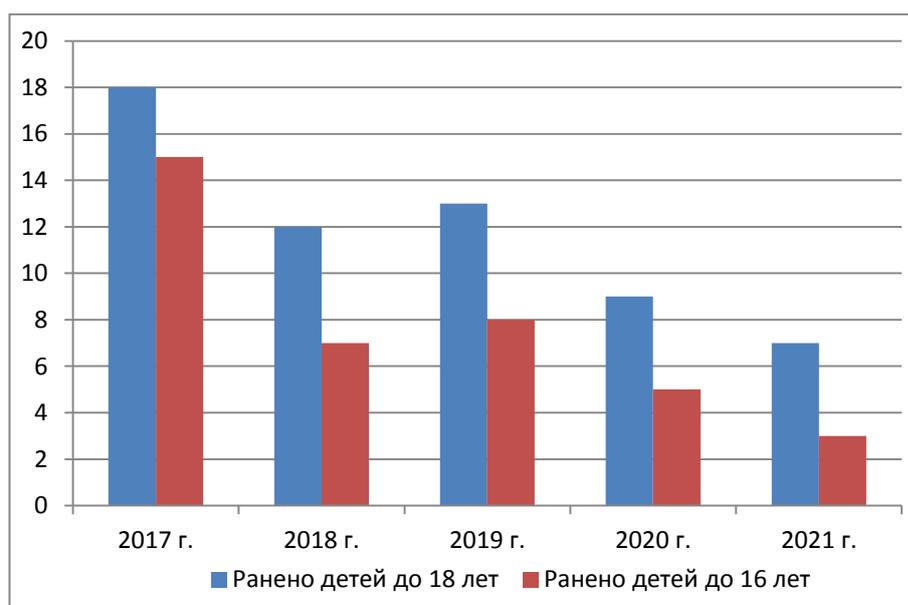


Рисунок 1.17 – Динамика изменения количества пострадавших в ДТП детей

Рисунок 1.17 показывает постепенное снижение уровень детского травматизма на дорогах г. Канска. Распределение дорожно-транспортных происшествий по видам представлено на рисунках 1.18-1.22.



Рисунок 1.18 – Диаграмма распределения ДТП по видам за 2017 год



Рисунок 1.19 – Диаграмма распределения ДТП по видам за 2018 год



Рисунок 1.20 – Диаграмма распределения ДТП по видам за 2019 год



Рисунок 1.21 – Диаграмма распределения ДТП по видам за 2020 год

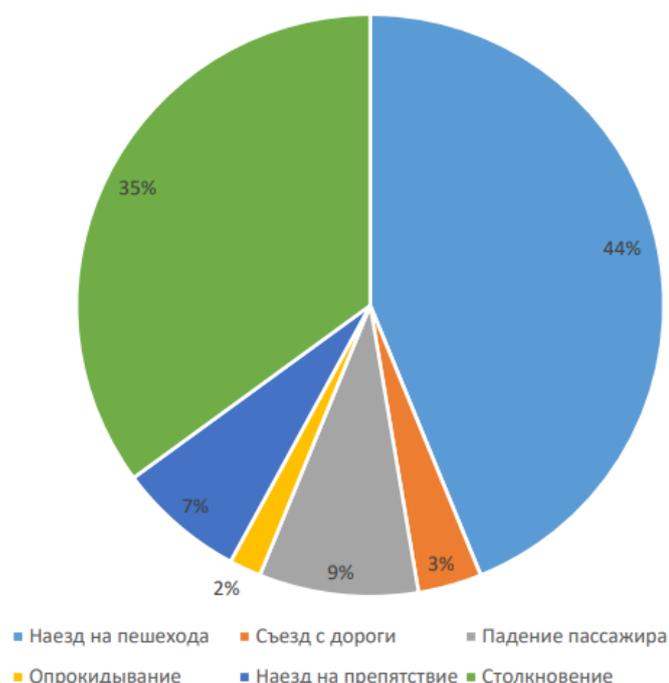


Рисунок 1.22 – Диаграмма распределения ДТП по видам за 2021 год

При рассмотрении выбранного временного периода можно подвести следующие итоги. Основные виды дорожно-транспортных происшествий на территории г. Канска: наезд на пешехода, столкновение, опрокидывание, наезд на препятствие, падение пассажира, съезд с дороги, наезд на велосипедиста. Наиболее распространенные виды ДТП: столкновение и наезд на пешехода. Рассмотрим их более подробно. Общее количество поврежденных транспортных средств за период 2017 – 2021 гг. составляет 440; общее количество пострадавших пешеходов – 138 человек, погибших – 6 человек. Графическое изображение данной информации – рисунки 1.23-1.24.

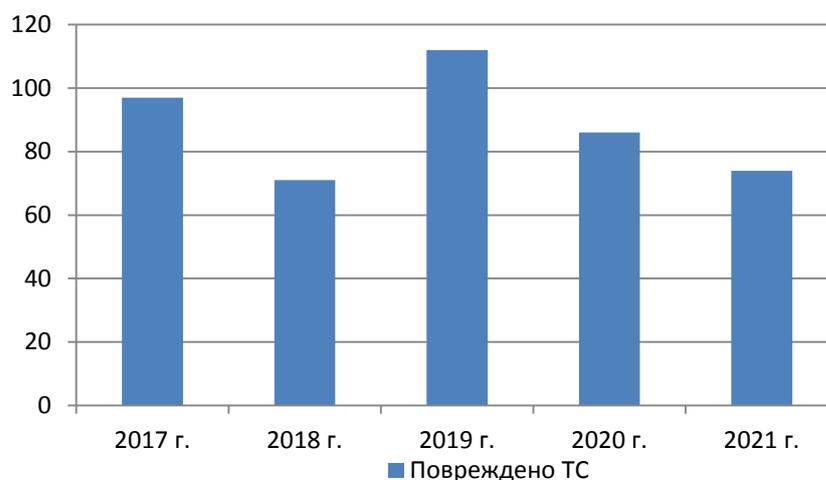


Рисунок 1.23 –Динамика изменения количества поврежденных в ДТП транспортных средств



Рисунок 1.24 – Динамика изменения показателей смертности и пострадавших в ДТП

Распределение количества поврежденных ТС по года не имеет какой-либо четкой зависимости.

Число пострадавших пешеходов в дорожно-транспортных происшествиях составляет приблизительно 1/3 часть от общего количества и также не обладает какой-либо закономерностью при распределении по годам.

В большинстве случаев, происхождению дорожно-транспортного происшествия сопутствуют недостатки транспортного - эксплуатационного состояния или неудовлетворительные дорожные условия. Недостатки транспортного - эксплуатационного состояния – несоответствие нормативным требованиям эксплуатационного состояния автомобильной дороги или улицы, имевшиеся на месте дорожно-транспортного происшествия и в непосредственной близости от него на момент совершения ДТП, которое установлено при его оформлении. Количество дорожно-транспортных происшествий, на месте которых зафиксированы НДУ, представлено на рисунке 1.25.

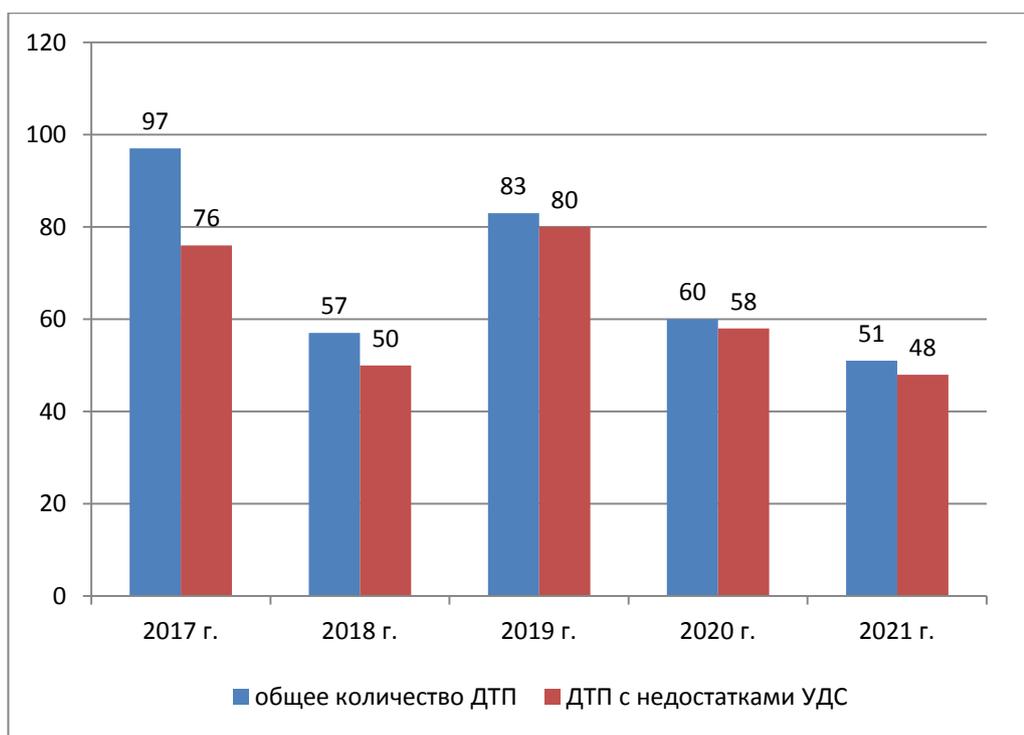


Рисунок 1.25 – Количество ДТП с зафиксированными недостатками улично-дорожной сети

Анализ рисунка 25 показывает следующие результаты. Количество ДТП с неудовлетворительными дорожными условиями имеет тенденцию уверенного ежегодного роста. В 2021 году на месте практически каждого первого дорожно-транспортного происшествия зафиксированы НДУ различных видов. Вид НДУ, по большей части, зависит от времени года. В зимний период это недостаток зимнего содержания автомобильной дороги, в весенне-летне-осенний – плохая видимость/отсутствие дорожной разметки. Также среди неудовлетворительных дорожных условий наблюдается неправильное расположение дорожных знаков, отсутствие освещения, неудовлетворительное состояние обочин, отсутствие тротуаров и т.д.

Среди причин возникновения дорожно-транспортных происшествий также присутствуют технические неисправности ТС. График изменения количества ДТП с неисправными транспортными средствами представлен на рисунке 1.26.

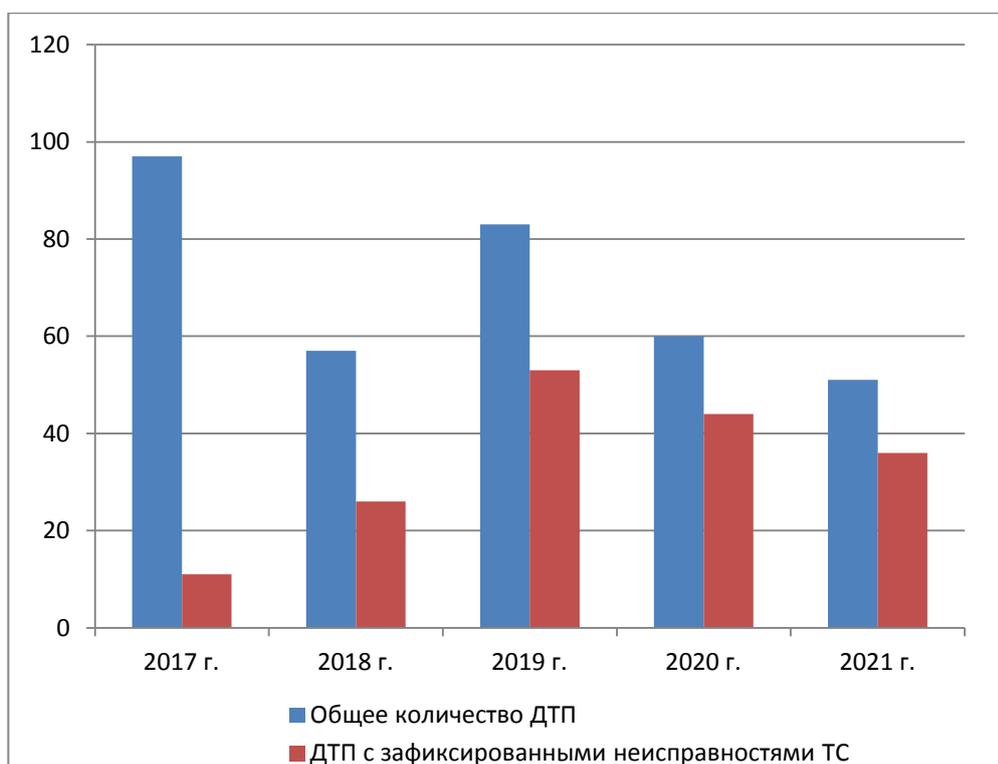


Рисунок 1.26 – Количество ДТП с участием ТС, обладающих неисправностями различных видов

Количество дорожно-транспортных происшествий с неисправными ТС возрастает практически каждый год. Среди неисправностей отмечаются следующие: неисправность головного освещения, износ рисунка протектора автомобильных шин, изменение конструкции автомобиля без внесения информации в ПТС, иные неисправности.

Немаловажную роль в безопасности дорожного движения играет уровень квалификации водителя, а также его стаж. По статистике, наибольшее количество дорожно-транспортных происшествий происходит по вине водителей с небольшим стажем (до 2 лет). Статистика аварийности с участием водителей с таким стажем представлена на рисунке 1.27.

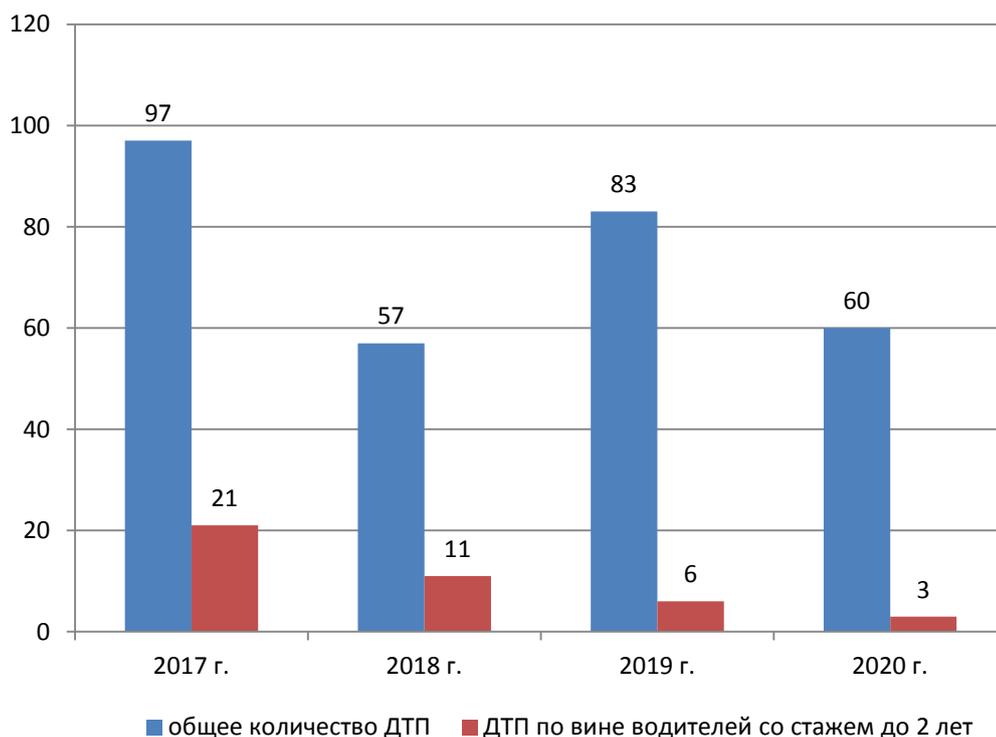


Рисунок 1.27 – Количество ДТП, произошедших по вине водителей со стажем до 2 лет

По данному критерию наблюдается положительная динамика: количество ДТП по вине водителей со стажем менее 2 лет стабильно падает, что объясняется ужесточением требований к подготовке водителей в специальных учебных заведениях.

Самыми распространенными видами нарушений среди водителей транспортных средств и пешеходов являются: несоблюдение очередности проезда перекрестков, несоблюдение предписанного (либо в соответствии с дорожными условиями) скоростного режима, управление ТС в состоянии алкогольного опьянения, управление ТС лицом, несоблюдение правил проезда нерегулируемого пешеходного перехода, несоблюдение условий, разрешающих движение задним ходом, переход проезжей части вне зоны пешеходного перехода.

На основе исходной информации о месторасположении дорожно-транспортных происшествий выявляются участки (места) концентрации ДТП.

Участок (место) концентрации ДТП – участок автомобильной дороги, не превышающий 1000 м. вне населенного пункта, 200 м. в населенном пункте или перекресток дорог, где в течение последних 12 месяцев произошло 3 и более ДТП одного вида или 5 и более ДТП независимо от их вида, в результате которых погибли или ранены люди. При наличии участков концентрации ДТП принимается ряд возможных мер по повышению безопасности дорожного движения в данных местах [3]. Такие участки представлены на рисунке 1.28.



которого являются столкновения. Карта УДС ул. Пугачева – ул. Гетоева представлена на рисунке 1.29.

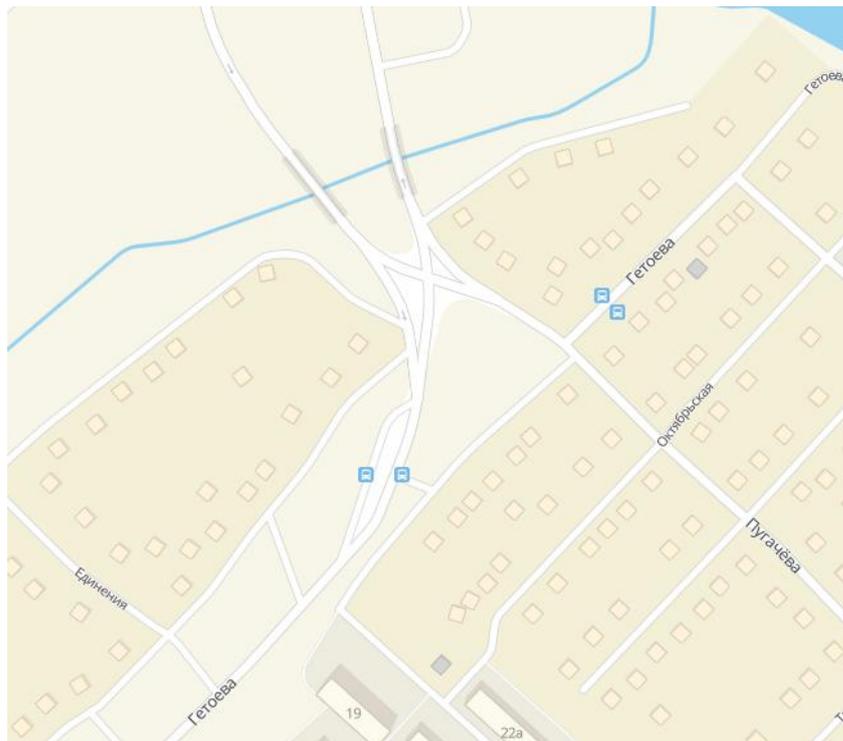


Рисунок 1.29 – Карта УДС ул. Пугачева – ул. Гетоева

Обследование перекрестка ул. Пугачева – ул. Гетоева показало следующие результаты. Наблюдается образование существенных очередей транспортных средств,двигающихся по ул. Гетоева в направлении ул. Пугачева. Причиной данной проблемы является плотного движения транспортных средств на высоких скоростях по ул. Гетоева (в сторону правого берега). Высокая скорость движения в несколько раз усиливает опасность конфликтных точек на данном перекрестке.

На данном пересечении отсутствует светофорное регулирование. Дорожная разметка не соответствует ГОСТ Р 52766-2007 [4], так же как и отсутствует часть знаков приоритета. Так же в ходе натурного обследования было уделено внимание организации пешеходного регулирования. На данном пересечении отсутствуют пешеходные переходы в связи с отсутствием самих пешеходов и каких либо расположенных рядом точек тяготения. В связи с этим основным видом ДТП является столкновение ТС.

Существующая схема ОДД на ул. Пугачева – ул. Гетоева представлена на рисунке 1.30.

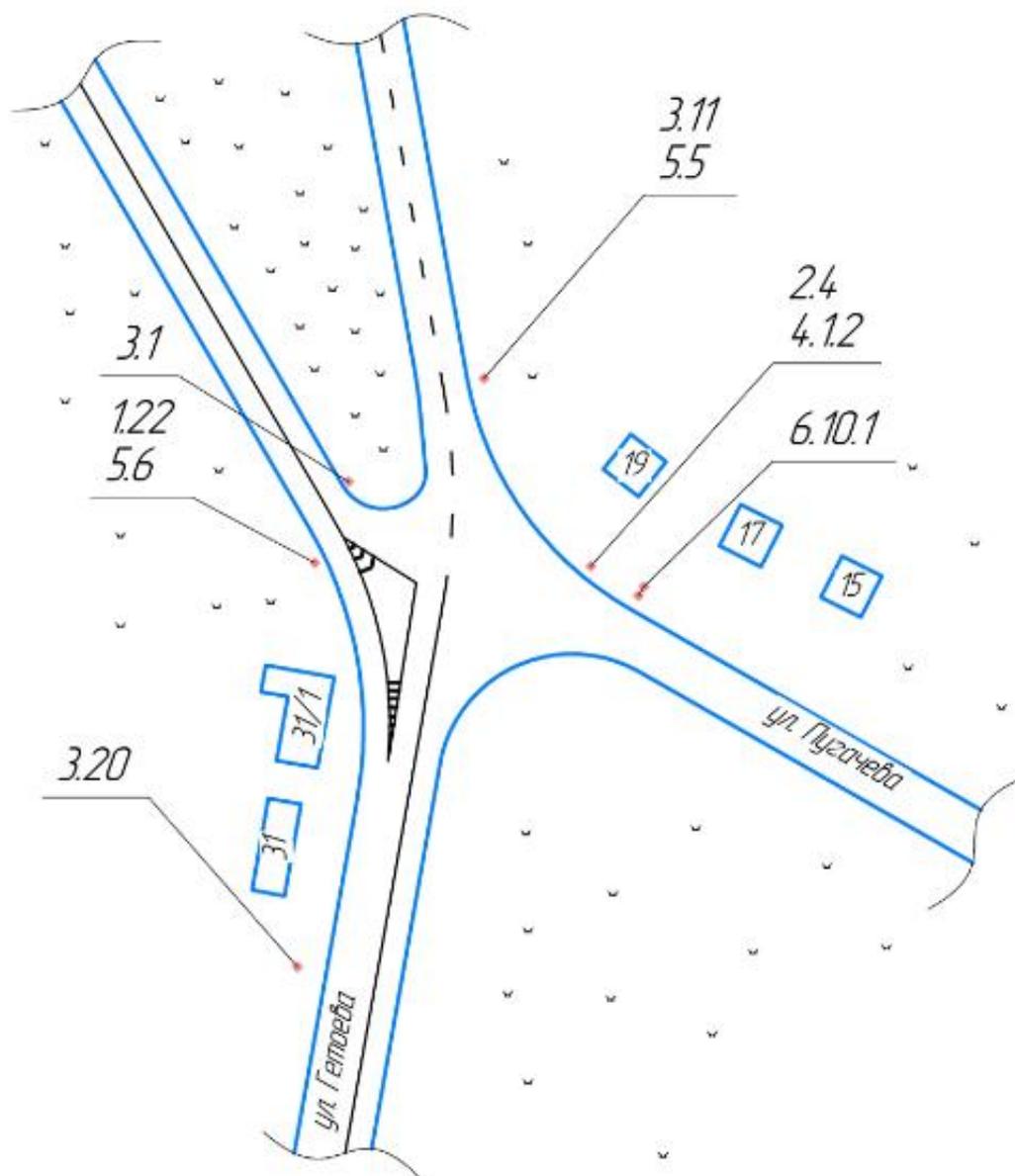


Рисунок 1.30 – Существующая схема ОДД на ул. Пугачева – ул. Гетоева

Далее рассмотрим УДС на ул. Герцена – ул. 40 лет Октября. На данном участке за 2021 год произошло 5 ДТП, в которых пострадало 4 человека и погиб 1 человек. Основным видом является наезд на пешехода, а также столкновение. Карта УДС ул. Герцена – ул. 40 лет Октября представлена на рисунке 1.31.

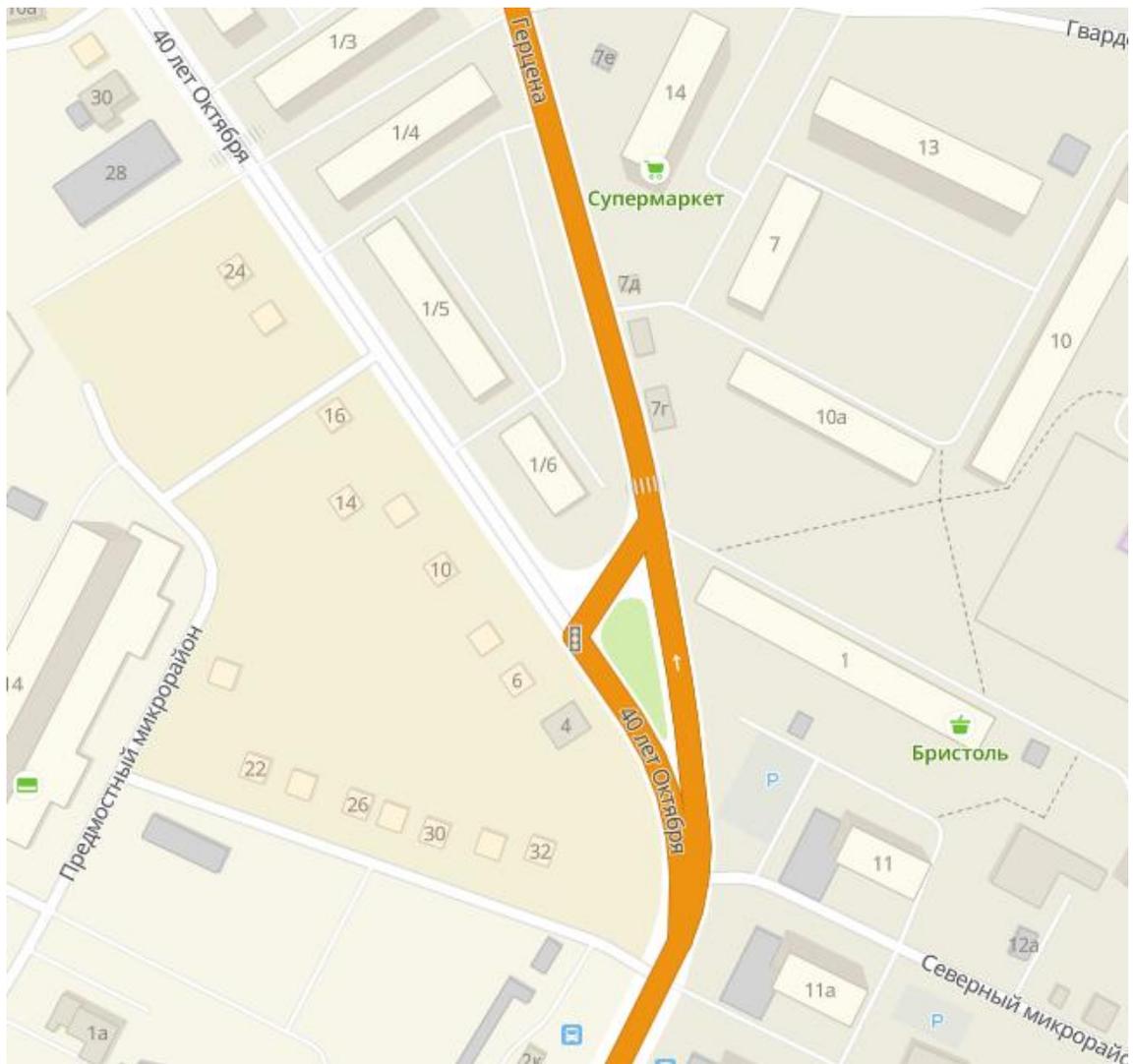


Рисунок 1.31 – Карта УДС ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

При проезде перекрестка ул. Герцена – ул. 40 лет Октября наблюдается формирование очередей транспортных средств со стороны ул. Герцена. Причиной данной проблемы является малое время горения зеленого сигнала светофора фазы светофорного регулирования ул. Герцена. На двух рассматриваемых светофорных объектах наблюдается устаревшая технология красно-желтого сигнала светофора.

На пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября организовано светофорное регулирование, с применением светофоров типа Т1 и Т1Г. Дорога на улице 40 лет Октября имеет 4 полосы движения (2 в прямом и 2 в обратном направлении). Затем одна полоса имеет разветвление на ул. Герцена и остается 1 полоса в прямом и 2 в обратном направлении. Улица Герцена имеет 2 полосы для движения. На ней имеется один пешеходный переход со соответствующими знаками 15.19.1/2. В ходе натурного обследования было выявлено несоответствие организации пешеходного движения, а именно отсутствие разметки и каких либо пешеходных ограждений и дорожек.

Существующая схема ОДД на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября представлена на рисунке 1.32.

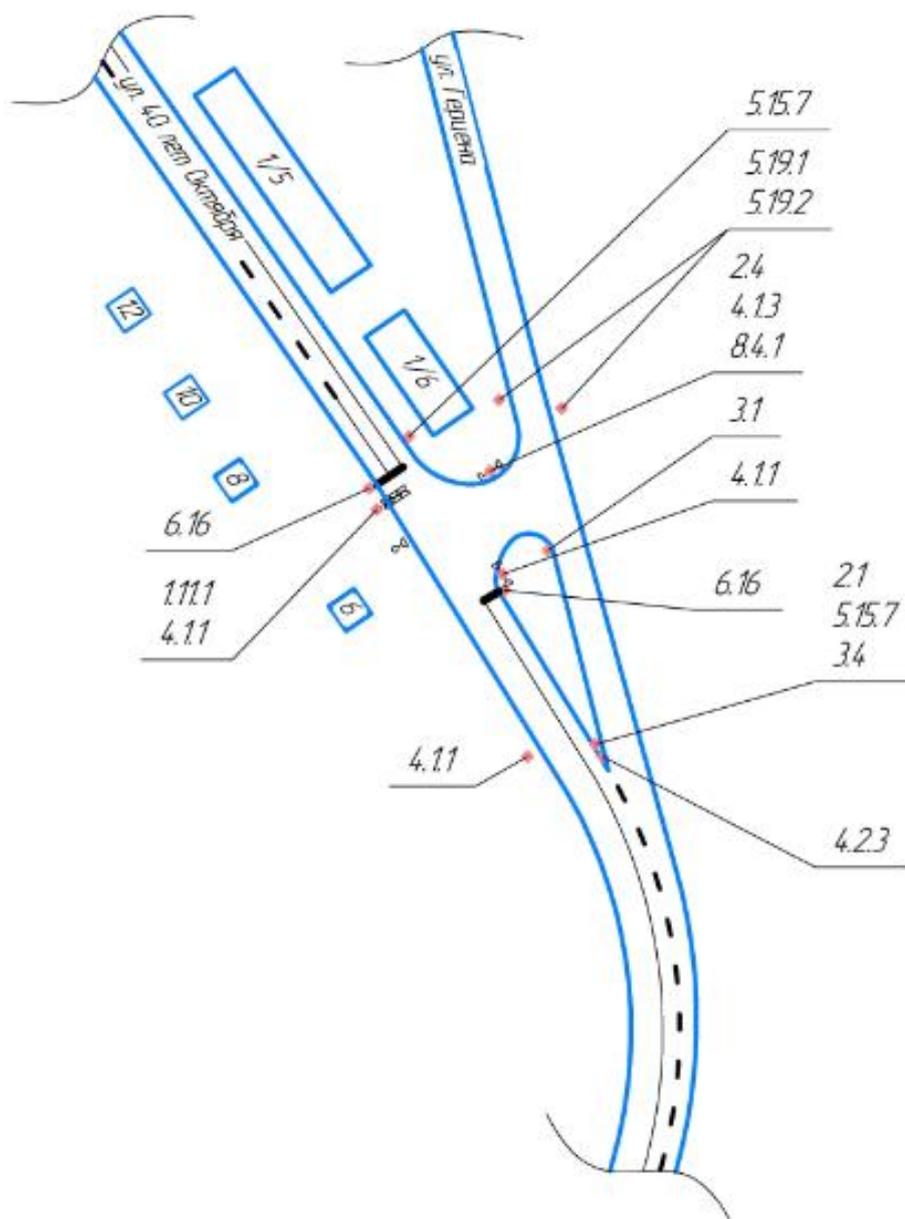


Рисунок 1.32 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

На рисунке 1.33 приведена схема пофазного разъезда на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября.

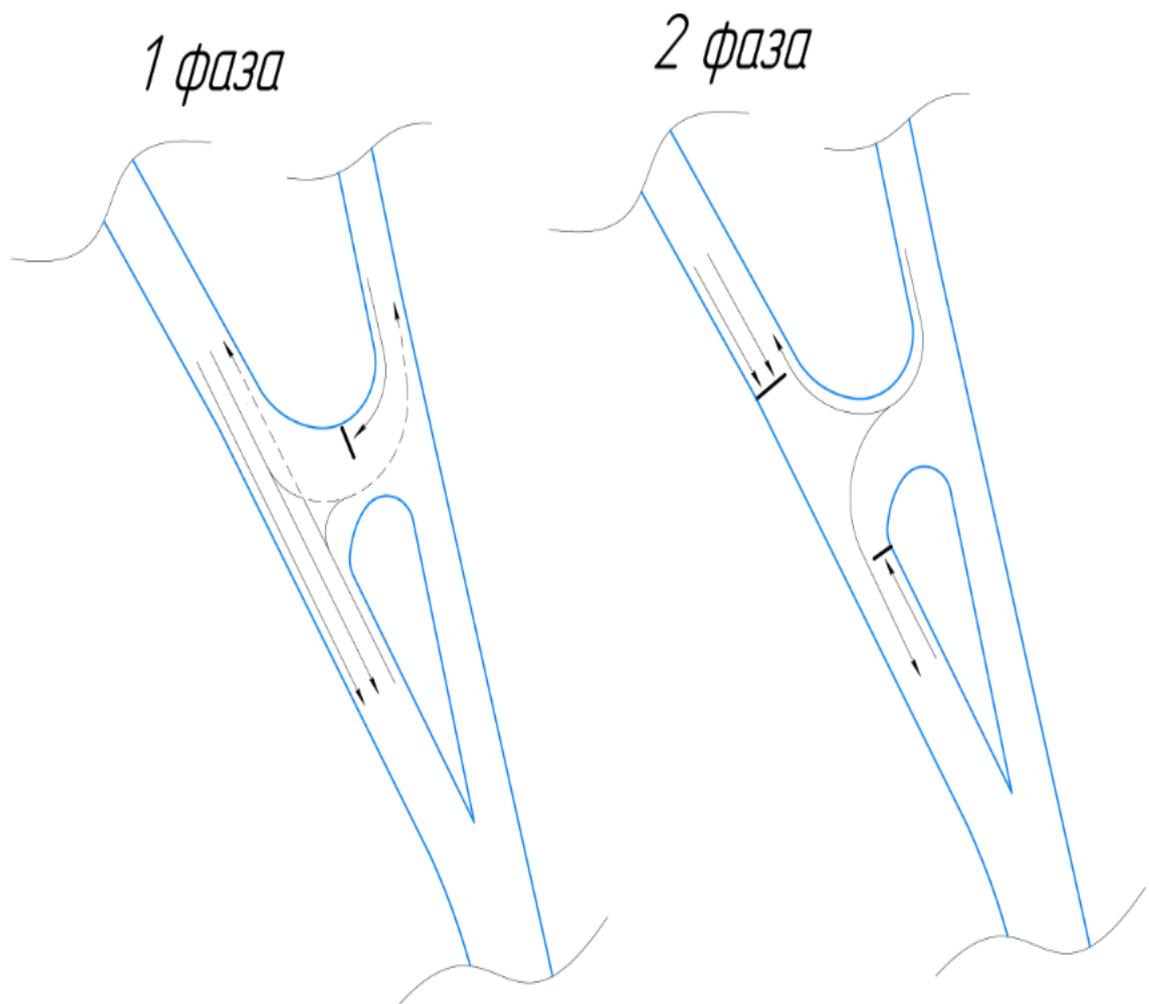


Рисунок 1.33 – Схема пофазного разъезда на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября.

На рисунке 1.34 изображена структура цикла светофорного регулирования на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября.

Вид потока	Наименование	25 с	2 с	15 с	2 с
транспорт (фаза 1)	ул. 40 лет Октября				
транспорт (фаза 2)	ул. Герцена				

Рисунок 1.34 – Структура цикла светофорного регулирования на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

**Вывод:** на основании произведенного анализа существующей организации движения на рассматриваемых участках УДС г. Канска, интенсивности движения и аварийности выявлено:

- наиболее проблемным является участок УДС ул. Пугачева – ул. Гетоева, который является самым аварийным;

- участок ул. Герцена – ул. 40 лет Октября является менее аварийным, но, тем не менее, ему присуще сравнительно похожая интенсивность движения ТС

- на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева наблюдается интенсивное движение транспортных средств, особенно в утренние и вечерние часы «пик», которые вызывает конфликтные ситуации и как следствие высокую аварийность, а так же отсутствие средств организации движения;

- на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября было выявлено несоответствие организации пешеходного движения;

Для решения данных проблем необходимо произвести выбор и обоснование комплекса мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения и безопасности на рассматриваемых участках, которые будут включать:

- проект по совершенствованию организации дорожного движения на пересечения на ул. Пугачева – ул. Гетоева;

- проект по совершенствованию схемы организации и повышению безопасности движения транспортных и пешеходных потоков пересечения ул. Герцена – ул. 40 лет Октября;

- произвести экономический расчет ущерба от ДТП.

## **2 Организационно-техническая часть**

В данной выпускной квалификационной работе предлагается изменение существующей схемы организации движения на участках УДС г. Канска ул. Ленина включающем пересечения ул. Герцена – ул. 40 лет Октября и ул. Пугачева – ул. Гетоева.

Основные направления и способы организации дорожного движения. По мере развития автомобилизации в течение десятилетий в мире накапливался опыт обеспечения безопасности, эффективности и удобства дорожного движения в городах и на автомобильных дорогах методами организации дорожного движения с применением соответствующих технических средств. Можно условно выделить семь наиболее значимых методических направлений и по каждому из них привести типичные способы реализации.

### **2.1 Выбор и обоснование комплекса мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения и безопасности на рассматриваемых участках УДС г. Канск**

Основными методами совершенствования организации являются:

#### **1) Разделение движения в пространстве:**

- введение одностороннего движения по двум параллельным улицам (дорогам) является одним из наиболее характерных приемов его организации и воплощает одновременно несколько методических принципов. Препятствиями для всеобъемлющего внедрения одностороннего движения являются значительное осложнение при пользовании маршрутным пассажирским транспортом из-за увеличения дальности пешеходных подходов, а также увеличение пробега автомобилей к объектам тяготения, поэтому такой метод не подходит к рассматриваемым участкам;

- наиболее безопасным типом пересечения в одном уровне является кольцевое с большим радиусом центрального островка, при котором все маневры автомобилей сводится к включению в поток и выходу из него. Кольцевые пересечения автомобильных дорог характеризуются меньшей аварийностью, сокращением задержек и высокой пропускной способностью по сравнению другими пересечениями в одном уровне. Автомобили, прибывающие к пересечению по всем дорогам, сливаясь в один поток, огибают островок, расположенный в центре пересечения. Размеры кольца назначают такими, чтобы обеспечивалась заданная скорость движения по нему, а участки кольца между пересекающимися дорогами имели длину, обеспечивающую возможность свободной перегруппировки автомобилей, вливания их в кольцевой поток и выхода в нужном направлении. Данный метод ОДД подходит для рассматриваемого участка ОДД, а именно пересечение ул. Пугачева – ул. Гетоева.

- развязка движения в разных уровнях способствует наиболее полному сокращению конфликтов между пешеходным движением и транспортными потоками. Устройство пересечений в разных уровнях требует больших

материальных затрат. Вопрос об их необходимости решается на стадиях градостроительного проектирования. Вместе с тем следует отметить, что даже устройство развязки в разных уровнях полностью не ликвидирует конфликтные точки, так как сохраняются конфликты отклонения и слияния транспортных потоков в местах съезда с одной из пересекающихся магистралей и въезда на другую магистраль. Маршрутное ориентирование водителей становится все более важным методом организации движения.

Современные сложные транспортные развязки требуют тщательно продуманной системы информации. При ее отсутствии или дефекте водители, попадая на неправильное направление, вынуждены совершать многокилометровые перепробеги. Недисциплинированные водители в таких условиях допускают исключительно опасные маневры (чтобы кратчайшим путем попасть на нужное направление), приводящие к дорожно-транспортным происшествиям. Примером местного рассредоточения транспортного потока в пространстве может служить внедрение таких схем организации движения на перекрестках, при которых правые и левые повороты предусматриваются в два и более ряда в зависимости от конкретной интенсивности потоков и имеющейся ширины проезжей части.

Устройство пересечений в разных уровнях требует больших материальных затрат, а также интенсивность транспортных потоков невысокая, поэтому подобный способ ОДД не подходит для данного проекта;

- канализированное движение предполагает, прежде всего, разделение встречных потоков, чтобы ликвидировать самые опасные конфликтные точки встречного столкновения, а также разделения движения по полосам попутного направления.

Продольная разметка проезжей части позволяет упорядочить движение, сформировать ряды, что способствует повышению общей пропускной способности дороги и безопасности движения. Средством канализирования на перегонах является устройство разделительных полос на широких дорогах с установкой на них ограждений. Для выделения полос основным средством является дорожная разметка. В качестве временных средств выделения полос для движения применяют переносные конусы, деревянные стойки и барьеры.

Канализирование движения в зоне перекрестков предназначено для сокращения числа и опасности конфликтных точек за счет направления автомобильных и пешеходных потоков по наиболее благоприятной и безопасной траектории. Канализирование движения облегчает ориентировку и повышает четкость взаимодействия водителей на сложных по конфигурации пересечениях и в тех местах УДС, где излишняя площадь создает предпосылки хаотического движения, распространения зон конфликтных точек.

Канализирование особенно необходимо на сложных и больших по площади пересечениях, где избыточная площадь проезжей части позволяет водителям двигаться по различным произвольным траекториям, создает многочисленные конфликтные точки. Отсутствие определенной траектории движения в таких местах затрудняет ориентировку водителей и пешеходов. Здесь канализирование выступает в форме резервирования излишней ширины

проезжей части разметкой или с помощью возвышающихся островков, преимуществом которых является их лучшая видимость для водителей, особенно при загрязнении дороги или снеговом покрове.

Данный метод организации движения подходит для рассматриваемых УДС г. Канска, а именно для пересечения ул. Герцена – ул. 40 лет Октября.

2) Разделение движения во времени. Это направление организации дорожного движения охватывает методы, обеспечивающие в основном с помощью Правил дорожного движения, дорожных знаков и световых сигналов светофоров разделение транспортных и пешеходных потоков во времени. Благодаря этому исключаются (или сводятся к минимуму) конфликты при проезде перекрестков, железнодорожных переездов, временно суженых мест на дорогах. Рассмотрим следующие методы:

- разделение перевозок во времени обеспечивается временным распределением транспортных потоков. Облегчить ситуацию можно с помощью таких организационных мероприятий, как плановое распределение определенных видов перевозок по времени суток, или запрет движения отдельных видов транспортных средств в определенные периоды. Так как на рассматриваемых участках УДС г. Канска преимущественно преобладает легковой тип транспорта, то организация движения данным способом является нецелесообразным;

- введение приоритета на пересечениях с помощью Правил дорожного движения является наиболее универсальным методом, при котором водители, исполняя существующие требования, самостоятельно организуют движение.

Существует ряд положений Правил, устанавливающих очередность проезда перекрестков и других мест. Так, на пересечениях равнозначных дорог приоритетом на движение обладает водитель транспортного средства, не имеющий помехи справа. Это правило действует не только на перекрестках, но и во всех других местах, где возможно движение (на территории автотранспортного предприятия, во дворах, на других закрытых территориях). При проектировании данного метода ОДД рассматриваемых участках УДС г. Канска не подходит;

- светофорное регулирование на пересечениях - предназначено для попеременного пропуска транспортных и пешеходных потоков по взаимно конфликтующим направлениям. Прежде всего, это относится к перекресткам с интенсивным движением, где с помощью только знаков и разметки нельзя обеспечить безопасность движения. Чем выше интенсивность движения, тем больше вероятность возникновения конфликтов и тем меньше возможность исключить эту опасность, не прибегая к светофорному регулированию. Практика ОДД выработала критерии введения светофорной сигнализации, учитывающие суммарные задержки и степень опасности движения.

Светофорное регулирование широко используют для обеспечения безопасного перехода пешеходов через проезжую часть и вне перекрестков возле школ, торговых центров, кинотеатров, других мест массового посещения. Для пересечения ул. Пугачева – ул. Гетоева данный способ не подходит, так как будет необходимо применить трёхфазный разъезд, что приведет к

транспортным задержкам, снижению пропускной способности и не решит проблемы ДТП. Данный способ ОДД наилучшим образом подходит для участка УДС г. Канска, а именно пересечение ул. Герцена – ул. 40 лет Октября;

- регулирование движения на ж/д переездах является нецелесообразным, так как на рассматриваемых участках УДС г. Канска отсутствуют пересечения с ж/д переездами;

3) Формирование однородного транспортного потока:

- выделение улиц пассажирского движения - дифференциация полос для легковых и грузовых автомобилей на магистралях с многорядным движением и выделение отдельных полос для маршрутного пассажирского транспорта, что не подходит для данного проекта по причине малого количества пассажирского транспорта;

- создание улиц грузового движения - такой метод ОДД не подходит к рассматриваемым участкам, так как грузовой транспорт составляет незначительную часть от общего числа транспорта;

- выделение транзитного движения - устройство объездной дороги, которая позволяет освободить городские улицы от транзитного транспорта, что способствует уменьшению загруженности дороги, снижает аварийность, но этот метод ОДД не подходит к рассматриваемым участкам, т.к. на УДС г. Канска уже имеется объездная дорога для транзитного транспорта.

4) Оптимизация скорости движения на улицах и дорогах:

- ограничение и контроль скоростного режима или меры по повышению скоростного режима - в зависимости от сложившихся условий движения для повышения пропускной способности дороги может быть необходимо как ограничение, так и повышение скорости, что вытекает из закономерности, описываемой основной диаграммой транспортного потока. При проектировании данного метода ОДД на рассматриваемых участках УДС г. Канска, не подходит.

5) Решение проблем организации движения пешеходов:

- пешеходы при сложившейся ситуации с ОДД, также становятся его неотъемлемыми участниками. Проблемы соприкосновения транспортных и пешеходных потоков на пересечениях ул. Пугачева – ул. Гетоева и ул. Герцена – ул. 40 лет Октября могут быть решены: во-первых, устройством пешеходных путей вдоль дорог, так как пешеходам необходимо создать возможность их перемещения вне проезжей части дорог. Это достигается обустройством тротуаров, велосипедных дорожек, обеспечивающих относительную безопасность для этих категорий людей (бордюры вдоль проезжей части, достаточная ширина тротуаров, барьеры, отделяющие проезжую часть и тротуар). Во-вторых, оборудовать пешеходные переходы. Обычные пешеходные переходы не всегда достаточно безопасны, так как водители, не всегда обращают внимания на переходящих проезжую часть, людей. Более безопасны в этом смысле регулируемые пешеходные переходы, но и они не гарантируют полной безопасности. Поэтому, данный метод ОДД подходит для рассматриваемого участка, а именно пересечение ул. Герцена – ул. 40 лет Октября. Конечно, наиболее эффективным решением проблемы является

полное разделение транспортных и пешеходных потоков (подземные и надземные переходы), хотя их обустройство достаточно дорого.

На основании выше изложенного перечня мероприятий по совершенствованию ОДД и повышению безопасности предлагается сделать следующее:

- разработать проект организации движения на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева с организацией кольцевого движения;
- разработать проект организации движения на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября с организацией светофорного регулирования и с решением проблемы организации движения пешеходов.

## **2.2 Расчет интенсивности транспортных потоков на рассматриваемых участках УДС на основе статистического метода**

На данный момент уровень автомобилизации в городе Канск составляет 453 автомобиля на 1000 жителей. Население города составляет 92142 человека. Для определения количества автомобилей воспользуемся формулой (6) [5]:

$$N_a = A \cdot N_{ж}, \quad (6)$$

где  $A$  – уровень автомобилизации на 1000 человек;

$N_{ж}$  – количество жителей;

$$N_a = 453 \cdot 92,1 = 41721$$

Получаем, что количество транспорта с существующим уровнем автомобилизации (453 авт/1000 чел) и с населением в 92142 составил 41721 автомобиль.

Согласно формулам по статистике средний ряд коэффициента роста определяется по формуле (7):

$$K = \sqrt[n-1]{\frac{x}{y}} \quad (7)$$

где  $n$  – число уровней ряда;

$x$  – показатели текущего уровня;

$y$  – показатели базисного уровня.

По данным УГИБДД г. Канска количество транспорта за период с 2017 г по 2021 увеличилось с 32063 до 40397 единиц.

Средний коэффициент прироста автотранспорта в г. Канск составил:

$$K = \sqrt[5-1]{\frac{40397}{32063}} = 1,059 \text{ или прирост на } 5,9\% \text{ ежегодно.}$$

Согласно данным по переписи населения города Канск численность населения растет в период с 2017 г по 2021 г с 89111 по 92142 человек.

Средний коэффициент прироста населения в городе Канск составил:

$$K = \sqrt[5-1]{\frac{92142}{89111}} = 0,08$$

Прирост населения и автотранспорта представлен в таблице 2.1

Таблица 2.1 – прирост населения и автотранспорта, основанный на статистических данных при пересчете на 15-ти летнюю перспективу в г. Канска

Год	Прирост автомобилей в физических единицах	Ежегодный коэффициент прироста автотранспорта	Количество населения в г. Канск, чел.	Ежегодный коэф-т прироста населения г. Канска	Прогнозируемый уровень автомобилизации физ.авто/тыс.чел.
1	41721	1,059	92142	0,08	453
2	41721	1,059	92879	0,08	449
3	44183	1,059	93622	0,08	472
4	46789	1,059	94371	0,08	496
5	49550	1,059	95126	0,08	521
6	52473	1,059	95887	0,08	547
7	55569	1,059	96654	0,08	575
8	58848	1,059	97427	0,08	604
9	62320	1,059	98207	0,08	635
10	65997	1,059	98993	0,08	667
11	69891	1,059	99784	0,08	700
12	74014	1,059	100583	0,08	736
13	78381	1,059	101387	0,08	773
14	83005	1,059	102199	0,08	812
15	87903	1,059	103016	0,08	853

Следовательно, можно сделать вывод о том, что использовать линейную зависимость роста уровня автомобилизации города Канска в чистом виде, основанную на среднестатистических данных за последние 5 лет, для определения интенсивности на 15-ти летнюю перспективу некорректно, так как в данном случае нормативный показатель уровня автомобилизации населения г. Канска будет превышен в 1,88 раза. Поэтому произведем расчет возможной интенсивности движения.

### 2.3 Расчет возможной интенсивности на рассматриваемых пересечениях ул. Пугачева – ул. Гетоева и ул. Герцена ул. 40 лет Октября

Согласно данным, представленным в руководстве по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах, при разработке технико-экономических обоснований реконструкции можно использовать метод прогнозирования интенсивности движения – экстраполяции.

При использовании метода экстраполяции прогнозирование интенсивности движения при повышении категории дороги в первые 6 лет эксплуатации выполняют по формуле (8) [5]:

$$N_t = N_0 \cdot (1 + B)^{t-6}, \quad (8)$$

где  $N_t$  – прогнозируемая интенсивность движения в t-год, авто/час;  
 $N_0$  – исходная интенсивность движения, авто/час;  
 $B$  – среднегодовой прирост интенсивности движения;  
 $t$  – перспективный период, лет.

При прогнозировании интенсивности движения после 6 лет эксплуатации дорог расчет производится по формуле (9):

$$N_t = (N_0 \cdot (1 + B_k)^6) \cdot (1 + B)^{t-6}, \quad (9)$$

Расчет прогнозирования интенсивности на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева и Герцена – ул. 40 лет Октября представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет прогнозирования интенсивности на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева и Герцена – ул. 40 лет Октября

№ года	Год	Суммарная расчетная интенсивность движения, прив.ед./час	
		ул. Пугачева – ул. Гетоева	ул. Герцена ул. 40 лет Октября
1	2023	3151	2770
2	2024	3182	2798
3	2025	3214	2826
4	2026	3247	2854
5	2027	3280	2883
6	2028	3313	2912
7	2029	3362	2957
8	2030	3396	2987
9	2031	3431	3017
10	2032	3465	3047
11	2033	3500	3078
12	2034	3535	3109
13	2035	3571	3140
14	2036	3607	3172
15	2037	3643	3204
16	2038	3680	3236
17	2039	3717	3269
18	2040	3755	3302
19	2041	3792	3335
20	2042	3831	3369

На основе сделанных расчетов можно сделать вывод о суммарной перспективной интенсивности на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева по годам:

- существующее положение – 3125 привед.ед./час;
- пятилетняя перспектива – 3280 привед.ед./час;
- десятилетняя перспектива – 3465 привед.ед./час;
- двадцатилетняя перспектива – 3831 привед.ед./час.

Для пересечения ул. Герцена ул. 40 лет Октября:

- существующее положение – 2748 привед.ед./час;

- пятилетняя перспектива – 2883 привед.ед./час;
- десятилетняя перспектива – 3047 привед.ед./час
- двадцатилетняя перспектива – 3369 привед.ед./час.

Для наглядного представления о перераспределении транспортных потоков создаются картограммы, которые представлены на рисунках 2.1-2.2.

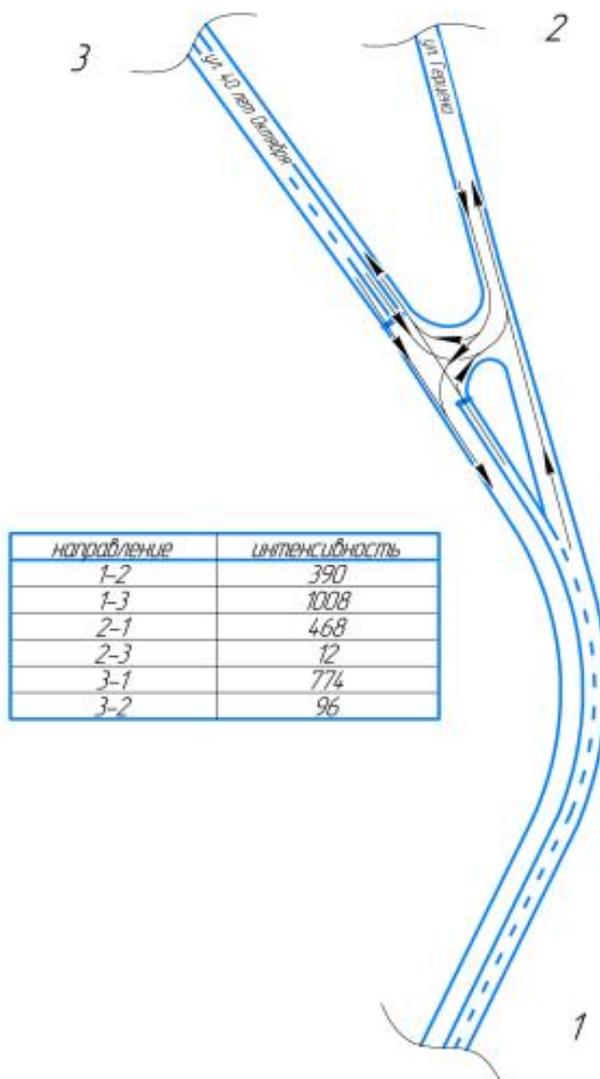


Рисунок 2.1 – Картограмма интенсивности по направлениям на проектируемом участке УДС при пересечении Герцена – ул. 40 лет Октября

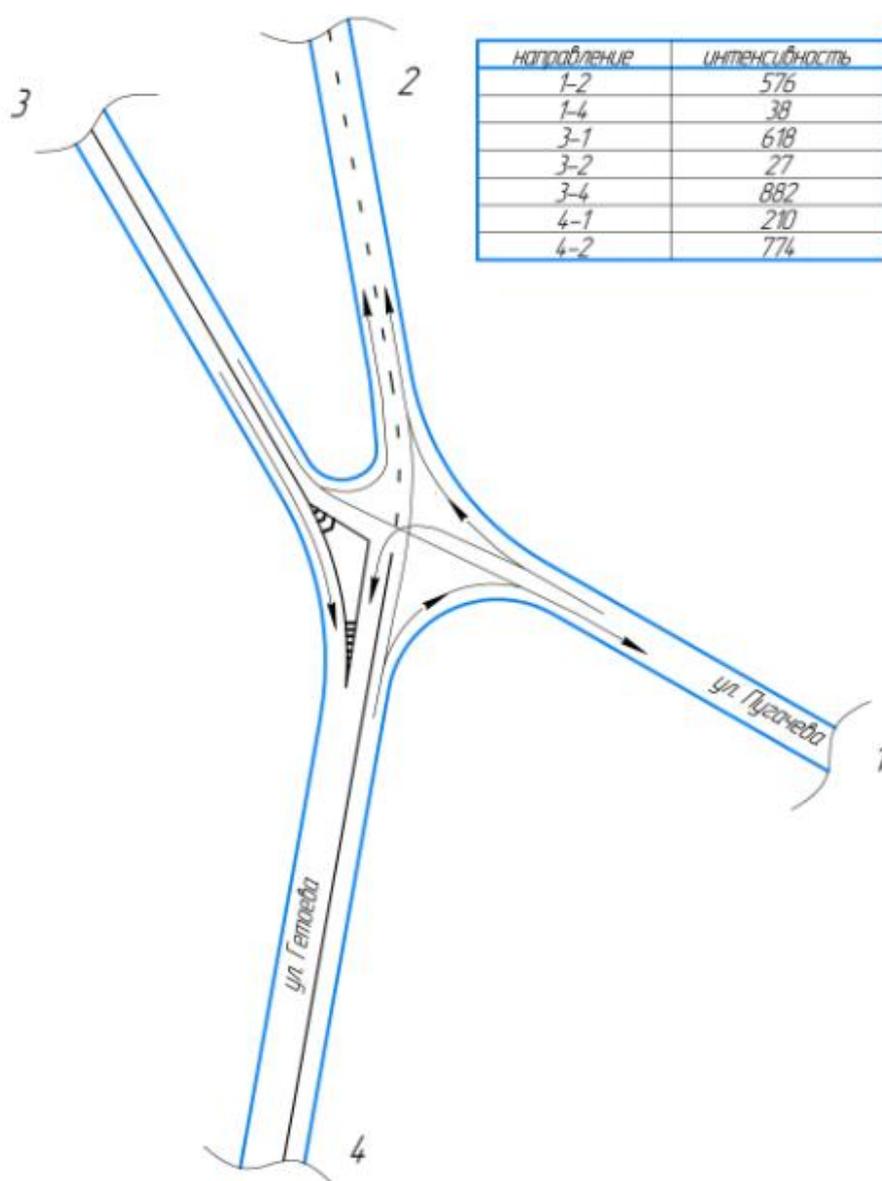


Рисунок 2.2 – Картограмма интенсивности по направлениям на проектируемом участке УДС при пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева

#### 2.4 Проект по совершенствованию организации дорожного движения на участке УДС г. Канска на пересечения на ул. Пугачева – ул. Гетоева

Практика проектирования и эксплуатации автомобильных дорог за рубежом указывает на широкое применение кольцевых пересечений с приоритетом движения по кольцу в качестве основного типа пересечений в одном уровне, что обусловлено обеспечением существенно более высокого уровня безопасности движения и большей пропускной способностью по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне. Кольцевые пересечения могут функционировать при суммарной суточной интенсивности движения до 70 – 80 тыс. приведенных авт./сутки, соизмеримой с пропускной способностью транспортных развязок в разных уровнях [6].

Кольцевые пересечения имеют следующие преимущества по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне:

- позволяют обеспечить наиболее безопасные и удобные условия движения на пересечении дорог, заключающиеся в существенном сокращении конфликтных точек и исключении конфликтных точек пересечения транспортных потоков;

- не требуют дополнительных расходов на светофорное регулирование движения;

- обеспечивается рассредоточение конфликтных точек, снижается скорость движения, слияние и разделения транспортных потоков осуществляется под небольшими углами переплетения, что в комплексе способствует снижению аварийности и, особенно, тяжести дорожно-транспортных происшествий;

- не возникают большие потери времени из-за остановок на регулируемых пересечениях;

- схема движения на пересечении проста и понятна водителям;

- обеспечиваются лучшие условия движения для выполнения левых поворотов;

- капитальные затраты на устройство не велики;

- меньшее отрицательное воздействие на окружающую среду.

В то же время планировка и организация движения на кольцевых пересечениях могут быть причиной ухудшения ряда транспортно-эксплуатационных показателей:

- водители вынуждены снижать скорость даже в свободных условиях движения;

- при движении по кольцевому пересечению с большим центральным островком значителен перепробег автомобилей транзитного и, особенно, левоповоротного направлений;

- для устройства пересечения требуется бóльшая площадь земли по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне;

- усложняется организация движения пешеходов и велосипедистов, возникают сложности с размещением пешеходных переходов.

#### 2.4.1 Планировка кольцевого пересечения

Внедрение кольцевого пересечение рекомендуется устраивать при условиях, приведенных в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Условия применения кольцевых пересечений

Условия работы пересечения или его местоположение	Эффективность устройства
При выявлении концентрации ДТП на нерегулируемые пересечения двухполосных дорог	Повышение безопасности движения за счет снижения количества и тяжести дорожно-транспортных происшествий
На существующих регулируемых и нерегулируемых пересечениях с большими задержками автомобилей	Снижение транспортных потерь, повышение пропускной способности
В случае без приоритетного движения автомобилей по пересекающимся дорогам	Снижение транспортных потерь
Пересечение более двух дорог	Улучшение организации движения, повышение безопасности движения и пропускной способности
При высокой стоимости альтернативных решений	Снижение стоимости строительства
При необходимости учета архитектурно-планировочных требований	Повышение архитектурно-планировочных качеств придорожной полосы за счет назначения размеров элементов планировки, включения малых архитектурных форм и озеленения
Расположение на участках вынужденного изменения скоростей, в том числе, на участках сопряжения автомобильных дорог разных категорий или на участках перехода автомобильной дороги в улицу или дорогу населенного пункта	Повышение безопасности движения за счет регулируемого изменения режима движения автомобилей
В качестве элементов транспортных развязок неполного типа	Повышение пропускной способности транспортных пересечений в разных уровнях за счет обеспечения непрерывности движения
На участках автомобильных дорог, проходящих через населенные пункты	Повышение безопасности движения, за счет уменьшения количества и тяжести наездов на пешеходов
Для «успокоения» движения на пересечениях загородных автомобильных дорог, на участках с высокими скоростями движения	Повышение безопасности движения на пересечениях
Для организации разворотов	Исключение конфликтных зон пересечения транспортных потоков
В непосредственной близости от медицинских и образовательных учреждений	Снижение транспортного шума (до 4 дБА), снижение скоростей движения
Пересечения со сложной конфигурацией участков подходов (Т-образные пересечения и Y-пересечения, пересечения дорог под острыми углами)	Повышение безопасности движения и пропускной способности в сложных условиях организации движения
Пересечения с высокой интенсивностью левоповоротного движения	Повышение пропускной способности и безопасности движения
На пересечениях, где в перспективе предполагается добавлять примыкающие дороги	Возможность развития пересечения
Недостаточно места для размещения зон накопления левоповоротных потоков на регулируемых и нерегулируемых пересечениях канализированного типа	Повышение эффективности землепользования
Взамен двух близко расположенных пересечений обычного типа	Улучшение организации движения
Отсутствие данных о перспективной интенсивности движения и интенсивности поворачивающих потоков	Возможность организации движения при отсутствии надежных данных об интенсивности движениям
В качестве первого этапа планировочного решения при строительстве транспортных развязок	Повышение эффективности капитальных вложений в дорожное строительство

Исходя из данных условий, можно сделать вывод о том, что внедрение кольцевого пересечения на ул. Пугачева – ул. Гетоева будет более целесообразным, чем другие методы совершенствования. Основными условиями являются:

- выявление концентрации ДТП;
- на существующем нерегулируемом пересечении имеются задержки автомобилей;
- пересечение более двух дорог;
- для организации разворотов;
- пересечение со сложной конфигурацией участков подходов (пересечение дорог под острыми углами);
- пересечение с высокой интенсивностью левоповоротного движения.

Учет перечисленных в таблице 2.3 факторов позволяет произвести выбор типа пересечения на основе конкретных местных условий. При этом основным критерием остается суммарная интенсивность движения на подходах к кольцевому пересечению, таблица 2.4.

Таблица 2.4 – Выбор типа кольцевого пересечения в зависимости от интенсивности движения

Тип кольцевого пересечения	Условия проектирования и эксплуатации	Диаметр кольцевого пересечения, м	Количество полос движения кольцевой проезжей части	Ориентировочная суммарная интенсивность движения на пересекающихся дорогах, прив.авт./сут
Кольцевые пересечения с малым диаметром	стесненные	24-30	1(2)	20000-25000
Кольцевые пересечения со средним диаметром	стесненные	30-40	1	20000-35000
	свободные	35-50	2	35000-40000
Кольцевые пересечения большого диаметра	стесненные	40-55	2	25000-55000
	свободные	50-60	3	55000-70000
Мини-кольцевые пересечения	стесненные	12-24	1	До 15000-20000
Кольцевые пересечения неполных транспортных развязок	-	12-60	1-2	20000-50000

Исходя из показаний интенсивности, определим, что на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева стоит использовать кольцевое пересечение со средним диаметром (35-50) в свободных условиях и с количеством полос для движения

равным двум. Так же стоит помнить, что внешний диаметр кольцевой проезжей части двухполосных кольцевых пересечений не должен быть менее 40 м.

Режим движения автомобилей на подходах и в зоне кольцевого пересечения в значительной степени зависит от размеров элементов пересечения. Главным в проектировании кольцевых пересечений является создание условий, способствующих выбору водителями оптимальных траекторий и скоростей движения.

Для создания наиболее благоприятных и безопасных условий движения необходимо обеспечить максимальное совпадение скоростей движения транспортных потоков всех направлений, двигающихся по кольцевой проезжей части и скоростей движения въезжающих и выезжающих автомобилей. При оптимальных условиях разность между скоростями взаимодействующих потоков целесообразно назначать в пределах 10%, максимальное расхождение не должно превышать 20%. В случаях, когда разница между скоростями транспортных потоков превышает указанную выше величину, принимают меры по корректировке геометрических элементов кольцевого пересечения и снижению скоростей на примыкающих к пересечению участках дорог. Скорости движения на примыкающих участках следует снижать до скоростей на участках въезда таблица 2.5.

Таблица 2.5 – Расчетные скорости кольцевых пересечений

Тип кольцевого пересечения	Диаметр внешний кромки кольцевой проезжей части, м	Количество полос движения на кольце	Расчетная скорость движения на участке въезда на кольцо, км/час
Кольцевые пересечения с малым диаметром	24-30	1	25
Кольцевые пересечения среднего диаметра	30-40	1(2)	35
	35-50	1-2	40
Кольцевые пересечения большого диаметра	40-55	2(3)	40
	50-60	2(3)	50
Мини-кольцевые пересечения	12-24	1	25
Кольцевые пересечения с зоной переплетения в пределах кольцевой проезжей части	Не более 200 м	2	50

При проектировании кольцевого пересечения на ул. Пугачева – ул. Гетоева со средним диаметром (35-50) имеем расчетную скорость, равную 40 км/ч и 2 полосы движения на кольце.

#### 2.4.1.1 Центральная часть кольцевого пересечения

Геометрические размеры элементов центральной части кольцевого пересечения должны препятствовать движению легковых автомобилей с

высокими скоростями и обеспечивать возможность проезда пересечения крупногабаритными грузовыми автомобилями и автобусами.

Диаметр кольцевого пересечения определяет возможность размещения пересечения в пределах полосы отвода. Необходимость снижения и выравнивания скоростей движения автомобилей на кольцевой проезжей части и изменения траекторий их движения при въезде на кольцо определяет форму и размеры центрального островка. Конструкция центрального островка должна давать возможность водителю своевременно опознать его как элемент кольцевого пересечения, его как правило, приподнимают над проезжей частью.

Для обеспечения постоянной и одинаковой скорости для транспортных потоков всех направлений при движении по кольцу предпочтителен центральный островок, имеющий форму окружности, размеры которого представлены в таблице 2.6 [6].

Таблица 2.6 – Радиусы центрального островка

Скорость движения автомобилей на участке подхода к кольцевому пересечению (вне зоны влияния), км/час	Радиус центрального островка однополосного кольцевого пересечения, м		Радиус центрального островка двухполосного кольцевого пересечения, м	
	минимальный	рекомендуемый	минимальный	рекомендуемый
До 40	5	10	8	12
50	8	11	8	12
60	10	12	16	16
70	12	18	18	20
80	14	22	20	24
Свыше 90	14	22	20	24

При расчетной скорости 40 км/ч, выбираем радиус центрального островка, равный 12 метров, так как отсутствуют архитектурно-планировочные требования.

Для предварительного назначения количества полос движения на участке въезда рекомендуется использовать данные приведенные в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Предварительное назначение количества полос движения на участке въезда

Суммарная интенсивность движения при въезде на кольцевую проезжую часть авто/час	Количество полос на участке въезда
До 1000	1
1000-1300	1 (проверочный расчет пропускной способности)
1300-1800	2
Свыше 1800	Более 2 (проверочный расчет пропускной способности)

Суммарная интенсивность движения при въезде на кольцевую проезжую часть менее 1000 привед.ед./час, поэтому стоит использовать 1 полосу на участке въезда, но так как на рассматриваемом участке пересечения ул. Пугачева – ул. Гетоева имеются двухполосные дороги, они не будут подлежать реконструкции.

Направляющие островки участка въезда на кольцо и выезда с кольцевой проезжей части выполняют следующие функции:

- облегчают водителю выбор оптимального режима и направления движения при въезде и выезде с кольцевой проезжей части;
- регулируют скорость движения на подходах, информируя водителей о необходимости снижения скорости при въезде на пересечение до значений, при которых водители могут более точно оценить граничный интервал и принять решения о въезде, что способствует повышению пропускной способности и движению на кольцевой проезжей части с более высоким уровнем обеспечения безопасности;
- перекрывают проезд пересечения по центральному островку и другие нежелательные направления движения в зоне кольцевого пересечения;
- разделяют транспортные потоки встречных направлений движения, перекрывая возможный выезд на встречную полосу автомобилей;
- дают возможность устраивать зону накопления для пешеходов.

#### 2.4.1.2 Направляющие островки

Форма и размеры направляющего островка рекомендуется устанавливать перед планировкой участков входа и выхода, что позволяет подобрать оптимальные размеры и положение всех элементов участков въезда и выезда.

При проектировании направляющего островка следует учитывать, что увеличение его размеров обеспечивает разделение встречных транспортных потоков противоположных направлений, позволяет водителям оценивать условия въезда на кольцо, повышает безопасность движения пешеходов при пересечении проезжих частей с движением автомобилей противоположных направлений. Однако при этом для обеспечения необходимого снижения скорости приходится увеличивать размеры центрального островка, а, следовательно, и всего кольцевого пересечения.

Общую длину направляющего островка следует принимать в пределах 30 - 50 м, но не менее 15 метров, в целях предупреждения водителей об изменяющейся геометрии дороги.

#### 2.4.1.3 Ширина проезжих частей на участке въезда и выезда

При назначении ширины проезжей части многополосного въезда необходимо учитывать, что, с одной стороны, излишняя ширина может способствовать выезду автомобилей с высокой скоростью и увеличению аварийности за счет возможных боковых столкновений автомобилей. С другой стороны, при недостаточной ширине въезда возможны взаимные помехи автомобилей, одновременно въезжающих на кольцо по соседним полосам.

Не рекомендуется на участках въезда назначать большее количество полос движения, чем необходимо для обеспечения пропускной способности.

Для двухполосных выездов ширина проезжей части назначается в пределах 7,5 – 9,0 м, для однополосных кольцевых пересечений ее обычно

назначают в пределах 4,2 – 5,5 м. (большие значения принимают при наличии грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортного потока).

#### 2.4.1.4 Сопряжение проезжих частей участков въезда и выезда

Для сопряжения направляющего островка и других элементов участков въезда и выезда с центральным островком и кольцевой проезжей частью их располагают так, чтобы продолжения левых кромок участков въезда и выезда являлись касательными к внешней кромке центрального островка, а правые кромки были сопряжены с внешней кромкой кольцевой проезжей части (рисунок 2.3).

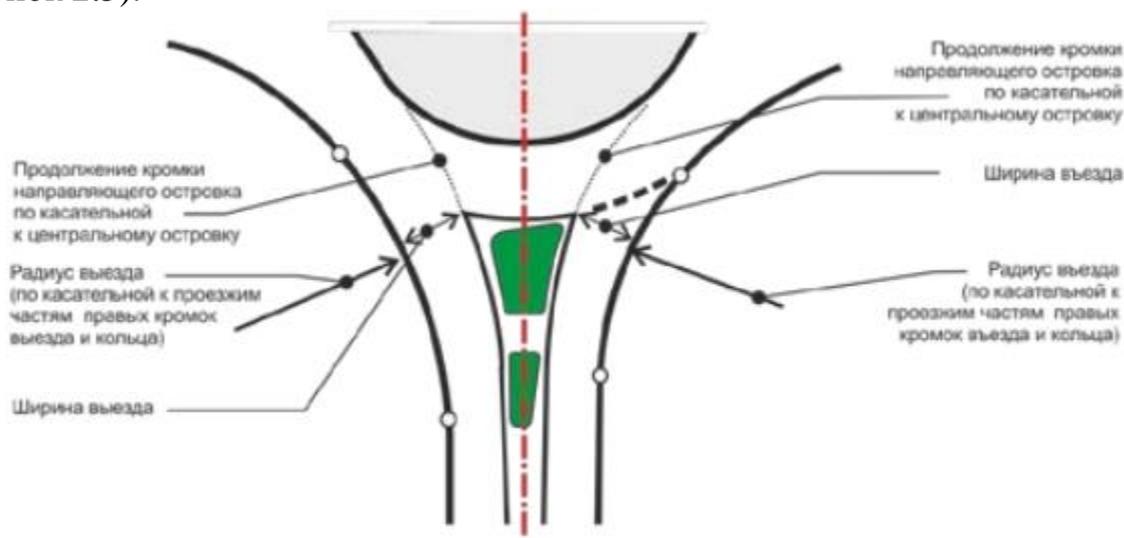


Рисунок 2.3 – Сопряжение участков въезда и выезда с центральным островком и кольцевой проезжей частью однополосного кольцевого пересечения

Оптимальные условия въезда (радиусы въезда) на кольцо обеспечивают радиусы внешней кромки проезжей части въезда равной 20 м при минимальном значении 6,0 м, обеспечивающим движения только легковых автомобилей. Практически, принимают значения радиусов от 10,0 до 100 м. Радиус продолжения левой кромки проезжей части въезда касательный к центральному островку принимают в зависимости от расчетной скорости на въезде (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Радиусы сопряжения участка въезда на кольцо

Расчетная скорость (въезда на кольцо), км/час	Радиус продолжения левой кромки проезжей части въезда, касательной к центральному островку, м
20	20
25	30
30	65
40	90
50	120

Исходя из этого, принимаем радиус сопряжения участка въезда на кольцо 90 метров.

При проектировании двухполосных участков въездов кольцевых пресечений во избежание возникновения конфликтных ситуаций для транспортных потоков, въезжающих на кольцо с примыкающей дороги и движущихся по крайней правой полосе кольцевой проезжей части следует избегать чрезмерно малых радиусов кривой сопряжения кромок проезжих частей въезда и кольцевой проезжей части.

Схема проектируемого кольцевого пересечения на перекрестке ул. Пугачева – ул. Гетоева представлена на рисунке 2.4.

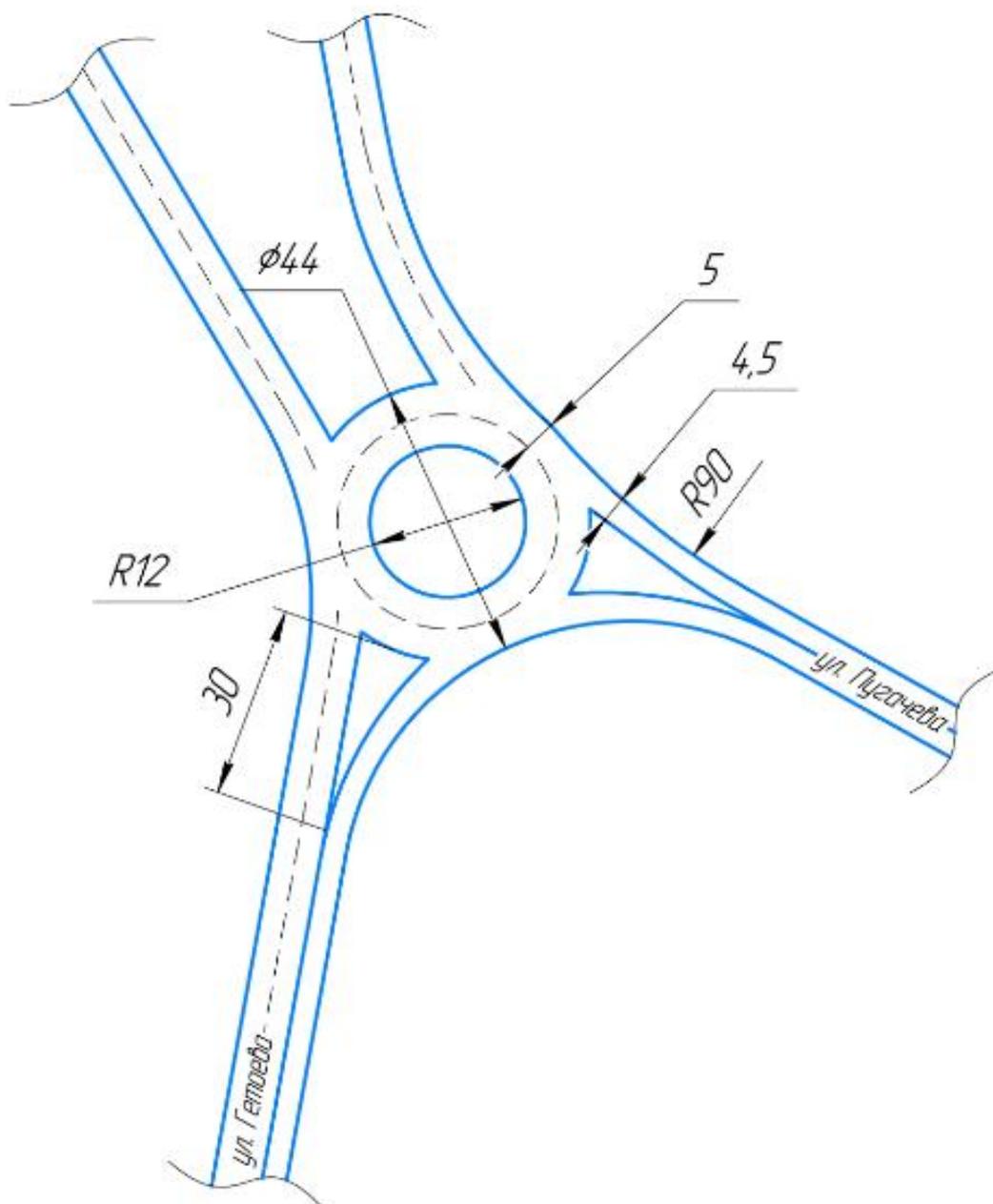


Рисунок 2.4 – Схема проектируемого кольцевого пересечения на перекрестке ул. Пугачева – ул. Гетоева

Внешний диаметр выбранного кольцевого пересечения составит 44 метра, внутренний – 24 метра при движении, осуществляемом в 2 полосы.

На рисунке 2.5 представлена схема ОДД на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева

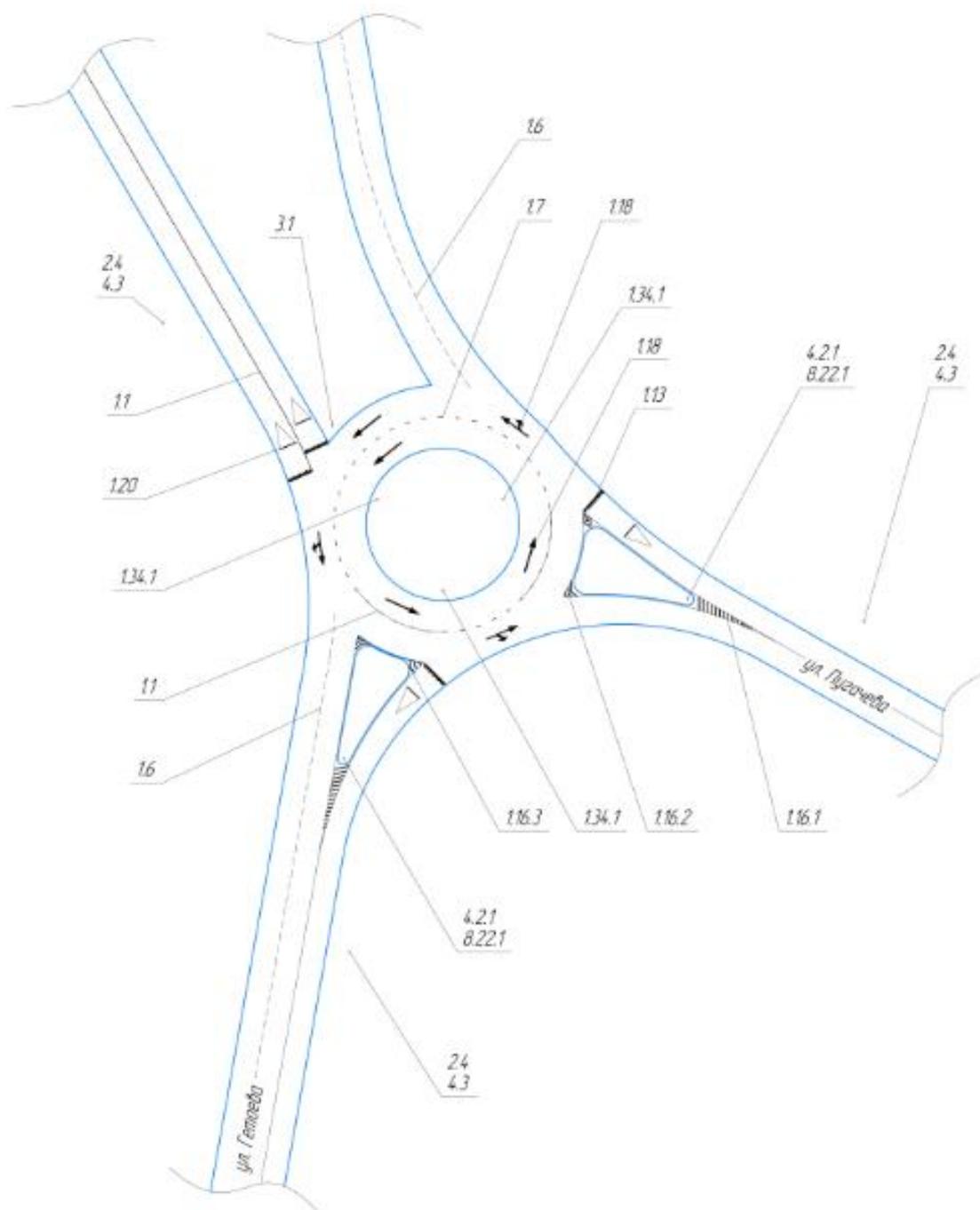


Рисунок 2.5 – Предлагаемая схема ОДД на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева

Для организации движения предлагается следующий комплекс технических средств ОДД: дорожные знаки, дорожная разметка.

Дорожные знаки устанавливаются в соответствии с ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» [7].

Дорожная разметка наносится в соответствии с ГОСТ Р 51256 – 2018 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования» [8]. Дислокация дорожных знаков и дорожной разметки представлены в таблицах 2.9-2.10.

Таблица 2.9 – Перечень знаков проектируемой транспортной развязки

Вид	Название знака	Место установки	Количество
	2.4 – Уступите дорогу	На каждом въезде на кольцевое пересечение	3
	4.3 – Круговое движение	На каждом въезде на кольцевое пересечение	3
	4.2.1 – Объезд препятствия справа	В начале разделительного островка	2
	3.1 – Въезд запрещен	В противоположном направлении ул. Гетоева	1
	1.34.1 – направление поворота	На центральном островке, напротив каждого въезда	3
	8.22.1	В начале разделительного островка	2

Таблица 2.10 – Перечень дорожной разметки

Вид	Номер разметки	Тип разметки	Ширина, м	Место нанесения
	1.1	Сплошная	0,15	Двухполосные участки въезда на кольцо
	1.5	Прерывистая	0,15	На участках выезда двухполосных дорог
	1.6	Прерывистая	0,15	На участке въезда перед линией разметки 1.1 на расстоянии не менее 50

Окончание таблицы 2.10

Вид	Номер разметки	Тип разметки	Ширина, м	Место нанесения
	1.7	Прерывистая	0,15	Отдельные участки кольцевой проезжей части
	1.13	Уступить дорогу	0,5	Перед граничной линией кольцевой проезжей части на каждой полосе движения под прямым углом к ее оси
	1.18	Направления движения по полосам	-	На участках кольцевого движения
	1.16.1	Разделение транспортных потоков противоположных направлений	-	Перед разделительными островками
	1.16.2	Разделение транспортных потоков одного направления	-	В местах разделения потоков транспортных средств одного направления
	1.16.3	Слияние транспортных потоков	-	В местах слияния потоков

С учетом текущей и прогнозируемой интенсивности, внедрение кольцевого пересечения на перекрестке ул. Пугачева – ул. Гетоева будет целесообразным и оправданным. В следующем пункте осуществим разработку другого проекта аварийного участка УДС г. Канска на пересечение ул. Герцена – ул. 40 лет Октября.

## 2.5 Проектирование организации дорожного движения на участке УДС г. Канска на пересечения на ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

Согласно ГОСТ Р 52289 светофорное регулирование на автомобильных дорогах рекомендуется применять при наличии хотя бы одного из следующих условий [9]:

- интенсивность движения транспортных средств пересекающихся направлений в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели не менее значений, указанных в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Интенсивность движения транспортных потоков пересекающих направлений

Число полос движения в одном направлении		Интенсивность движения транспортных средств, ед./ч	
главная дорога	второстепенная дорога	по главной дороге в двух направлениях	по второстепенной дороге в одном, наиболее загруженном направлении
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 и более	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
2 или более	2 или более	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

- интенсивность движения транспортных средств по дороге составляет не менее 600 ед./ч (для дорог с разделительной полосой — 1000 ед./ч) в обоих направлениях в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели. Интенсивность движения пешеходов, пересекающих проезжую часть этой же дороги в одном, наиболее загруженном, направлении в то же время составляет не менее 150 пеш./ч.;

- значения интенсивности движения транспортных средств и пешеходов по условиям 1 и 2 одновременно составляют 80% или более от указанных;

- на пересечении автомобильных дорог в одном уровне совершено не менее трех дорожно-транспортных происшествий за последние 12 месяцев, которые могли быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации. При этом условия 1 или 2 должны выполняться на 80% или более.

На рассматриваемом участке организуется светофорное регулирование транспортных потоков, которое не обеспечивает эффективную работу светофоров и безопасность пешеходного движения.

Перед проектированием светофорного регулирования, необходимо произвести полную реконструкцию пересечения ул. Герцена – ул. 40 лет Октября. Это обусловлено сложностью существующей схемы движения на данном пересечении.

### 2.5.1 Планировка регулируемого пересечения

На условия движения транспортных потоков на перекрестке и уровень безопасности оказывает значительное влияние угол пересечения, которым является меньший угол, образованный осями пересекающихся улиц или дорог [11].

Рекомендуемым углом пересечения является угол близкий к значению  $90^\circ$ . Желательно избегать пересечения с углом менее  $75^\circ$ , так как это приводит к увеличению протяжённости перекрёстка и углу поворота более  $90^\circ$  для увеличения угла поворота 4-х направлений движения.

При остром угле пересечения осей улиц (т.е. меньше  $70^\circ$ ) увеличивается протяжённость пешеходных переходов, так как пешеходные переходы размещаются под углом к оси проезжей части.

С целью обеспечения оптимального угла пересечения рекомендуется менять положение оси второстепенной улицы (рисунок 2.6).

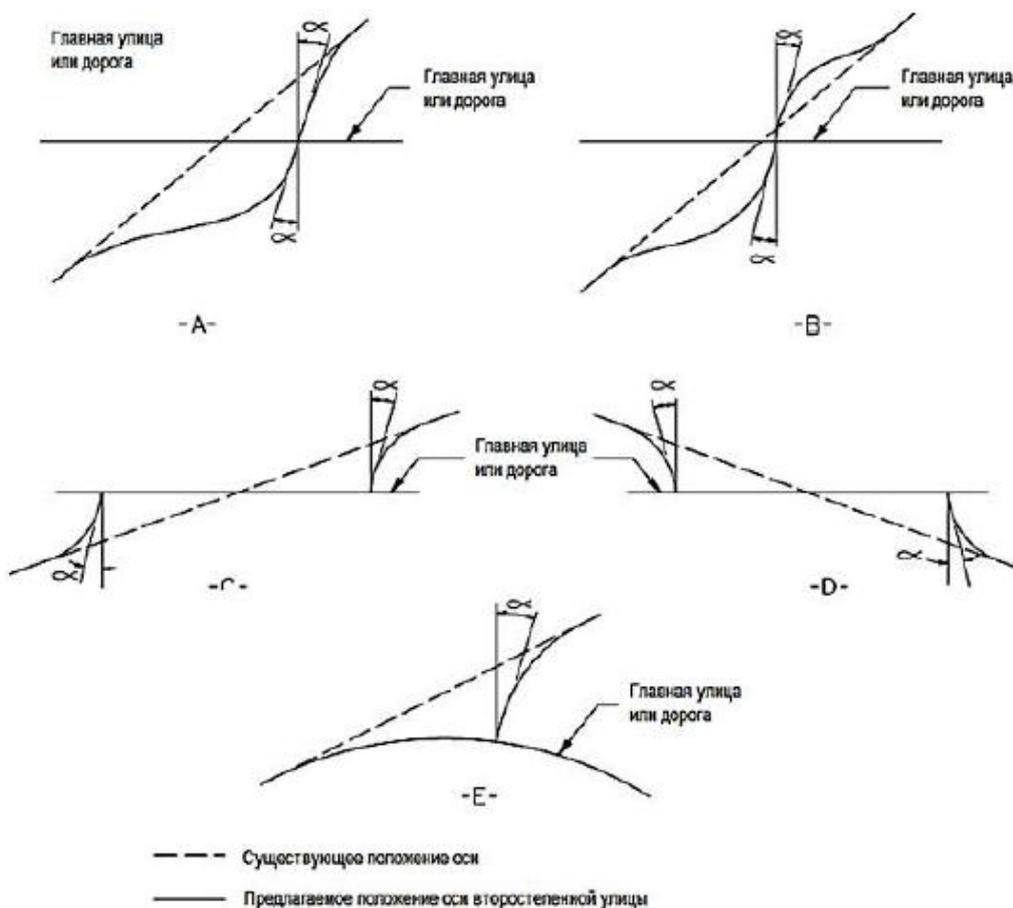


Рисунок 2.6 – Изменение положения оси второстепенной улицы или устройство двух Т-образных примыканий

В связи с необходимостью учета архитектурно-планировочных требований, изменить угол второстепенной оси в данном случае ул. Герцена,

можно на незначительную величину, соответственно в дальнейшем проект будет разрабатываться при существующем угле пересечения  $17^\circ$ .

Количество полос движения на каждом из подходов к перекрестку следует определять из условия, что интенсивность движения на любой из полос не будет превышать 450 авт./ч, что соблюдается при текущих условиях.

### 2.5.1.1 Планировочные решения правоповоротных полос

В условиях нового строительства и реконструкции при наличии территории для расширения проезжей части необходимая длина выделенной для поворотов полосы (как правых, так и левых) определяется в соответствии с рисунком 2.7. Длина участка накопления рассчитывается как длина очереди 95% обеспеченности.

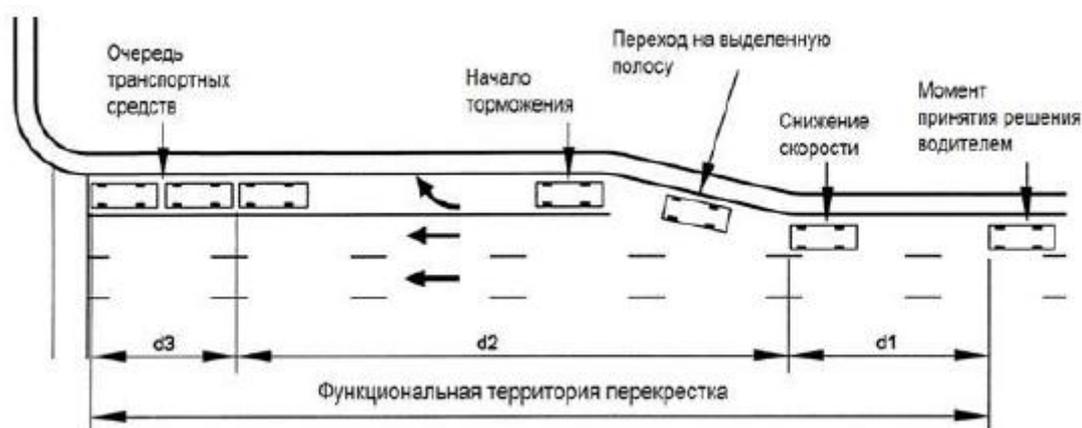


Рисунок 2.7 – Расчет длины выделенной полосы для поворота на подходе к регулируемому пересечению

Протяженность отгонки полосы, выделенной для поворотов, принимается не менее 30 м с применением кривых в плане радиусом не менее 40 м (рисунок 2.8). Отгонку выделяемых для поворотов полос следует выполнять с уклоном 1:8 – 1:15.

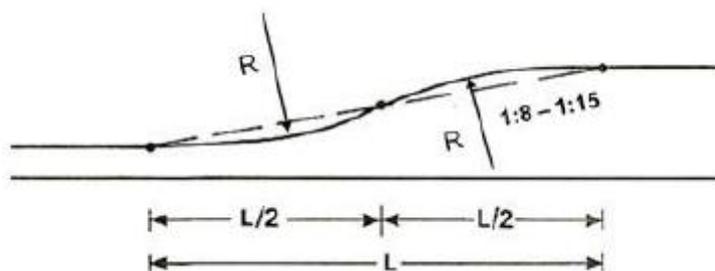


Рисунок 2.8 – Отгонка выделенных для поворотов полос:  $L$  - длина отгонки;  $R$  – радиус кривых в плане

### 2.5.1.2 Канализирование правых поворотов

Правый поворот при наличии островка может осуществляться с конфликтом с пешеходным потоком при интенсивностях движения: пешеходов до 300 чел./ч; транспорта до 300 авт./ч и со светофорным регулированием при больших значениях интенсивностей.

Выбор планировочного решения правых поворотов зависит от скорости движения на пересекающихся улицах и габаритов расчетных транспортных средств. В случаях высокой скорости движения на подходах к перекрестку для выделенных правоповоротных полос рекомендуется применение приподнятых островков.

На рисунке 2.9 представлен островок, рекомендуемый для правоповоротного потока, состоящего из легковых автомобилей. Угол примыкания менее  $60^\circ$  улучшает условия видимости водителям транспортных средств, совершающим правый поворот. Примыкание к проезжей части улицы, на которую совершается правый поворот, выполнено с диагональной отгонкой.

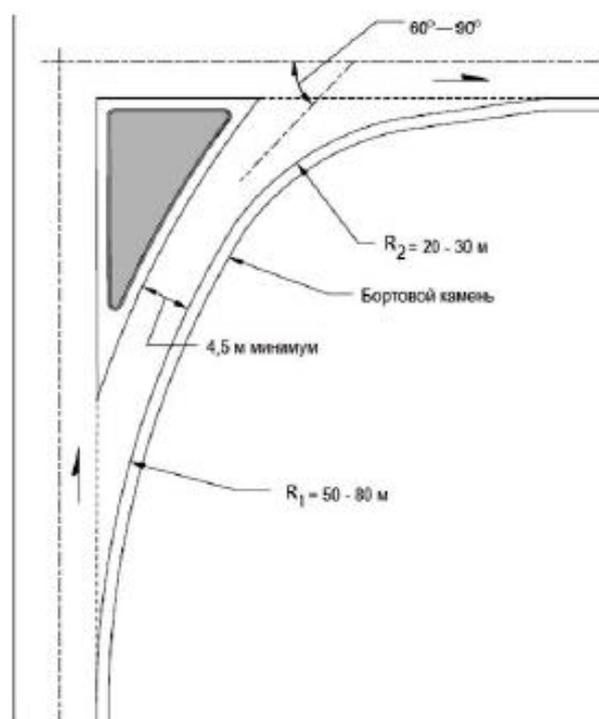


Рисунок 2.9 – Планировка островка, рекомендуемая для поворотного потока, состоящего из легковых автомобилей

### 2.5.1.3 Каплевидные островки, островки на оси проезжей части

При выполнении планировки островков на оси проезжей части и закруглений разделительных полос, и, соответственно нанесение разметки 1.17 траектории движения транспортных средств, поворачивающих налево,

принимаются как коробовые кривые. При этом учитываются габариты расчетных транспортных средств. Последовательность проектирования каплевидного островка представлена на рисунке 2.10.

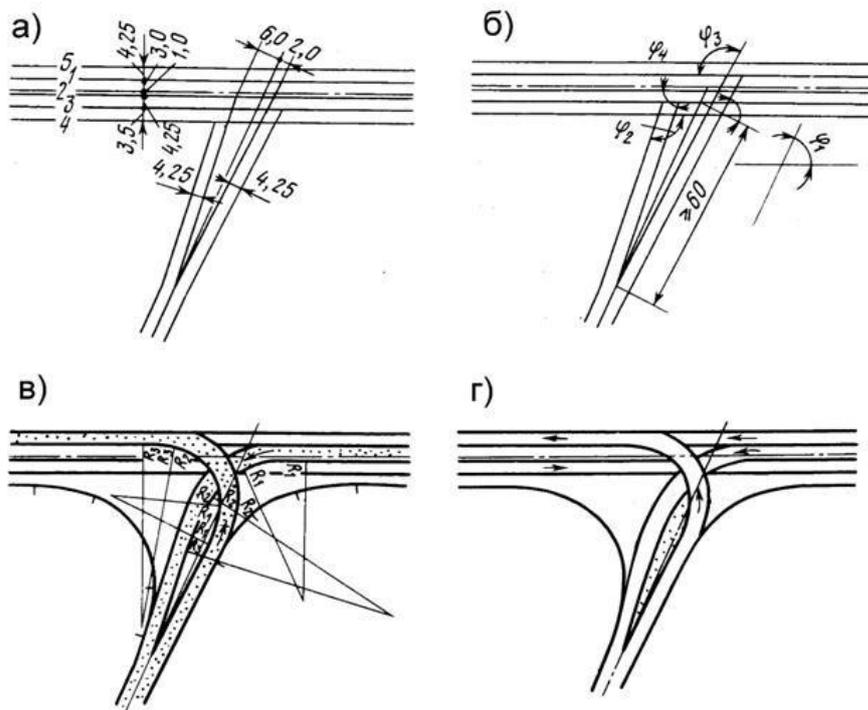


Рисунок 2.10 – Последовательность проектирования каплевидного островка

Островки выделяются разметкой или выполняются приподнятыми над проезжей частью. Во втором случае размеры островков принимаются с отступом от дорожной разметки не менее 0,5 м. Для устранения влияния на режим движения линию бортового камня островков отодвигают от края проезжей части на расстояние 0,75 - 1,25 м. Конфигурация и размеры островков зависят от угла пересечения осей проезжих частей рисунок 2.11.

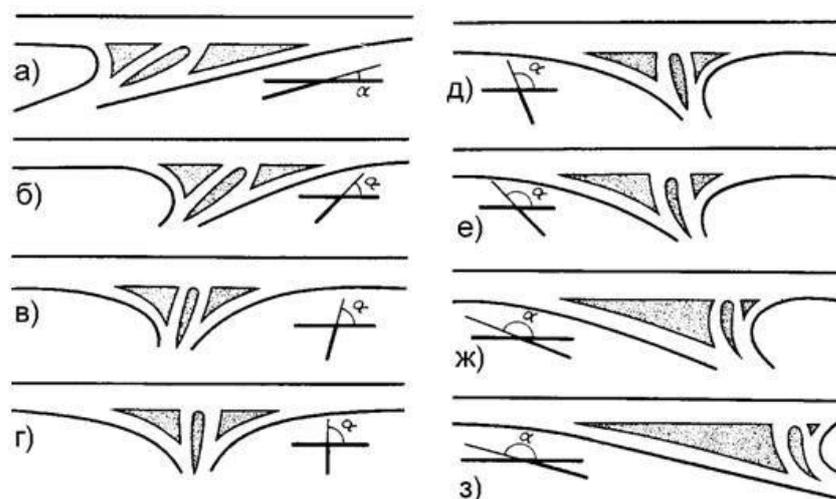


Рисунок 2.11 – Форма островков при различных углах примыкания дорог

Вариант возможной планировки пересечения ул. Герцена – ул. 40 лет Октября представлен на рисунке 2.12.

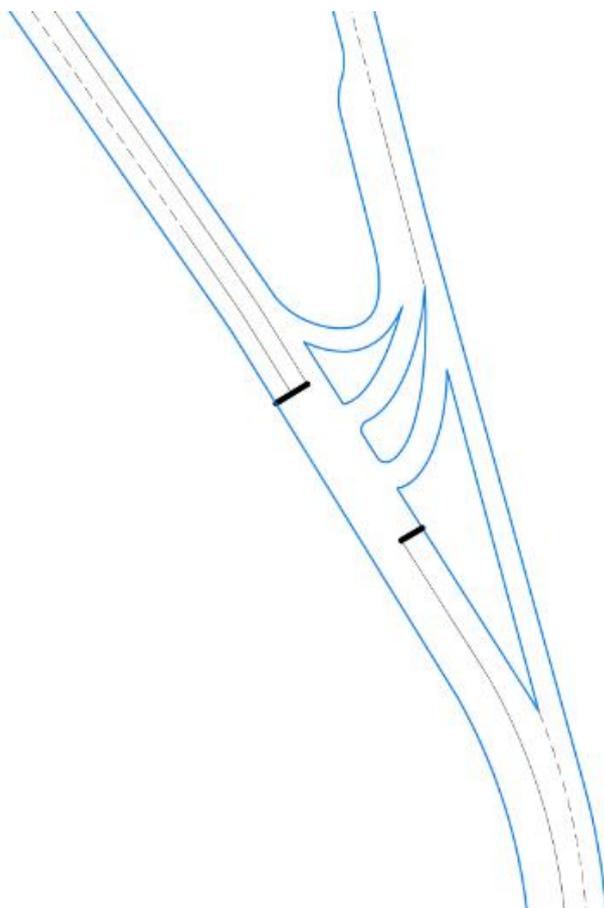


Рисунок 2.12 – Вариант возможной планировки пересечения

Данный вариант планировки не может быть использован по следующей причине: ул. Герцена является продолжением федеральной трассы Р – 255, соответственно по этому маршруту осуществляется транзитное движение. Наличие разделительных островков заставляет водителей осуществлять S-образное движение, что неблагоприятно сказывается на скорости прохождения данного пересечения. Так же некоторая сложность разъезда по каналам может дезориентировать водителей, что тоже недопустимо.

Поэтому целесообразным будет отказаться от каких либо направляющих островков и осуществить прямолинейное движение по ул. Герцена. Данный вариант представлен на рисунке 2.13.

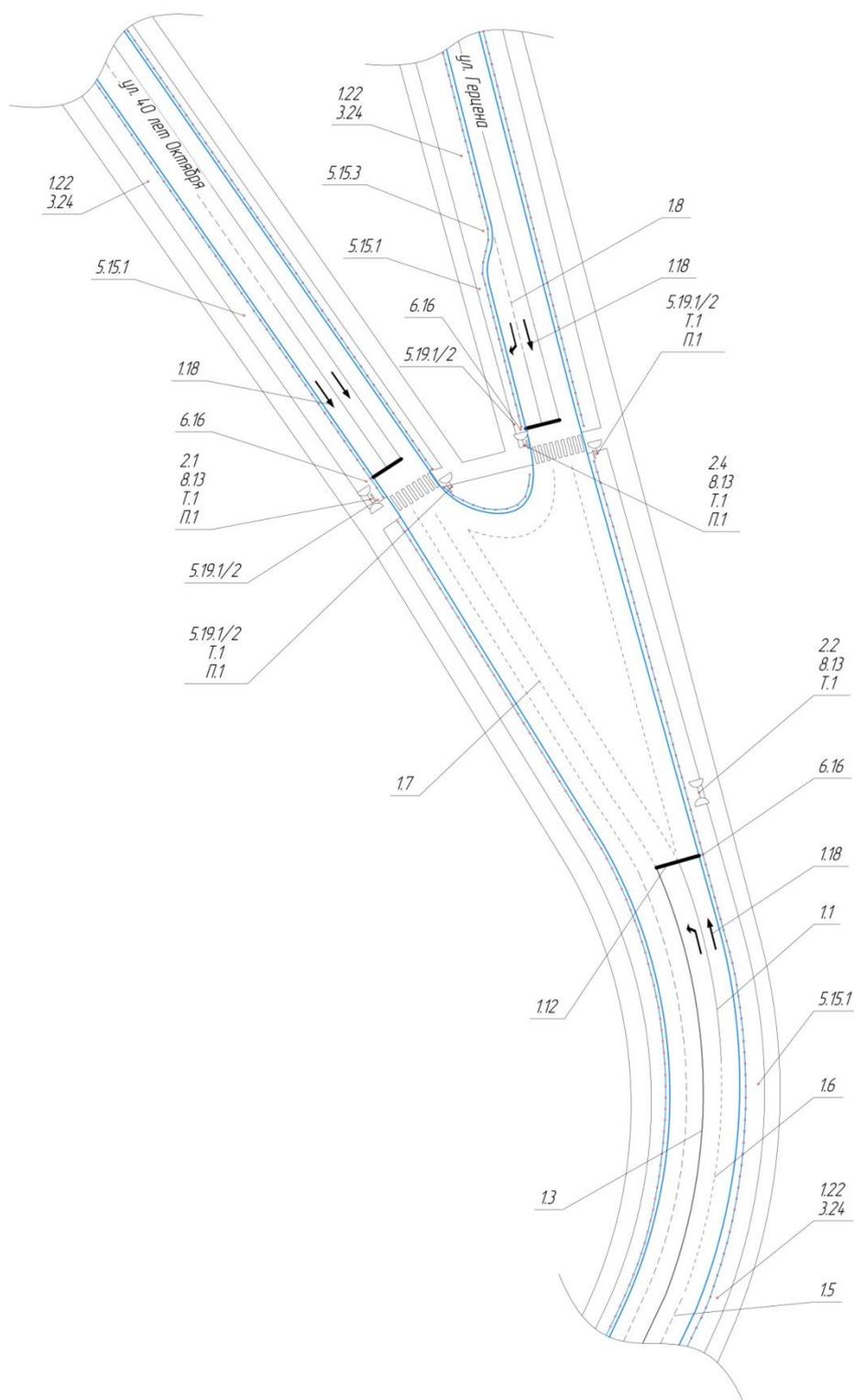


Рисунок 2.13 – Предлагаемая схема ОДД на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

Для организации движения предлагается следующий комплекс технических средств ОДД: дорожные знаки, дорожная разметка.

Дорожные знаки устанавливаются в соответствии с ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» [7].

Дорожная разметка наносится в соответствии с ГОСТ Р 51256 – 2018 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования» [8]. Дислокация дорожных знаков и дорожной разметки представлены в таблицах 2.12-2.13.

Таблица 2.12 – Дислокация знаков проектируемой транспортной развязки

Вид	Название знака	Место установки	Количество
	1.22 – Пешеходный переход	За 100 м перед перекрестком на стойке	3
	2.1 – Главная дорога	Перед перекрестком на стойке	2
	2.4 – Уступите дорогу	Перед перекрестком на стойке	1
	3.24 – Ограничение максимальной скорости	За 100 м перед перекрестком на стойке	3
	5.15.1 - Направления движения по полосам	Перед перекрестком на стойке	3
	5.15.3 – Начало полосы	Перед началом дополнительной полосы	1
	5.19.1/2 – Пешеходный переход	Устанавливается на границах пешеходного перехода	4
	6.16 – Стоп-линия	В сочетании с разметкой 1.12, обозначающей стоп-линию	3
	8.13 - Направление главной дороги	Перед перекрестком на стойке	3

Таблица 2.13 – Дислокация дорожной разметки

Вид	Номер разметки	Тип разметки	Ширина, м	Место нанесения
	1.1	Сплошная	0,15	На всех подъездах к перекрестку
	1.3	Двойная сплошная	0,45	Между двухполосными дорогами противоположных направлений
	1.5	Прерывистая	0,15	На участках выезда двухполосных дорог
	1.6	Прерывистая	0,15	На участке въезда перед линией разметки 1.1 на расстоянии не менее 50
	1.7	Прерывистая	0,15	В пределах перекрестка
	1.8	Прерывистая	0,15	Между полосой уширения и основной

### 2.5.2 Организация светофорного регулирования на рассматриваемом участке УДС ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

Предполагаемая интенсивность движения перекрестка ул. Герцена – ул. 40 лет Октября – 3125 ед./ч.

С учетом развития УДС и увеличения количества автомобилей интенсивность движения на рассматриваемых участках УДС увеличится. Для наглядного представления о перераспределении транспортных потоков создаются картограммы (рисунок 2.14).

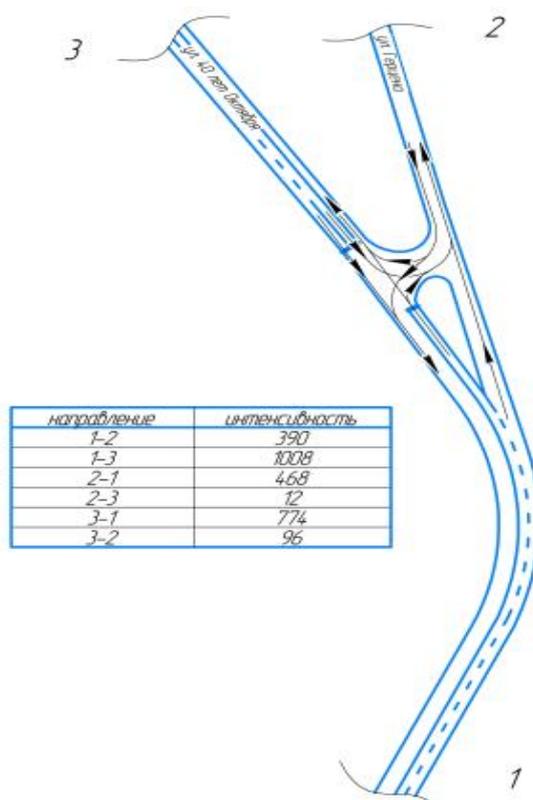


Рисунок 2.14 – Картограмма интенсивности по направлениям на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

Для совершенствования ОДД на перекрестке ул. Герцена – ул. 40 лет Октября предполагается установить светофорное регулирование.

Определение длительности цикла и его основных тактов регулирования основано на сопоставлении фактической интенсивности движения на подходах к перекрестку и пропускной способности (потокам насыщения) этих подходов. Поэтому эти параметры следует рассматривать в качестве основных исходных данных расчета.

Как интенсивность, так и потоки насыщения рассматриваются для каждого направления движения данной фазы. Следовательно, расчету режима регулирования должно предшествовать формирование схемы организации движения на перекрестке (проект пофазного разъезда транспортных средств).

Число фаз регулирования определяет количество основных и промежуточных тактов. Основной такт является частью цикла регулирования, пропорциональный фазовому коэффициенту, расчетное значение которого соответствует максимальному отношению интенсивности к потоку насыщения для различных подходов к перекрестку в данной фазе. Промежуточный такт, учитывая его назначение, мало зависит от интенсивности движения, а определяется планировочной характеристикой перекрестка и скоростью движения транспортных средств в его зоне.

Данные о промежуточных тактах (потерянном времени) и расчетных фазовых коэффициентах лежат в основе расчета длительности цикла регулирования, которая может быть скорректирована с учетом требований

пешеходного или трамвайного движения. Завершающим этапом работы является построение графика режима работы светофорной сигнализации, на котором отражаются длительность и порядок чередования сигналов.

Для совершенствования ОДД на рассматриваемых участках УДС предполагается использовать метод разделения во времени, то есть установку светофорных объектов.

Для определения потока насыщения на проектируемом перекрестке применяется приближенный эмпирический метод. Для случаев движения в прямом направлении по улице или дороге без продольных уклонов разметки поток насыщения можно определить по формуле (10) [11]:

$$M_H = 525 \cdot V_{п.ч} , \quad (10)$$

где  $M_H$  – поток насыщения в приведенных автомобилях, ед./ч;

$V_{п.ч}$  – ширина проезжей части дороги в данном направлении движения, м.,  $I$  – номер полосы движения,  $j$  – номер фазы.

Если ширина проезжей части меньше 5,4 м, то для расчета можно принять данные таблицы 2.14.

Таблица 2.14 – поток насыщения в зависимости от ширины проезжей части

Ширина проезжей части, м	5,1	4,8	4,2	3,6	3,3	3,0
Поток насыщения, ед/ч	2700	2475	2075	1956	1875	1850

Эти данные используются для определения потока насыщения, если перед перекрестком полосы обозначены дорожной разметкой.

Если поток насыщения на перекрестке определяется для выделенного поворотного маневра (налево или направо) то для однопольного поворотного движения:

$$M_{Hij} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}} , \quad (11)$$

Для двухрядного:

$$M_{Hij} = \frac{3000}{1 + \frac{1,525}{R_{cp}}} , \quad (12)$$

где  $R$  – радиус поворота, м;

$R_{cp}$  – средний радиус поворота двух полос, м.

Если для выполнения поворотных маневров на перекрестке нельзя выделить отдельную полосу, то поток насыщения уменьшается, так как поворачивающие автомобили задерживают основной поток, движущийся в прямом направлении. Приближенная оценка потока насыщения в данном случае осуществляется в предположении, что каждый автомобиль, поворачивающий налево с общей полосы движения, эквивалентен - 1,75

автомобиля, движущегося в прямом направлении, а поворачивающий направо - 1,25 автомобиля прямого направления. В этом случае поток насыщения определяется по формуле (13):

$$M_{Hij} = M_{Hij\text{прямо}} \cdot \frac{100}{\alpha + 1,75b + 1,25c}, \quad (13)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – соответственно доли автомобилей, движущиеся по полосе прямо, налево и направо;

$M_{Hij}$  – поток насыщения для заданного направления, ед./ч.

Расчет первой фазы:

Так как в направлении 1-3 радиус поворота имеет большое значение (порядка 300 м), то его можно проигнорировать и рассчитать поток насыщения как для прямого направления:

$$M_{1(1-2)} = M_{1(1-3)} = 525 \cdot 6 = 3150 \text{ ед./ч},$$

Для второй фазы:

$$M_{2(2-3)} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{55}} = 1765 \text{ ед./ч},$$

$$M_{2(2-1)} = 1850 \text{ ед./ч}.$$

Для определения фазового коэффициента в каждой фазе выполняется расчет значений для всех направлений движения, обслуживаемых данной фазой, и в качестве расчетного выбирается наибольшее значение.

$$y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{ij}}, \quad (14)$$

где  $N_{ij}$  – фактическая интенсивность движения на перекрестке в приведенных автомобилях в заданном направлении, ед./ч.

Расчет фазовых коэффициентов первой фазы:

$$y_{1(1-2)} = \frac{1398}{3150} = 0,44,$$

$$y_{1(3-1)} = \frac{774}{3150} = 0,23,$$

Расчет фазовых коэффициентов второй фазы:

$$y_{2(2-3)} = \frac{96}{1765} = 0,05,$$

$$y_{2(2-1)} = \frac{468}{1850} = 0,25.$$

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент принимается наибольшее его значение в данной фазе, соответственно:  $y_1 = 0,44$ ,  $y_2 = 0,25$ .

В соответствии с назначением промежуточного такта его длительность должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к перекрестку на зеленый сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог либо остановиться у стоп-линии, либо успеть освободить перекресток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движение в следующей фазе).

Остановиться у стоп-линии автомобиль сможет только в том случае, если расстояние от него до стоп-линии будет равно или больше остановочного пути.

Таким образом, если рассматривать крайний случай, когда автомобиль в момент смены сигналов находился от стоп-линии на расстоянии остановочного пути, длительность промежуточного такта должна включать в себя не только время, необходимое для освобождения автомобилем перекрестка, но и время его движения в пределах расстояния, равного остановочному пути. С другой стороны, автомобилю, начинающему движение в следующей фазе, также необходимо определенное время, чтобы достигнуть точки конфликта с автомобилем предыдущей фазы. Это способствует уменьшению длительности промежуточного такта. Учитывая, что время проезда расстояния, равному остановочному пути состоит из времени реакции водителя на смену сигналов светофора и времени торможения, можно в общем виде предоставить формулу (15) промежуточного такта:

$$t_{\text{пi}} = \frac{V_a}{(7,2a_T)} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{V_a}, \quad (15)$$

где  $t_{\text{пi}}$  – длительность промежуточного такта в данной фазе регулирования, с;

$V_a$  – средняя скорость ТС при движении к перекрестку и в зоне перекрестка без торможения (с ходу),  $V_a = 40$  км/ч;

$a_T$  – среднее замедление ТС при включении запрещающего сигнала (для практических расчетов  $a_T = 3$  м/с<sup>2</sup>);

$l_i$  – расстояние до самой дальней конфликтной точки, м;

$l_a$  – длина ТС, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

Откуда:

$$t_{\text{пi}} = \frac{40}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(30+5)}{40} = 5 \text{ с}.$$

В период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие улицу на разрешающий сигнал светофора. За время  $t_{pi}$  пешеход должен или вернуться на тротуар, откуда он начал движение, или пройти до середины проезжей части (островка безопасности, центральной разделительной полосы, разделяющей потоки встречных направлений). Максимальное время, которое потребуется для этого пешеходу:

$$t_{pi(\text{пш})} = \frac{B_{\text{пш}}}{4v_{\text{пш}}}, \quad (16)$$

где  $B_{\text{пш}}$  – ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в  $i$ -ой фазе регулирования, м;

$v_{\text{пш}}$  – расчетная скорость движения пешеходов (обычно принимается 1,3 м/с).

$$t_{п2(\text{пш})} = \frac{9}{4 \cdot 1,3} = 1,7 \text{ с.}$$

$$t_{п3(\text{пш})} = \frac{6}{4 \cdot 1,3} = 1,15 \text{ с.}$$

Сравнивая время, необходимое для транспортного потока и пешеходного, выбираем наибольшее, следовательно, сумма промежуточных тактов равна:

$$T_{\text{п}} = 5 + 1,7 + 1,15 = 7,85 \text{ с.}$$

Оптимальная длительность цикла регулирования, обеспечивающая минимум средней задержки автомобиля у перекрестка, определяется по формуле (17):

$$T_{\text{ц}} = \frac{(1,5T_{\text{п}}+5)}{(1-Y)}, \quad (17)$$

где  $Y$  – суммарный фазовый коэффициент, характеризующий загрузку перекрестка;

$T_{\text{п}}$  – суммарная длительность промежуточных тактов.

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot 7,85 + 5}{1 - 0,69} \approx 58 \text{ с.}$$

Длительность основного такта регулирования пропорциональна фазовому коэффициенту этой фазы и определяется по формуле (18):

$$t_{0i} = \frac{(T_{\text{ц}} - T_{\text{п}}) \cdot y_i}{Y}, \quad (18)$$

где  $t_{0i}$  – длительность всех основных тактов всех фаз цикла, с;

$y_i$  – фазовый коэффициент на каждом перекрестке по каждому направлению.

$$t_{01} = \frac{(62-9,65) \cdot 0,44}{0,69} = 33 \text{ с},$$

$$t_{02} = \frac{(62-9,65) \cdot 0,25}{0,69} = 19 \text{ с}.$$

Время, необходимое для пропуска пешеходов по какому-то определенному направлению  $t_{пш}$ , рассчитывают по эмпирической формуле (19), получившей широкое распространение в мировой практике и учитывающий суммарные затраты времени на пропуск пешеходов, с:

$$t_{пш} = 5 + \frac{B_{пш}}{v_{пш}}, \quad (19)$$

$$t_{пш1} = 5 + \frac{6}{1,3} = 9,6 \text{ с}$$

$$t_{пш2} = 5 + \frac{9}{1,3} = 12 \text{ с}.$$

Таким образом длительность светофорного цикла регулирования на рассматриваемом пересечении составит 58 с. Структура светофорного цикла представлена на рисунке 2.15.

Вид потока	Наименование	33 с	3 с	19 с	3 с
транспорт (фаза 1)	ул. 40 лет Октября				
транспорт (фаза 2)	ул. Герцена				
пешеход (фаза 1)	ул. Герцена				
пешеход (фаза 2)	ул. 40 лет Октября				

Рисунок 2.15 – Структура предлагаемого цикла регулирования на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

На данном пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября внедрение светофорного регулирования для пешеходов и отнесение левого поворота за пределы перекрестка обеспечит более высокую безопасность движения, так как будут отсутствовать конфликтные точки разъезда транспортных потоков. Далее рассмотрим организацию пешеходного движения.

## 2.6 Организация пешеходного движения на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

Пешеходы являются равноправными участниками дорожного движения и требуют такого же внимания проектирования и организации движения, как и транспортный поток. Расчетная ширина полосы пешеходного движения на основных пешеходных улицах рекомендуется 1 м, в отличие от 0,75 м, принятых для тротуаров.

Основной задачей обеспечения пешеходного движения является отделение его от транспортных потоков. Необходимыми мерами для этого являются:

- устройство тротуаров на улицах и пешеходных дорожек вдоль автомобильных дорог. Они должны быть достаточной ширины для потока людей и содержаться в надлежащем состоянии;
- устранение всяких помех для движения потока пешеходов (ликвидация торговых точек на тротуарах, рациональное размещение телефонных будок, киосков и т. п.), сокращающих пропускную способность тротуаров;
- применение по краю тротуара ограждений, предотвращающих внезапный для водителей выход пешеходов на проезжую часть;
- устройство ограждений (высоких бортов, колесоотбойных брусов), предотвращающих выезд автомобилей на пешеходные пути в наиболее опасных местах;
- наглядное информирование пешеходов (с помощью указателей) об имеющихся пешеходных путях.

Нежелательно устанавливать ограждения по краю тротуара, который явно не вмещает имеющийся пешеходный поток, так как это вызывает движение пешеходов по проезжей части за ограждением, что более опасно из-за невозможности для людей быстро покинуть проезжую часть. В таких местах должна изыскиваться возможность расширить тротуар за счет проезжей части или сократить пешеходный поток. После этого можно устанавливать ограждение тротуара.

Пешеходные ограждения рекомендуется устанавливать обязательно, если пиковая интенсивность превышает 750 чел/ч на условной полосе тротуара (0,75 м). Независимо от интенсивности пешеходного потока ограждения вдоль тротуара целесообразно устанавливать также напротив выходов из крупных объектов генерации пешеходного потока (зрелищных предприятий, крупных магазинов, учебных заведений), если они расположены поблизости от проезжей части. Наличие ограждения и некоторое отнесение пешеходного перехода от выходов из общественных зданий предупреждают неосмотрительный выход людей на проезжую часть.

Пешеходный переход следует обозначить разметкой 1.14.1, которая обозначает пешеходный переход, что обеспечивает хорошее зрительное восприятие перехода водителями и пешеходами. В дополнение к разметке применяют знаки 1.19.1 и 1.19.2 «Пешеходный переход».

Чтобы пешеходы могли, не доходя до перехода, увидеть транспортные средства, на подходах к нему должен быть обеспечен треугольник видимости (рисунок 50): в заштрихованной зоне не должно быть парапетов, заборов, зеленых насаждений и других препятствий выше 0,5 м. Так как расчетная скорость на данных участках улиц равна 40 км/ч, то стороны треугольника видимости должны быть 50 и 10 м – при данной скорости. Направления движения пешеходов в треугольнике видимости на рассматриваемом пересечении представлены на рисунке 2.16.

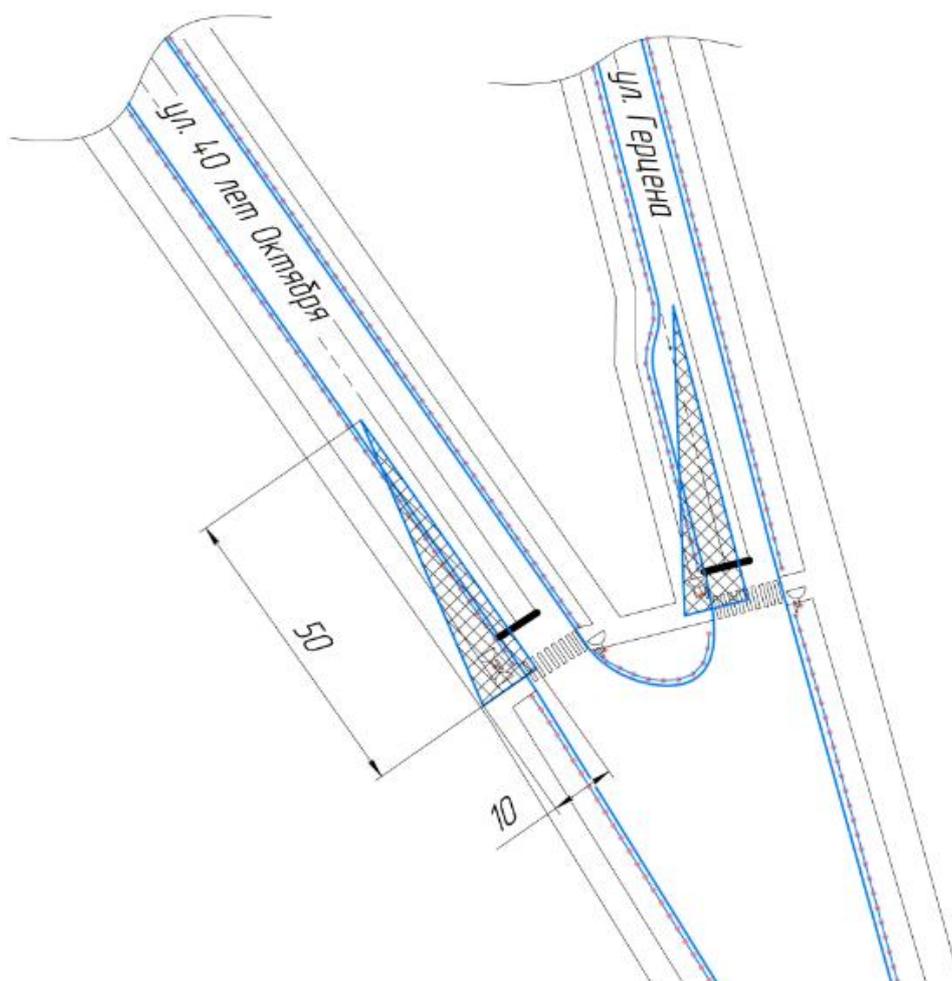


Рисунок 2.16 – Треугольник видимости «водитель – пешеход» на пешеходном переходе

В соответствии с ГОСТ Р 59401-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Ограничивающие пешеходные и защитные ограждения. Общие технические условия» [12] на проектируемом пересечении предлагается установить пешеходные ограждения типа ПО-1 КРЕСТ высотой 1,1м, представленные на рисунке 2.17.

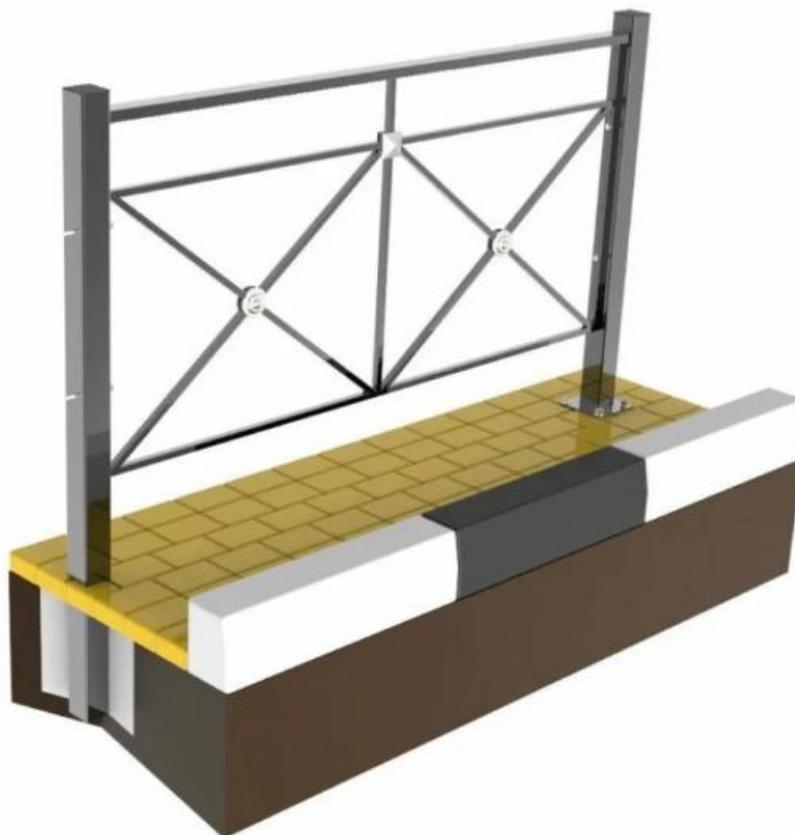


Рисунок 2.17 – Пешеходное ограждение типа ПО-1 КРЕСТ

Данное мероприятие по совершенствованию направлено на упорядоченное движение, а так же для повышения безопасности движения пешеходов, что должно привести к снижению количества ДТП связанных с наездом пешеходов.

**Вывод:** в соответствии с поставленными задачами совершенствования ОДД на рассматриваемых участках был разработан комплекс организационно-технических мероприятий:

- проектирование кольцевого движения на пересечения на ул. Пугачева – ул. Гетоева;
- внедрение более оптимального и рационального светофорного регулирования на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября;
- организация пешеходного движения на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября.

Данные мероприятия позволят обеспечить:

- более высокую безопасность;
- снижение транспортных задержек;
- оптимальную пропускную способность пересечений с учетом перспективы дальнейшего роста интенсивности пешеходного и автомобильного движения на УДС г. Канска.

### **3 Экономическая часть**

В данной бакалаврской работе предлагается следующий перечень мероприятий, целью которых является повышение безопасности дорожного движения:

- проект организации движения на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября с решением проблемы организации пешеходного движения;
- проект организации движения на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева – кольцевое пересечение.

Комплекс мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения, разрабатываемый в дипломном проекте включает:

- светофорного регулирования на рассматриваемых участках УДС - на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября;
- организации пешеходного движения;
- нанесение разметки проезжей части, новых знаков на рассматриваемых участках УДС;
- организация кольцевого движения на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева.

Внедрение указанных мероприятий позволит снизить ущерб от ДТП. Это в свою очередь, приведет к снижению временных, транспортных и экономических затрат.

#### **3.1 Определение экономии от снижения количества ДТП**

Выделяют две формы общественных потерь от ДТП: прямые и косвенные.

Прямые (непосредственные) потери включают в себя: потери автотранспортных предприятий, службы эксплуатации дорог и грузоотправителей; затраты Госавтоинспекции и юридических органов на расследование происшествий; медицинских учреждений на лечение потерпевших; предприятий, сотрудники которых стали жертвами происшествий (оплата листков нетрудоспособности, выдача пособий); государственных органов социального обеспечения (пенсии); компенсации по страхованию.

Косвенные потери - это потери народного хозяйства вследствие временного или полного отключения какого-либо члена общества из сферы материального производства, нарушение производственных связей и социально-моральные потери.

Согласно государственной отчетности погибшим при ДТП считается любое лицо, скончавшееся на месте происшествия или от полученных травм в течение 30 суток с момента происшествия.

Раненым при ДТП считается лицо, получившее телесные повреждения, вызвавшие необходимость госпитализации или назначения лечения после оказания первой помощи амбулаторного лечения.

Величина ущерба от ДТП в существующих условиях определяется по формуле (20):

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot P_i + \sum_{i=1}^n K_i \cdot M_i, \quad (20)$$

где  $n_i$  – количество пострадавших людей;

$P_i$  – потери вовлечения одного члена общества в ДТП в зависимости от травмы;

$K_i$  – количество поврежденных автомобилей;

$M_i$  – материальный ущерб от повреждения транспортных средств в зависимости от типа.

Количество пострадавших по статистическим данным за 2021 год приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Статистика ДТП на рассматриваемых участках УДС г. Канска

Наименование участка	Количество ДТП	Ранено, чел.	Погибло, чел.
ул. Герцена – ул. 40 лет Октября	5	4	1
ул. Пугачева – ул. Гетоева	7	8	0
Всего	12	12	1

Распределение по типам автомобилей проведем согласно удельному весу автомобилей данного типа в потоке (таблица 3.2)

Таблица 3.2 – Ущерб от вовлечения в ДТП транспортных средств на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

Тип ТС	Количество авто, ед.	Материальный ущерб, тыс.руб.	Сумма ущерба, тыс.руб.
Автобусы	1	74,58	74,58
Легковые автомобили	5	28,0	140,0
Грузовые автомобили	1	55,0	55,0
Всего ущерб			269,58

Потери на одного человека, вовлеченного в ДТП в рублях, приводится в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Ущерб от вовлечения в ДТП людей в зависимости от полученных травм на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября

Наименование	Степень травматизма			
	легкое ранение	тяжелое ранение	ранение, приведенное к инвалидности	летальный исход
Стоимость ущерба по видам травм, тыс.руб.	55,85	282,0	1084,8	2498,0

Окончание таблицы 3.3

Наименование	Степень травматизма			
	легкое ранение	тяжелое ранение	ранение, приведенное к инвалидности	летальный исход
Количество вовлеченных в ДТП людей, человек	3	1	0	1
Общая стоимость ущерба, тыс.руб.	167,55	282,0	0	2498,0
Всего ущерб	2947,55			

Просуммируем полученный ущерб:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} = 269,58 + 2947,55 = 3217,13 \text{ тыс. руб.}$$

Определим величину ущерба от ДТП при проектируемой организации движения на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября по формуле (21):

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{пр}} = C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} \cdot K_{\text{п1}} \cdot K_{\text{п2}} \cdot \dots \cdot K_{\text{пи}}, \quad (21)$$

где  $K_{\text{пи}}$  – коэффициент, характеризующий величину оставшегося ущерба после проведения соответствующих мероприятий

Таблица 3.4 – Коэффициент, характеризующий величину оставшегося ущерба после проведения соответствующих мероприятий

Предлагаемые мероприятия	Коэффициент снижения
Установка пешеходных ограждений	0,25
Строительство пешеходной дорожки или тротуара	0,18
Установка дорожных знаков	0,34
Установка светофорной сигнализации	0,35
Разметка горизонтальная	0,83
Установка пешеходных светофоров	0,5
Ограничение скорости движения	0,52
Разметка пешеходных переходов типа "зебра"	0,76

Тогда величина ущерба от ДТП при проектируемой организации движения на УДС составит:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{пр}} = 3217,13 \cdot 0,000289 = 932,4 \text{ тыс. руб.}$$

Аналогичным способом рассчитаем величину ущерба на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева. Распределение по типам автомобилей проведем согласно удельному весу автомобилей данного типа в потоке (таблица 3.5)

Таблица 3.5 – Ущерб от вовлечения в ДТП транспортных средств на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева

Тип ТС	Количество авто, ед.	Материальный ущерб, тыс.руб.	Сумма ущерба, тыс.руб
Автобусы	0	74,58	0
Легковые автомобили	9	28,0	252,0
Грузовые автомобили	1	55,0	55,0
Всего ущерб			307,0

Потери на одного человека, вовлеченного в ДТП в рублях, приводится в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Ущерб от вовлечения в ДТП людей в зависимости от полученных травм на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева

Наименование	Степень травматизма			
	легкое ранение	тяжелое ранение	ранение, приведенное к инвалидности	летальный исход
Стоимость ущерба по видам травм, тыс.руб.	55,85	282,0	1084,8	2498,0
Количество вовлеченных в ДТП людей, человек	6	2	0	0
Общая стоимость ущерба, тыс.руб.	335,1	564,0	0	0
Всего ущерб	899,1			

Просуммируем полученный ущерб:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} = 307 + 899,1 = 1206,1 \text{ тыс. руб.},$$

Определим величину ущерба от ДТП при проектируемой организации движения на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева по формуле (19) с учетом коэффициента, приведенного в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Коэффициент, характеризующий величину оставшегося ущерба после проведения соответствующих мероприятий

Предлагаемые мероприятия	Коэффициент снижения
Установка дорожных знаков	0,34
Разметка горизонтальная (улицы или дороги)	0,83
Разметка горизонтальная (перекрестка)	0,38
Ограничение скорости движения	0,52

Тогда величина ущерба от ДТП при проектируемой организации движения на УДС составит:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{пр}} = 1206,1 \cdot 0,00938 = 221,94 \text{ тыс. руб.},$$

Экономия от снижения количества ДТП составит разницу ущерба при существующей и проектируемой организации движения соответственно на рассматриваемых участках УДС. Для пересечения ул. Герцена – ул. 40 лет Октября:

$$\text{Э}_{\text{ДТП}} = 3217,13 - 932,4 = 2284,73 \text{ тыс. руб.}$$

Для пересечения ул. Пугачева – ул. Гетоева:

$$\text{Э}_{\text{ДТП}} = 1206,1 - 221,94 = 984,16 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, экономия от снижения ДТП при совершенствовании ОДД на рассматриваемых участках г. Канска составит 71% для пересечения ул. Герцена – ул. 40 лет Октября, и 81% для пересечения ул. Пугачева – ул. Гетоева.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе были рассмотрены варианты совершенствования ОДД и повышения безопасности на участках УДС г. Канска. В результате проведенного анализа существующего состояния организации и безопасности дорожного движения, статистики аварийности, интенсивности движения были выявлены проблемные участки, связанные с повышенной аварийностью на пересечении ул. Пугачева – ул. Гетоева и ул. Герцена – ул. 40 лет Октября. В связи с этим были рассмотрены и предложены следующие мероприятия по совершенствованию ОДД:

- проектирование организации кольцевого движения на участке УДС г. Канска на пересечения на ул. Пугачева – ул. Гетоева;
- организация светофорного регулирования на участке УДС г. Канска на пересечения на ул. Герцена – ул. 40 лет Октября;
- организация пешеходного движения на пересечении ул. Герцена – ул. 40 лет Октября.

Предлагаемый комплекс организационно – технических мероприятий по организации и безопасности движения позволяют увеличить пропускную способность, а значит сократить транспортные задержки, снизить вероятность возникновения ДТП, обеспечить безопасность движения транспортных и пешеходных потоков.

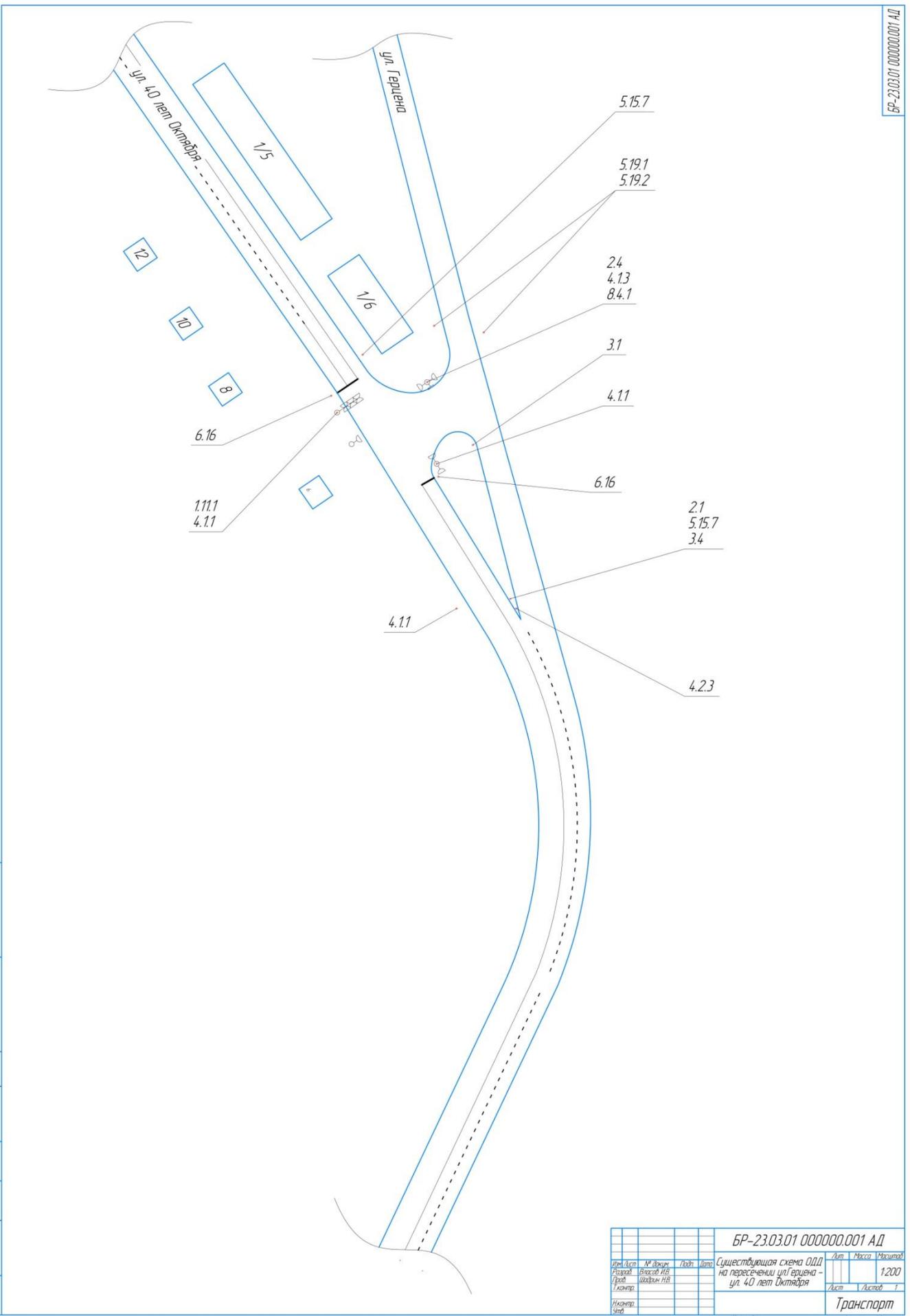
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Официальный сайт Администрации г. Канскаам [Электронный ресурс]: Красноярский край, 2020. – Режим доступа: URL :<http://www.kansk-adm.ru>
- 2 ОДМ 218.2.020-2012 Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – Издан на основании Распоряжения Федерального дорожного агентства от 17.02.2012 г. № 49 – р. 13
- 3 Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. «Организация дорожного движения». – 5- е изд., перераб, и доп. – М.: Транспорт, 2001 – 247 с.
- 4 ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования, 2007 – 120 с.
- 5 Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах, Росавтодор. – 2003. – 179 с.
- 6 Отраслевой дорожный методический документ. [Электронный ресурс]: Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. – Режим доступа: URL: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/odmkolbtsaapr2017.pdf>
- 7 ГОСТ Р 52290 – 2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования 2004, – 120 с.
- 8 ГОСТ Р 51256 – 2018. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования, 2018 – 41 с.
- 9 ГОСТ Р 52289-2019 – Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств, 2019 – 130с.
- 10 Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов. – Москва: Транспорт, 1990. – 240 с.
- 11 Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для студентов вузов. – Москва: Транспорт, 1990. – 255с.
- 12 ГОСТ Р 59401-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Ограничивающие пешеходные и защитные ограждения. Общие технические условия, 2021 – 160 с.
- 13 СТУ 7.5–07–2021. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 07.12.2021. – Красноярск: ИПК СФУ, 2021. – 61 с.

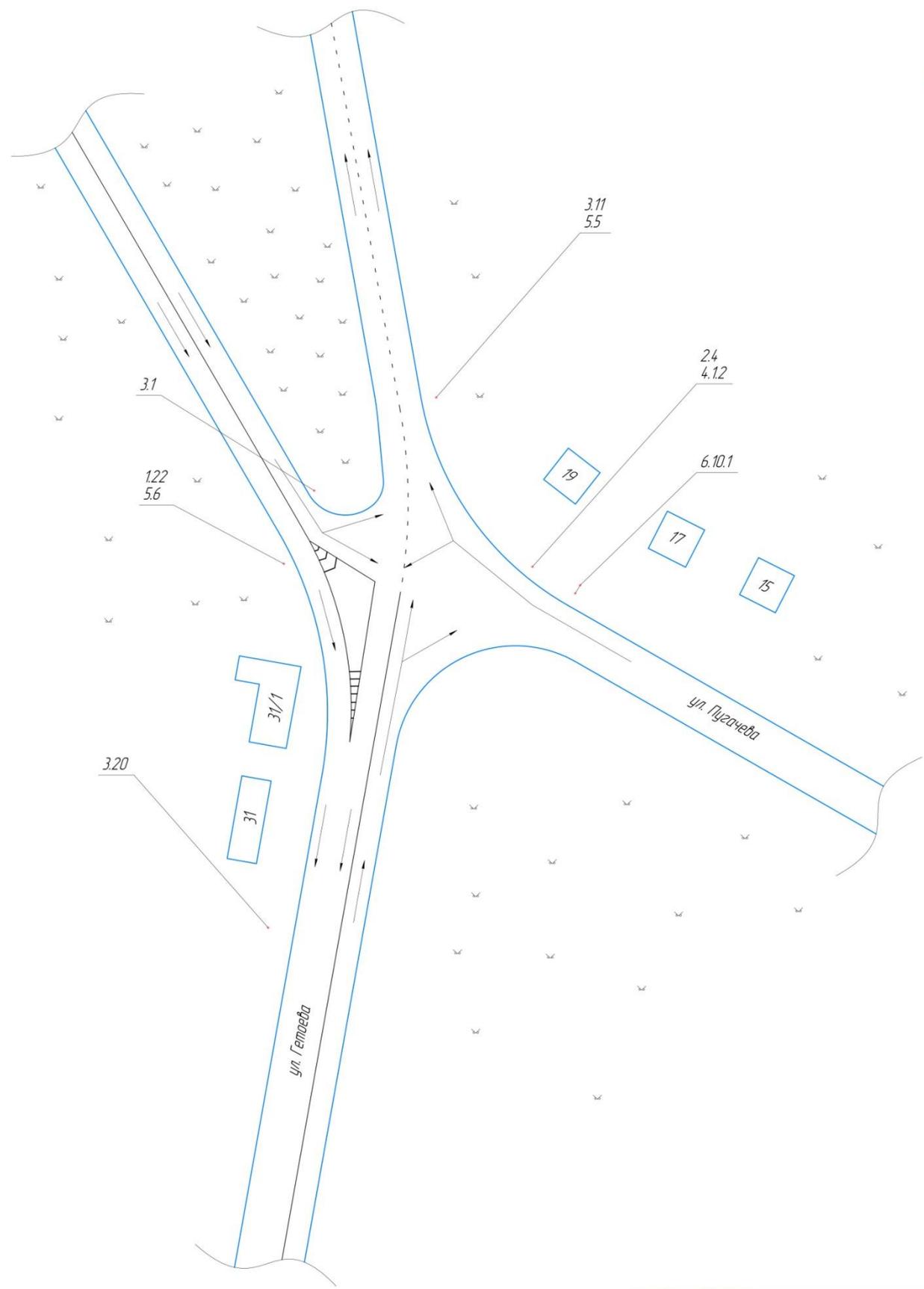
## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

### **Листы графической части**

Лист № 001 / 001  
 Дата: 11.08.2011  
 Шкала: 1:200  
 Проект: 11.08.2011  
 Стр. № 1 / 1  
 Вид: 11.08.2011

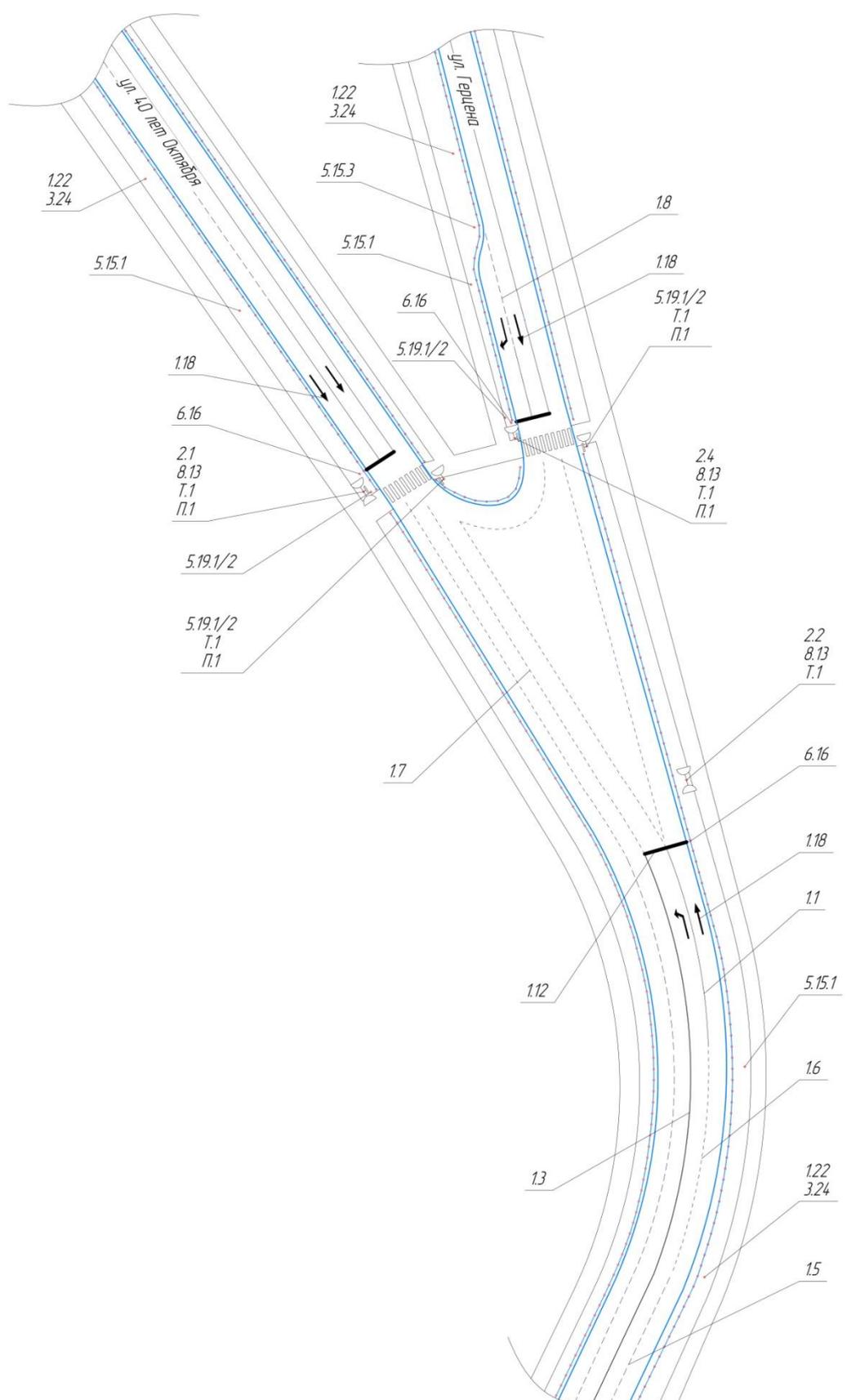


				БР-23.03.01.000000.001 АД			
Исполн.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Существующая схема ОДД на пересечении ул Герцена - ул. 40 лет Октября	Лист	Масштаб
Разработ.	Власов ИВ	Лист	Дата			Лист	Масштаб
Проект.	Шиханов ИВ	Лист	Дата			Лист	Масштаб
Контракт.		Лист	Дата			Лист	Масштаб
Наименов.		Лист	Дата			Лист	Масштаб
Увед.		Лист	Дата			Лист	Масштаб
						Транспорт	
						Формат А1	



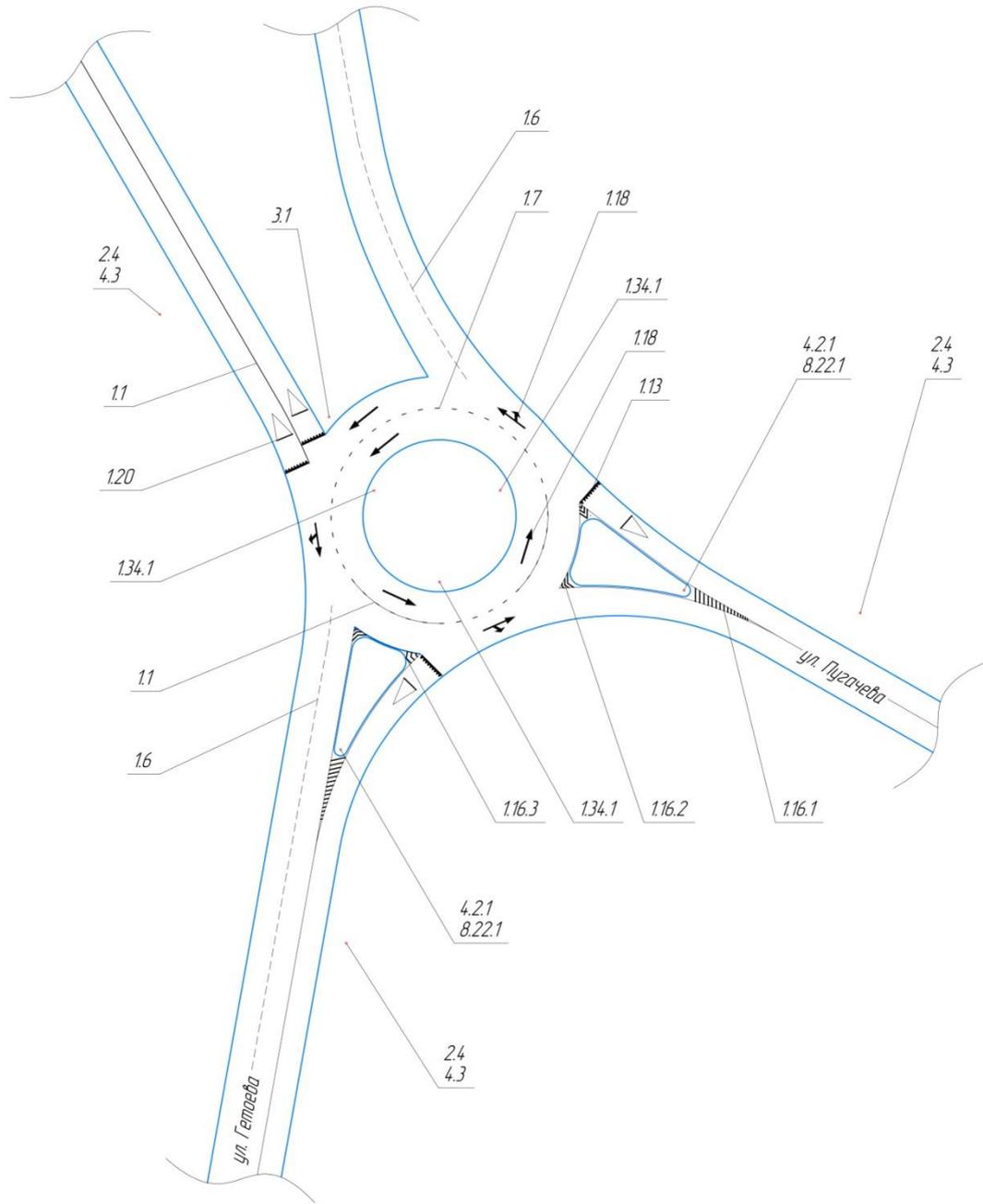
Лист № 0001	Лист № 0002	Лист № 0003	Лист № 0004	Лист № 0005	Лист № 0006	Лист № 0007	Лист № 0008	Лист № 0009	Лист № 0010	Лист № 0011	Лист № 0012	Лист № 0013	Лист № 0014	Лист № 0015	Лист № 0016	Лист № 0017	Лист № 0018	Лист № 0019	Лист № 0020
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

БР 23.03.01.000000.002 АД									
Изм.	Лист	№ докум.	Год	Дата	Существующая схема ООД на пересечении ул/Гетаева - ул/Пузачева	Лист	Масштаб	1:200	
Разработ.	Власов И.В.	Проф.	Иванов И.В.			Лист	Листов	1	
Провер.									
Исполн.									
					<b>Транспорт</b>				
					Формат А1				



Лист №...  
 Стр. №...  
 Шкала...  
 Дата...  
 Проект №...

БР 23.03.01.000000.003 АД						Лит.	Масштаб	Максимальный
Исполн.	№ докум.	Лист	Дата	Проектируемая схема ОДД на пересечении ул Герцена-ул. 40 лет Октября		1:200		
Провер.	Вкладной лист							
Экз. №	Вкладыш №							
Исполн. (подп.)								
Исполн. (подп.)								
						Лист	Листов	Т
						Транспорт		
						Формат А1		



Имя, Фамилия: \_\_\_\_\_ Должность: \_\_\_\_\_  
 Дата: \_\_\_\_\_

БР 23.03.01.000000.004 АД					
Имя, Фамилия	№ документа	Год	Лист	Лист	Максимум
Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	1,200
Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия
Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия
Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия	Имя, Фамилия
Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Гетоева - ул. Пугачева				Лист	Листов 1
				Транспорт	
				Формат А1	

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **Презентационный материал**

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Политехнический институт  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Е.С. Воеводин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Красноярск 2022



Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е. С. Воеводин

« 17 » 06 2022 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01.09 – Организация и безопасность движения

**«Совершенствование организации дорожного движения на участках УДС  
г. Канска»**

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Руководитель

14.06.22.



ст. преподаватель Н. В. Шадрин

Выпускник

14.06.22.



И. В. Власов

Красноярск 2022