

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Политехнический»
Факультет «Автотранспортный»
Кафедра «Автомобильный транспорт»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ Ю.В. Рождественский
« ___ » _____ 2020 г.

Повышение безопасности дорожного движения и снижение
экологического ущерба путем увеличения пропускной способности
на узле участка УДС «перекресток ул. Молодогвардейцев
и ул. Куйбышева»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
НИУ ЮУрГУ 23.03.01.2020.116.00.00 ПЗ ВКР

Консультант
д.т.н., профессор
_____ Ю.И. Аверьянов
« ___ » _____ 2020 г.

Руководитель работы
д.т.н., профессор
_____ В.А. Городокин
« ___ » _____ 2020 г.

Консультант
д.т.н., профессор
_____ С.В. Алюков
« ___ » _____ 2020 г.

Автор работы
студентка группы П-412
_____ Е.В. Поляцко
« ___ » _____ 2020 г.

Нормоконтролер
к.т.н., доцент
_____ П.Н. Баранов
« ___ » _____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Поляцко Е.В. Повышение безопасности дорожного движения и снижение экологического ущерба путем увеличения пропускной способности на узле участка УДС «перекресток ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева» г. Челябинска – Челябинск: ЮУрГУ, АТ; 2020, – 71 с., библиогр. список – 26 наим., 1 лист чертежей ф. А1.

Целью данной работы является повышение безопасности дорожного движения и снижение экологического ущерба на узле участка УДС «перекресток ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева» г. Челябинска.

В проделанной работе были рассмотрены положительные и отрицательные стороны автомобилизации, приведена статистика уровня автомобилизации в России и г. Челябинска в частности. Были приведены данные аварийности по стране, г. Челябинску и на рассматриваемом узле УДС. Рассмотрены существующие конфликтные точки на данном узле, приведены недостатки перекрестка, наглядно показана интенсивность транспортных потоков в утренние и вечерние часы пиковых нагрузок. Приведен расчет экологического ущерба от образуемых заторов.

В результате была предложена схема организации дорожного движения, учитывающая интенсивность транспортных потоков, конфликтные точки, а также приведен расчет экологической эффективности после внесения изменений.

					<i>23.03.01.2020.116.00.00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док-м.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Поляцко Е.В.</i>				Повышение безопасности дорожного движения и снижение экологического ущерба путем увеличения пропускной способности на узле участка УДС «перекресток ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева» г. Челябинска	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Городакин В.А.</i>					В	4	71
<i>Реценз.</i>						ЮУрГУ Кафедра АВТ		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Баранов П.Н.</i>							
<i>Чт-верд</i>	<i>Рождественский Ю.В.</i>							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	9
1.1 Автомобилизация	9
1.1.1 Положительные и отрицательные стороны автомобилизации.....	9
1.1.2 Уровень автомобилизации в России.....	11
1.1.3 Уровень автомобилизации Челябинской области и города Челябинска	12
1.2 Аварийность	13
1.2.1 Аварийность в Российской Федерации.....	13
1.2.2 Аварийность в г. Челябинске и на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева.....	15
1.3 Недостатки существующей схемы ОДД.....	16
1.3.1 Интенсивность транспортных потоков	19
1.3.2 Пофазный разъезд транспортных потоков на перекрестке улиц Молодогвардейцев и Куйбышева	21
1.3.3 Конфликтные точки	22
1.3.4 Оценка экологического ущерба вследствие ежедневного затора на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева г. Челябинска	26
1.3.5 Пути решения экологической ситуации	32
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	36
2.1 Предлагаемая схема организации дорожного движения	36
2.2 Пофазный разъезд транспортных потоков после изменения организации дорожного движения на проектируемом объекте	39
2.3 Конфликтные точки с учетом пофазного разъезда на перекрестке улиц Молодогвардейцев и Куйбышева	42
2.4 Оценка экологического ущерба после изменения организации дорожного движения на проектируемом объекте	46
3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	48
3.1 Расчет величины ущерба в результате гибели или ранения людей	48

					<i>23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

3.2	Капитальные вложения, необходимые для внедрения мероприятий на проектируемом объекте	53
3.3	Расчет экономической эффективности	56
4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	57
4.1	Вредные производственные факторы, возникающие при дорожных работах.....	57
4.2	Организация движения в местах ремонта дорог	60
4.3	Оценка улучшения экологической ситуации при устранении затора на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева г. Челябинска	65
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	67
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	68

					<i>23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт на сегодняшний день является неотъемлемой частью экономической сферы страны и жизни общества. Автомобили эксплуатируются каждую минуту на всей территории Российской Федерации.

Автомобилизация имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Уровень аварийности в России и г. Челябинске в частности, показывает, что существуют проблемы в организации дорожного движения на перекрестках улично-дорожной сети. На данный момент наблюдаются заторы в утренние и вечерние часы пиковых нагрузок, что отрицательно сказывается на экологии.

Автомобиль является одним из главных источников загрязнения окружающей среды, при этом выбросы токсичных компонентов в отработавших газах (оксид азота, оксид углерода, углеводородов и т.д.) находятся в непосредственной близости к человеку. В работе будут рассмотрены количественные показатели выхлопных газов, с помощью которых можно реально оценить ситуацию экологического ущерба, наносимыми автомобилями вследствие ежедневных заторов.

Стремительный рост уровня автомобилизации населения, строительство новых дорог и микрорайонов, показывают, что ситуация в сфере ОДД и безопасности дорожного движения требует немедленного решения ряда проблем: повышение пропускной способности улично-дорожной сети и снижение уровня аварийности на дорогах. В частности, данная тема относится к перекрестку улиц Молодогвардейцев и Куйбышева города Челябинска.

Объектом исследования является перекресток ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева г. Челябинска.

Целью дипломного проекта является повышение безопасности дорожного движения и снижение экологического ущерба на узле участка УДС путем повышения пропускной способности рассматриваемого объекта.

На данном перекрестке существует ряд недостатков, например, недостаточная пропускная способность перекрестка, отсутствие островков безопасности, отсутствие знаков и разметки и др., которые отрицательно сказываются на

						23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			7

показателе аварийности за последние несколько лет, поэтому тема проекта является актуальной на данный момент.

Для достижения поставленной цели определены задачи исследования:

- снизить количество конфликтных точек как между транспортными потоками, так и между пешеходами и автомобилями;
- повысить пропускную способность транспортного узла;
- представить схему организации дорожного движения с учетом исправления всех существующих недостатков;
- посчитать экологический ущерб, наносимый участком УДС на данный момент и после внедрения изменений;
- посчитать экономическую эффективность разрабатываемого проекта.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Автомобилизация

1.1.1 Положительные и отрицательные стороны автомобилизации

Автомобилизация является сложным социально-экономическим процессом, связанным с увеличением количества автомобилей и повышением их роли в жизни общества. Экономический параметр – уровень автомобилизации населения измеряется числом индивидуальных легковых автомобилей на 1 000 жителей.

Как и любая часть прогресса, автомобилизация несет в себе как положительные, так и негативные аспекты.

Положительные стороны автомобилизации:

- увеличение мобильности населения. Это возможность передвижения людей не только по стране и области, но также и по городу. Не во всех городах имеется достаточно развитая наземная и подземная сеть общественного транспорта и поэтому добраться до некоторых мест возможно лишь с использованием автомобиля;

- рост уровня автомобилизации приводит к развитию автомобильной промышленности. С каждым годом устанавливаются новые стандарты для автомобилей. Чтобы им соответствовать, происходит постоянная модернизация транспортных средств. Автомобиль насыщается современной электроникой, благодаря чему улучшается комфортность управления. Автомобилестроение является одной из ключевых отраслей промышленности, влияющей на экономику страны, а также на социальное развитие общества. Увеличивается занятость населения, как в производстве автомобилей, так и в сферах обслуживания и эксплуатации.

Отрицательные последствия автомобилизации:

- с ростом количества автомобилей увеличивается и загрязнение окружающей среды. В год в атмосферу выбрасывается более 13,5 млн т различных загрязняющих токсичных веществ. Также оказывается негативное влияние на состояние водоемов и почв, на состояние здоровья людей, на растительный и животный мир. На долю

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

автотранспорта приходится более 70 % от общего количества выбросов загрязняющих веществ в городах с высоким уровнем автомобилизации, не имеющих крупных промышленных предприятий. По данным «Росгидромет» в 44 городах по России наблюдается высокий и очень высокий уровень загрязнения, из них к Уральскому Федеральному округу относятся 19 городов, в которых проживает около 30% городского населения округа [1];

- транспорт является источником шумового загрязнения. Сильный шум влияет как на здоровье человека, так и на любые другие живые организмы. Вследствие шума, происходит воздействие на нервную систему, возникают психические расстройства, возможна потеря слуха, а также оказывается негативное влияние на зрительный и вестибулярный анализаторы. Сильный шум – одна из главных причин сокращения срока жизни деревьев – главных поставщиков кислорода в населенных пунктах;

- автомобильный транспорт является одним из потенциальных источников опасности. Ежедневно происходят сотни дорожно-транспортных происшествий. По данным Госавтоинспекции [2] за 2019 г. количество ДТП составило 164 358, погибло 16 981 чел. На февраль 2020 г. суммарное количество ДТП равно 22 350, а количество погибших равно 2 400 чел. Эти данные не окончательны, но по ним заметна тенденция к снижению аварийности на дорогах;

- недостаточная развитость дорожной инфраструктуры, и низкая пропускная способность улиц. Вследствие этого появляются транспортные заторы на дорогах, снижается скорость общественного пассажирского транспорта, в связи с этим падает скорость сообщения. Также к этому можно отнести отсутствие достаточного количества парковочных мест и мест для хранения автомобилей. [3]

Значение транспорта очень высоко для различных видов промышленности. Транспорт выполняет связующую роль между предприятиями добывающей отрасли, перерабатывающей промышленности и сферой потребления. Немаловажную роль выполняет транспорт и в жизни общества. В связи с этим оснащенность населения автомобилями имеет тенденцию к росту. Уровень автомобилизации неодинаков в разных регионах, так как население распределено неравномерно и уровень достатка в каждом регионе отличается. Самыми

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

обеспеченными регионами России являются Северо-Западный Федеральный Округ (ФО) и Центральный ФО.

Лидерами по Европе считаются: Исландия, Италия, Германия. Отрицательное воздействие автомобилизации в странах Европы значительно ниже, потому что ведется политика, направленная на его снижение, в России же, эта политика находится на стадии развития.[4]

1.1.2 Уровень автомобилизации в России

В России уровень автомобилизации значительно ниже, чем в странах Западной Европы, вместе с тем, показатель интенсивно растет – с 59 легковых автомобилей на 1 000 жителей в 1990 г. до 285 автомобилей в 2019 г.

По исследованиям аналитического агентства «Автостат» на начало 2020 г.[5] обеспеченность автомобилями в среднем по России составила 306 легковых автомобилей на 1 000 жителей. В таблице 1 представлены данные обеспеченности автомобилями населения на 1 000 жителей за 2019 г.

Происходит постепенное, но все же увеличение обеспеченности населения автомобилями. Автомобили сейчас есть практически у каждой второй семьи, а у каждой пятой семьи их уже два.

Распределение автомобилей и населения по стране неравномерно. Среди городов с населением свыше одного миллиона человек, самыми автомобильными городами на начало текущего года являются: Самара, Краснодар и Санкт-Петербург.

В сравнении с европейскими странами, Россия находится в значительном отрыве. С некоторыми из них, уровень автомобилизации разнится почти в 2 раза, например, к таким странам относятся Исландия, Италия, Литва, Финляндия, Австрия, Германия, Швейцария, Словения и Великобритания. Эти страны были выбраны из рейтинга «Автостата» за 2019 г., но, благодаря им можно проследить соотношение показателей обеспеченности. Так, в этом рейтинге Россия занимает 28 позицию [4].

									23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						11

Таблица 1 – Обеспеченность легковыми автомобилями жителей в городах России с населением свыше 1 млн человек

Город	Парк, тыс.шт.	Население, тыс.чел.	Обеспеченность на тыс.чел., шт.
Самара	397,0	1 156,6	344
Краснодар	346,0	1 008,0	343
Санкт-Петербург	1 774,4	5 383,9	330
Воронеж	332,5	1 054,5	315
Екатеринбург	468,0	1 487,5	315
Казань	379,5	1 243,5	305
Красноярск	324,2	1 095,3	296
Москва	3 697,6	12 615,3	293
Нижний Новгород	366,1	1 261,0	290
Уфа	324,0	1 124,2	288
Омск	329,7	1 164,8	283
Новосибирск	449,8	1 681,0	278
Челябинск	330,9	1 200,7	276

1.1.3 Уровень автомобилизации Челябинской области и города Челябинска

В личной собственности населения Уральского экономического района на 2019 г. насчитывалось более 5,2 млн. легковых автомобилей (12,7% от общероссийского парка). За период с 1990 по 2019 гг. парк легковых автомобилей на Урале увеличился почти в 5 раз.

По данным аналитического агентства «Автостат» [5] Челябинская область расположилась на 13 месте по общему числу автомобилей. Всего на территории региона находится 1 млн. 200 тыс. зарегистрированных в ГИБДД транспортных средств. В Челябинской области сосредоточено 2.5% от общего числа автомобилей в стране. По последним данным за 2019 год в Челябинске насчитывается около 324,6 тыс. автомобилей.

Поскольку автомобиль рассматривается в первую очередь как транспортное средство, предпосылкой развития процесса автомобилизации в регионе выступает дорожное строительство, значительно активизировавшееся в последние несколько лет, благодаря Федеральной программе «Безопасные и качественные дороги»[6]. Вместе с тем, по показателю плотности автодорог с твердым покрытием Урал находится на седьмом месте в стране (95 км на 1 000 км²), значительно уступая Черноземному району, Центральному, Северо-Западному и Северо-Кавказскому ФО. Относительно повышенными показателями плотности автодорог с твердым покрытием отличаются Башкортостан (155 км на 1 000 км²), Удмуртия (140 км на 1 000 км²), Оренбургская область (107 км на 1 000 км²) и Челябинская область (102 км на 1 000 км²).

1.2 Аварийность

1.2.1 Аварийность в Российской Федерации

Аварийность на автодорогах представляет собой актуальную социально-экономическую проблему, требующую решения на государственном уровне. Сложившийся дисбаланс в России между численностью автомобильного парка и существующим уровнем развития дорожно-транспортной сетей городов и населенных пунктов оказывает негативное влияние на условия движения автотранспорта, приводит к возникновению заторов. Кроме того, снижение качества обучения водителей транспортных средств приводит к появлению на автодорогах большого числа водителей, не имеющих достаточного опыта управления транспортными средствами, и, как результат, к росту количества дорожно-транспортное происшествие (ДТП) и тяжести их последствий. По итогам первого полугодия 2019 года в Российской Федерации отмечалось сокращение основных показателей аварийности. Вместе с тем, несмотря на определенные позитивные изменения в статистике аварийности, уровень дорожно-транспортной аварийности в стране остается достаточно высоким – каждое десятое ДТП было со смертельным исходом. Тяжесть последствий ДТП, несмотря на снижение относительно аналогичного периода прошлого года (АППГ), остается пока высокой (7,3%). Всего на улицах и дорогах страны зарегистрировано 69 565 (-2,4%)

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

ДТП, в которых погибло 6 974 (-7,9%) и получили ранения разной степени тяжести 88 599 (-2,9%) человек. Сравнительный анализ основных показателей аварийности на автодорогах за последние пять лет приведена на рисунке 1.1[7] График основан на учетных данных ГИБДД, но в РФ нет единой информационной базы, поэтому в учет не входят пострадавшие, скончавшиеся в больницах скорой помощи и реанимациях, поэтому реальное число погибших в результате ДТП отследить невозможно.

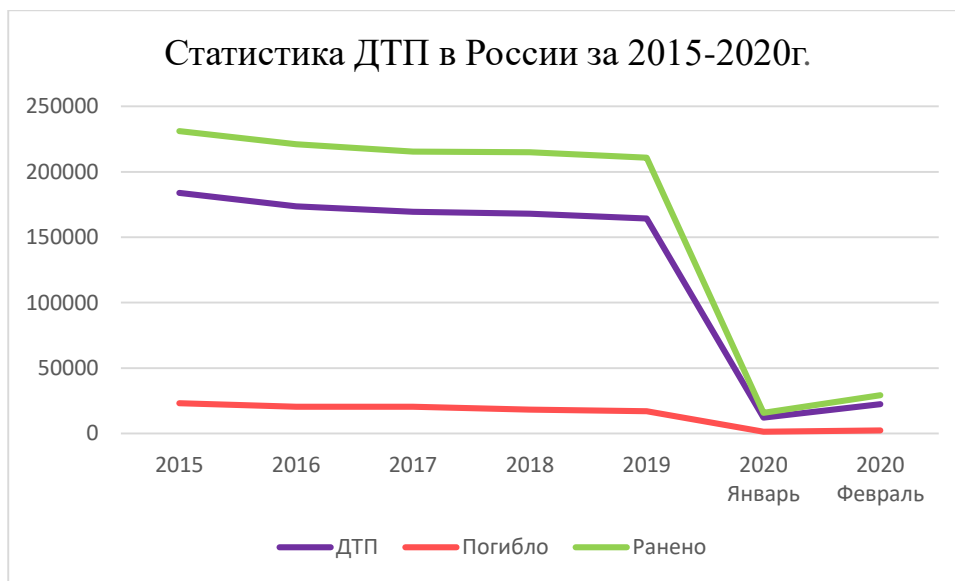


Рисунок 1.1 – Динамика основных показателей аварийности на автодорогах за 2015-2020 гг.

Самым аварийноопасным временем суток являлся период с 17:00 до 20:00 часов. Это связано с тем, что в данный интервал времени наблюдается максимальная интенсивность транспортного потока, то есть часы пиковых нагрузок. В свою очередь это обуславливается окончанием рабочего дня и необходимостью граждан добраться до места жительства. В это время произошло каждое пятое ДТП в стране (19,5%). В темное время суток совершено 21 158 ДТП, что составило 30,4% от общего их количества, при этом погибло 3 225 человек (46,2% от численности всех погибших). Тяжесть последствий ДТП в это время суток выше в 1,5 раза, аналогичного показателя в светлое время суток.

1.2.2 Аварийность в г. Челябинске и на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева

Город Челябинск разделяется на 7 административных районов. В каждом из них ведется свой учёт аварийности. На рисунке 1.2[7] представлена аварийность с 2015 по 2019 год.

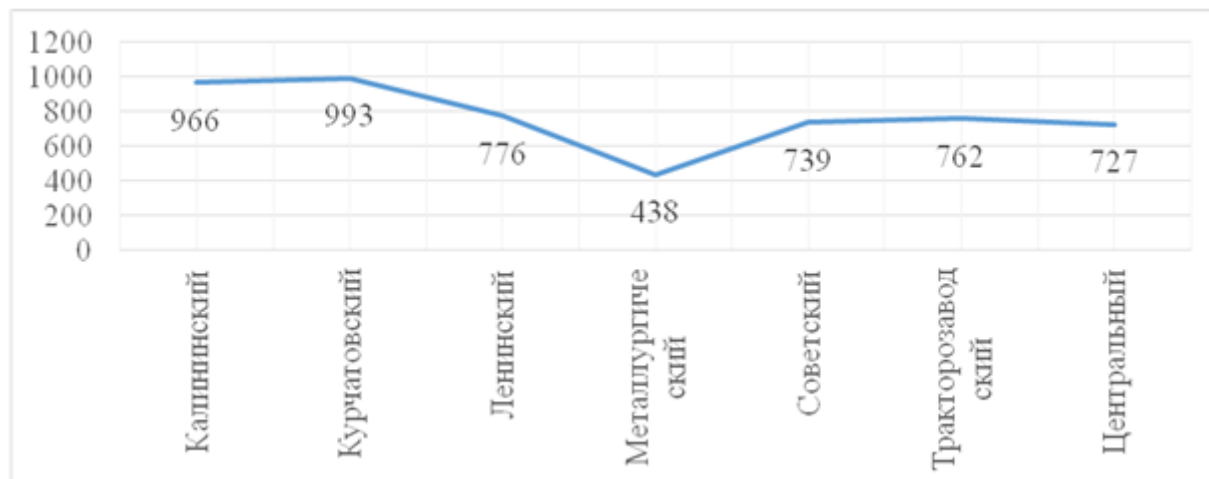


Рисунок 1.2 – Аварийность в г. Челябинске с 2015 по 2019 год

Исходя из данных графика, самым аварийноопасным является Курчатowski район, это связано с большей относительно других районов площадью и низким уровнем организации дорожного движения на перекрестках. В данном районе находится перекресток ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева, который является объектом проектирования.

По данным ГИБДД за 2017-2019 года на данном перекрестке произошло 18 ДТП, в которых ранено 20 человек, а также 2 человека погибло. А именно:

- за 2017 год количество ДТП составляет 6 случаев, в которых ранено 7 человек и 1 погибший;
- за 2018 год количество ДТП составляет 5 случаев, в которых ранено 6 человек и 1 погибший;
- за 2019 год количество ДТП составляет 7 случаев, в которых ранено 7 человек, погибших нет.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

15

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод о том, что аварийность на данном узле УДС не является критичной, но количество раненных человек и ДТП не снижается, а это свидетельствует о том, что на перекрестке есть проблемы с организацией дорожного движения, которые необходимо решать. На аварийность и ее рост влияет неудовлетворительная пропускная способность исследуемого перекрестка, доказательством чего служат заторы в утренние и вечерние часы пиковых нагрузок. Учитывая рост автомобилизации в РФ и г. Челябинске можно предположить, что количество ДТП на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева будет расти, если не изменить существующую организацию дорожного движения (ОДД). Для этого необходимо внести ряд изменений в организацию дорожного движения и конфигурацию данного узла улично-дорожной сети (УДС).

1.3 Недостатки существующей схемы ОДД

На рисунке 1.3 представлена схема организации дорожного движения, существующего на данный момент времени перекрестка.

Значительным недостатком и причиной затора по ул. Молодогвардейцев в сторону ул. Ворошилова в часы вечерних пиковых нагрузок является разрешенный разворот на перекрестке из крайней левой полосы. За один такт светофорного объекта существует необходимость разворота лишь у 1-2 автомобилей, которые вынуждают остальных участников движения останавливаться в этой полосе и ждать завершения маневра тех, кто совершает разворот. Тем самым создается ситуация, в которой крайняя левая полоса блокируется и фактически в прямом направлении осуществляется движение прямо лишь по двум полосам. В данный момент граница направляющего островка безопасности занимает пространство, достаточное для организации дополнительной полосы движения в прямом направлении, в то же время конфигурация перекрестка позволяет левую границу направляющего островка безопасности сдвинуть ближе к бордюру, тем самым обеспечить дополнительную полосу для движения в прямом направлении.

						<i>23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			16

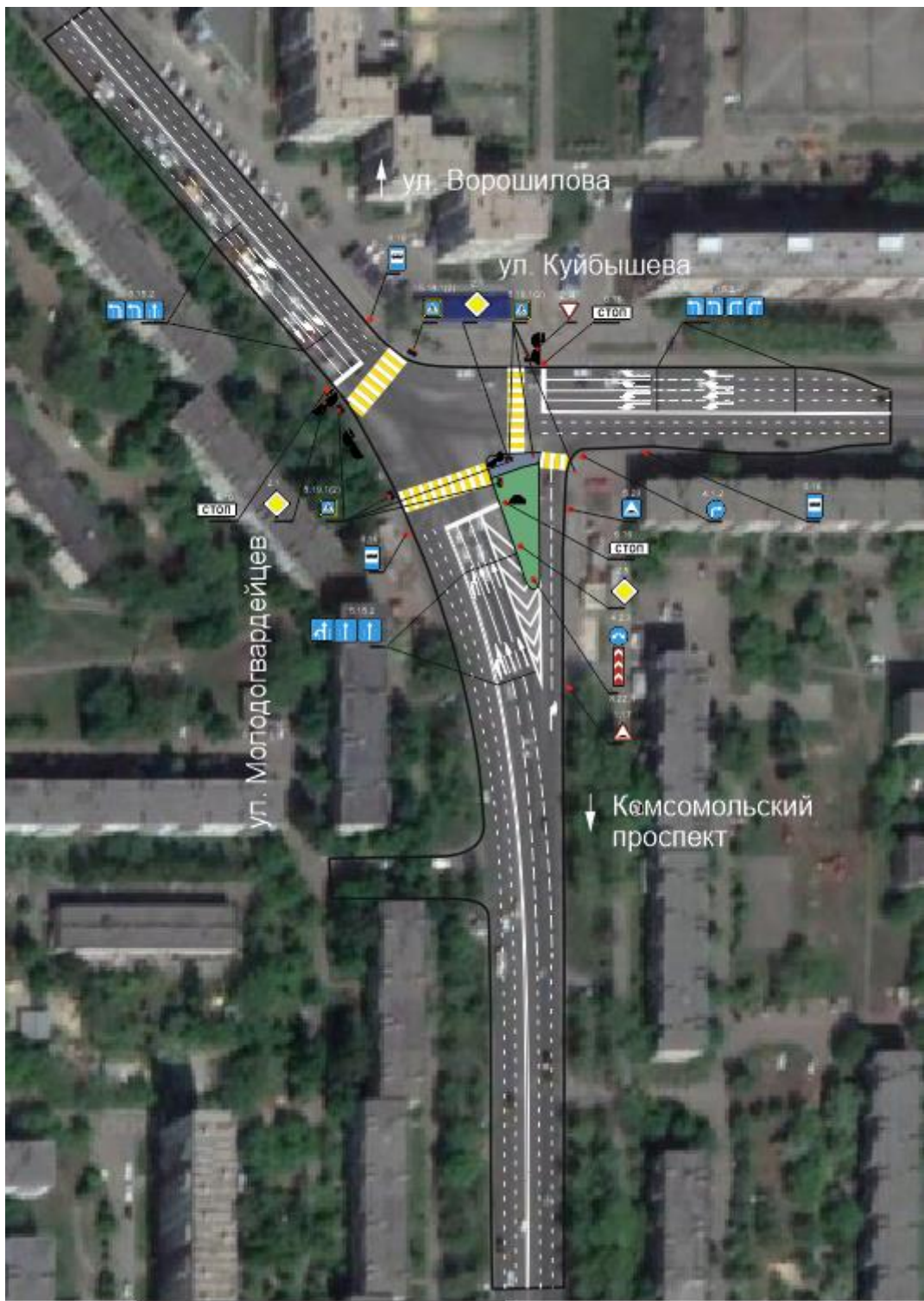


Рисунок 1.3 – Схема организации дорожного движения, существующего на данный момент времени перекрестка

Существенным недостатком является отсутствие островков безопасности на ул. Молодогвардейцев в сторону ул. Ворошилова и на ул. Куйбышева. Пешеходу приходится преодолевать не менее 6 полос при переходе проезжей части. Зачастую пешеходы не успевают перейти на противоположную сторону улицы на разрешающий такт светофора. Поэтому возникают ДТП с наездом на пешеходов,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

17

повлѣкшие гибель людей в 2017 и 2018 году. По ГОСТ Р 52766-2007 [8] при интенсивности движения транспортных средств не менее 400 ед./ч на одну полосу проезжей части на наземных пешеходных переходах устраивают островки безопасности, которые размещают на проезжей части или разделительной полосе.

К другим недостаткам можно отнести отсутствие остановочных заездных «карманов» для остановок маршрутных транспортных средств. В этой связи создаются заторные ситуации в утренние и вечерние часы пиковых нагрузок, а также дополнительные конфликтные точки. Автомобили, движущиеся за общественным транспортом вынуждены останавливаться и ждать, либо перестраиваться во вторую полосу, чтобы объехать общественный транспорт, остановившийся для посадки/высадки пассажиров.

Также к недостаткам можно отнести неудовлетворительное состояние дорожной разметки. На всѣм узле УДС разметка видна только на 20-30%. Это приводит к хаотичному движению автомобилей, т.к. по Правилам дорожного движения Российской Федерации (ПДД) ч.1 п.9.1 «Количество полос движения для безрельсовых транспортных средств определяется разметкой и (или) знаками 5.15.1, 5.15.2, 5.15.7, 5.15.8, а если их нет, то самими водителями с учетом ширины проезжей части, габаритов транспортных средств и необходимых интервалов между ними...». На данном перекрестке разрешено движение всем категориям транспортных средств, поэтому каждый водитель оценивает проезжую часть относительно габаритов своего транспортного средства. Это приводит к дополнительным конфликтным ситуациям.

Отсутствие разметки также можно отнести к недочетам данного перекрестка. Отсутствие разметки 1.7, обозначающей полосы движения в пределах перекрестка, и 1.17, обозначающей место остановки маршрутных транспортных средств, приводит к массе конфликтных ситуаций. Т.к. конфигурация перекрестка «У-образная», водителям, особенно проезжающим перекресток впервые, не всегда удается найти верную траекторию, не создавая аварийно-опасных ситуаций для других участников дорожного движения.

1.3.1. Интенсивность транспортных потоков

При существующей схеме организации дорожного движения на рассматриваемом перекрестке в утренние часы пиковых нагрузок (7:00-9:00) наблюдается затор по ул. Молодогвардейцев в прямом направлении в сторону ул. Комсомольский проспект по причинам, описанным выше. В вечерние часы пиковых нагрузок (17:00-19:00) затор существует в обратном направлении по ул. Молодогвардейцев в сторону ул. Ворошилова.

На рисунках 1.4, 1.5 представлена картограмма интенсивности в соответствующие часы пиковых нагрузок.

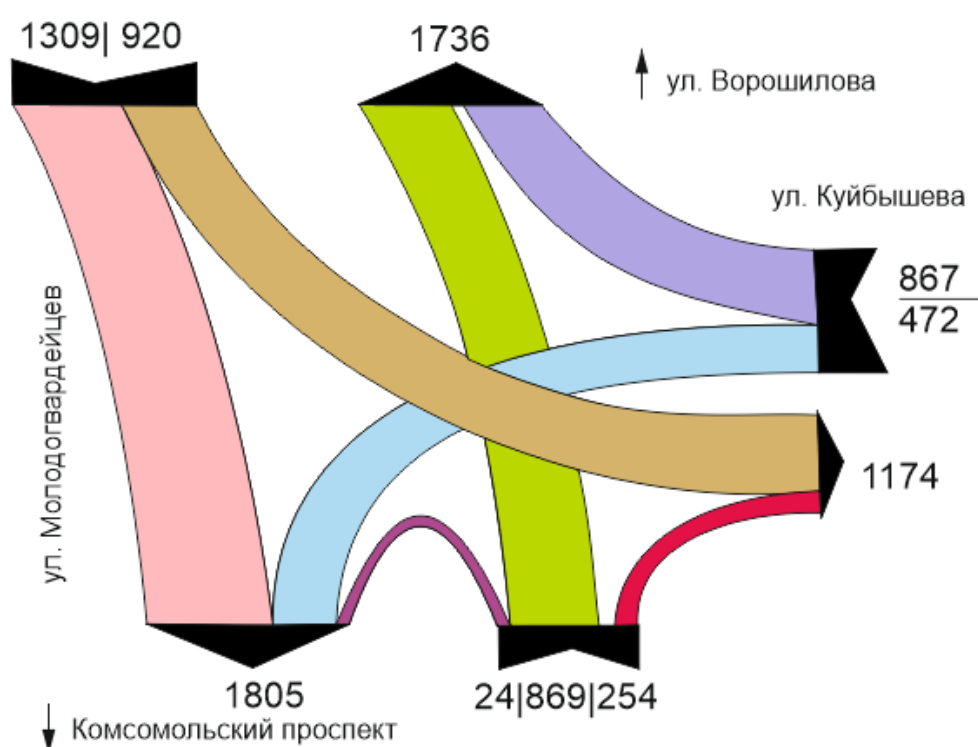


Рисунок 1.4 – Картограмма интенсивности транспортных потоков в утренние часы пиковых нагрузок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

19

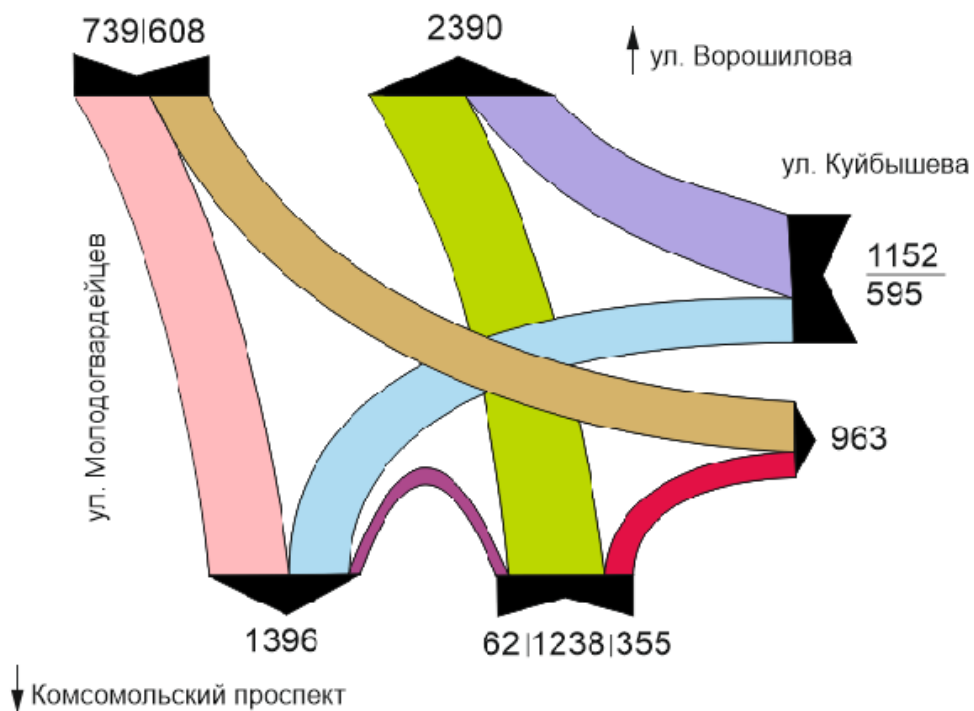


Рисунок 1.5 – Картограмма интенсивности транспортных потоков в вечерние часы пиковых нагрузок

Исходя из данных картограмм, можно сделать вывод о том, что по ул. Молодогвардейцев в прямом направлении наблюдается интенсивный поток в часы пиковых нагрузок. В утреннее время наблюдается затор по ул. Молодогвардейцев в сторону Комсомольского проспекта из-за недостаточной ширины полосы движения и отсутствия остановочного заездного «кармана». В вечернее время наблюдается затор из-за недостатка полос для движения в прямом направлении в сторону ул. Ворошилова и плохой организации светофорного объекта. Это свидетельствует о том, что есть необходимость в изменении в организации движения данного транспортного узла для обеспечения беззаторного движения и повышения безопасности движения пешеходов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

20

1.3.2 Пофазный разъезд транспортных потоков на перекрестке улиц Молодогвардейцев и Куйбышева

На момент рассмотрения данного узла УДС светофорное регулирование осуществляется в 3 фазы. Ниже на рисунках 1.6, 1.7, 1.8 представлены 3 фазы работы светофорного объекта.

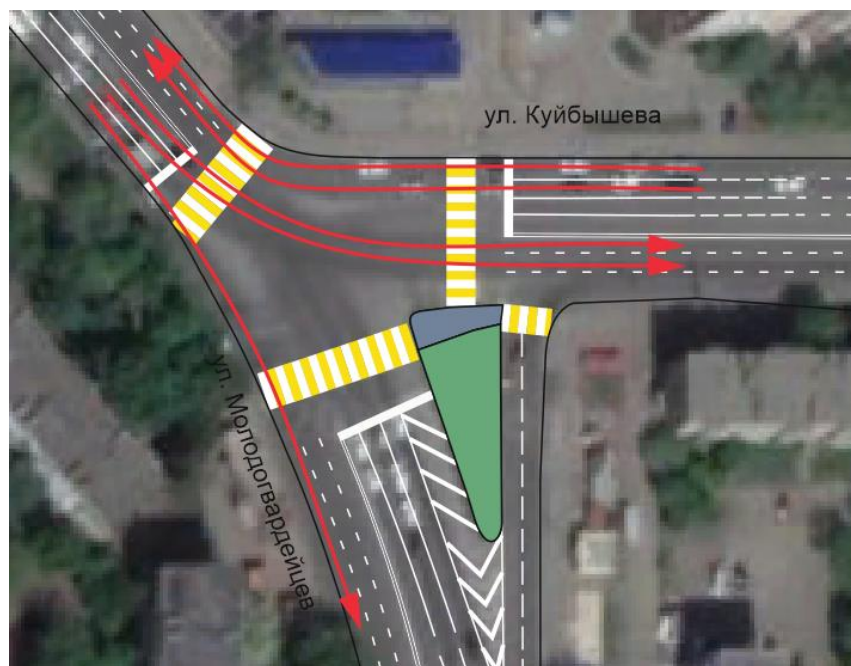


Рисунок 1.6 – Первая фаза

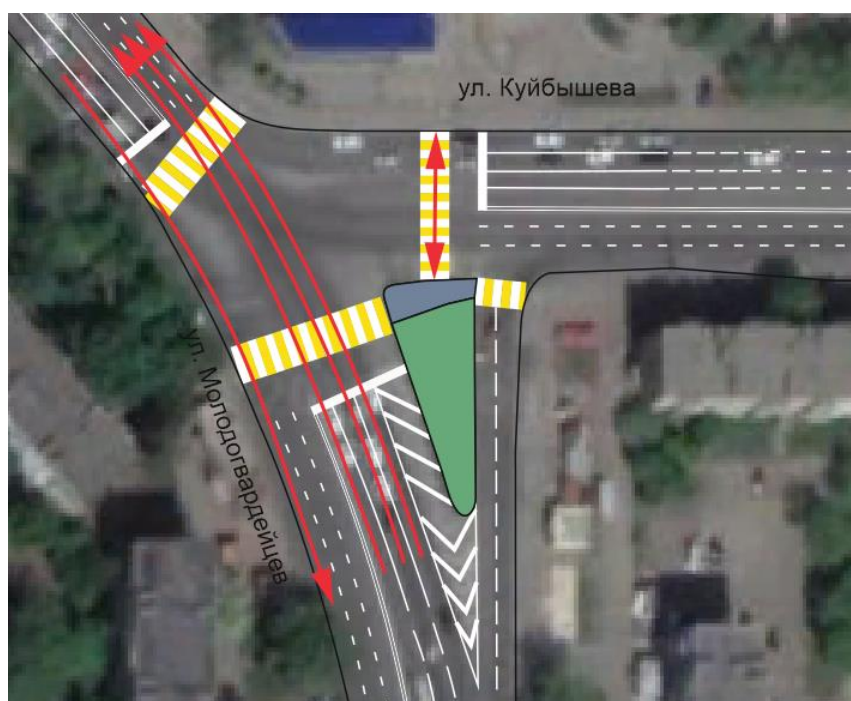


Рисунок 1.7 – Вторая фаза

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

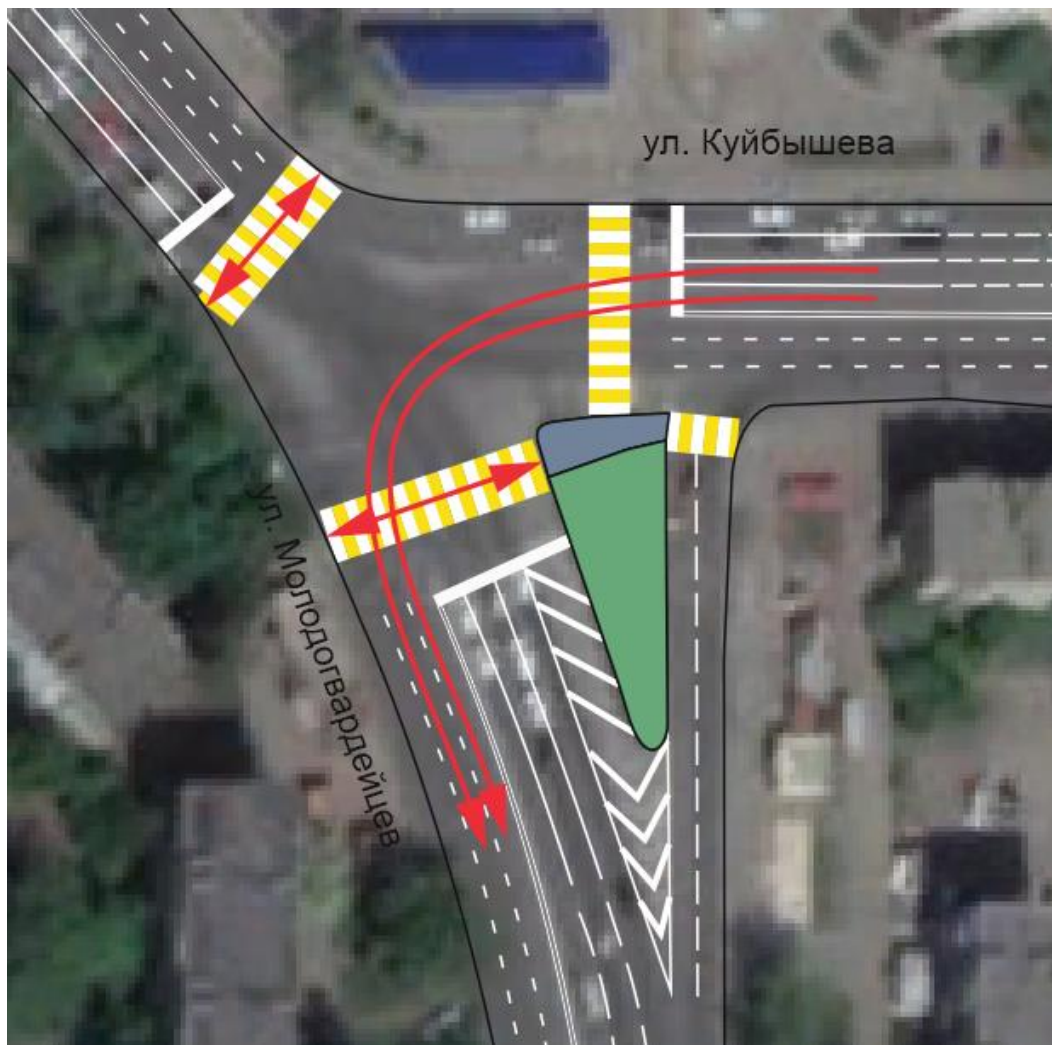


Рисунок 1.8 Третья фаза

1.3.3 Конфликтные точки

ДТП чаще всего происходят в так называемых «конфликтных точках», т.е. в местах, где наблюдается пересечение траекторий движения транспортных средств, слияние и разделение транспортных потоков, а также пересечение движения пешеходов и транспортных средств. На схемах ниже представлены конфликтные точки по фазам светофорного регулирования. На схемах: синим кругом отмечены места отклонения, зеленым треугольником места слияния, голубым крестом отмечены места пересечений траекторий транспортных средств или траекторий транспорта и пешеходов.

Наиболее простейшей и распространенной методикой оценки узла на предмет конфликтных точек является методика пятибалльной системы оценки узла, в

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

которой точка отклонения оценивается 1 баллом, слияния – 3 баллами, пересечение – 5 баллами. Сложность пересечения оценивается по формуле 1.1:

$$m = n_o + 3 * n_c + 5 * n_{п}, \quad (1.1)$$

где n_o – число точек отклонения;

n_c – число точек слияния;

$n_{п}$ – число точек пересечения.

После оценки количества конфликтных точек, делают оценку сложности перекрестка:

- если $m < 40$, то пересечению присваивается категория малой сложности (простой перекресток);
- если $m = 40 \dots 80$ баллов, то пересечение считается средней сложности;
- если $m = 80 \dots 150$ баллов, то пересечение считается сложным;
- если $m > 150$ баллов, то такое пересечение считается очень сложным.

Для определения сложности перекрестка необходимо учитывать движение транспортных средств и пешеходов по фазам. На узле ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева работа светофорного объекта ведется в 3 фазах.

На рисунке 1.9 показаны конфликтные точки в первую фазу светофорного регулирования. Подставив полученные данные в формулу (1.1), получим $m = 83$ баллов. Показатель, находящийся в диапазоне $80 \dots 150$ баллов определяет пересечение сложным.

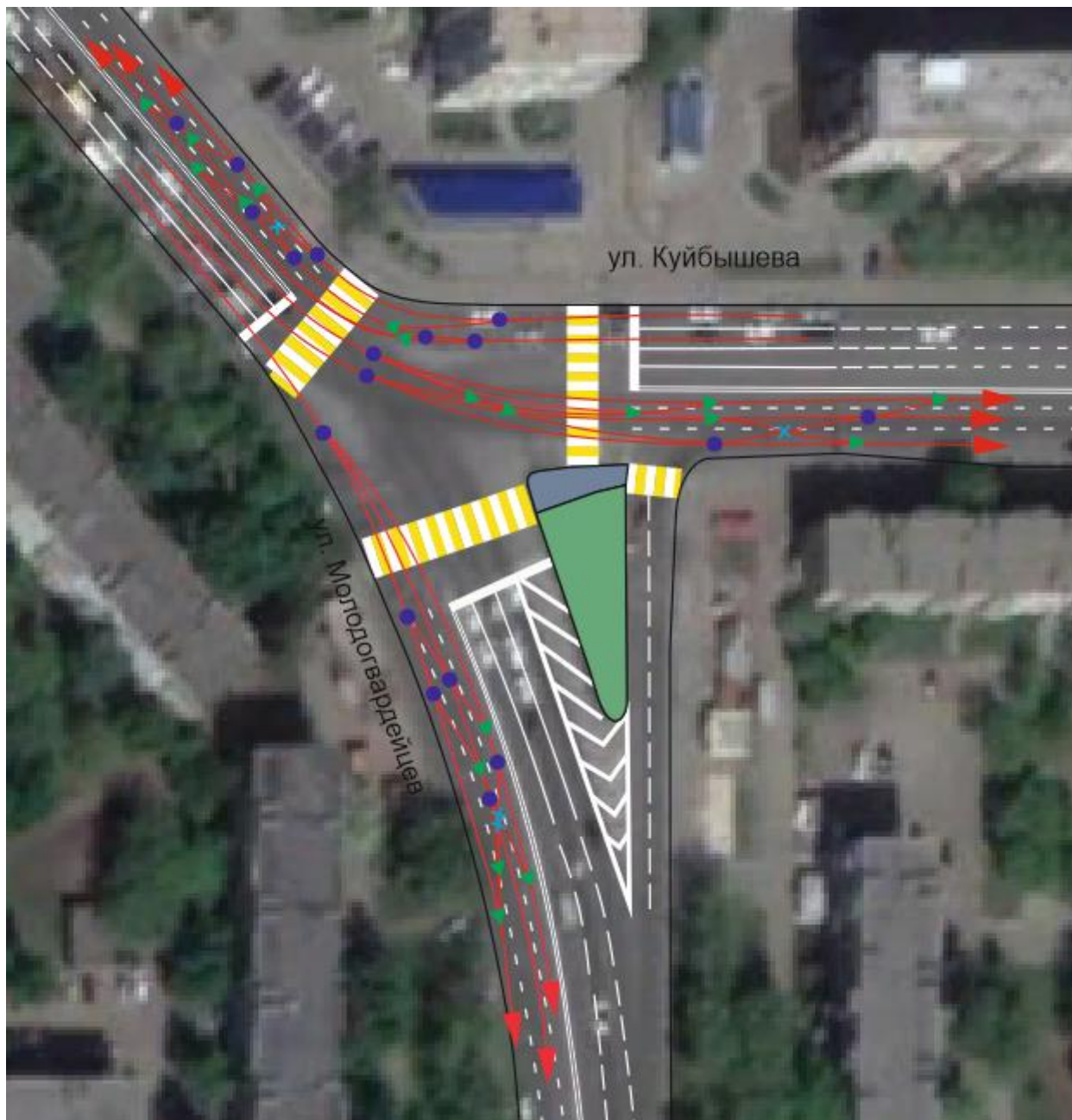


Рисунок 1.9 – Конфликтные точки в первую фазу

На рисунке 1.10 изображены конфликтные точки во вторую фазу светофорного регулирования. Подставив полученные данные в формулу (1.1), получим $m=118$ баллов. Показатель, находящийся в диапазоне 80...150 баллов определяет пересечение сложным.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

24

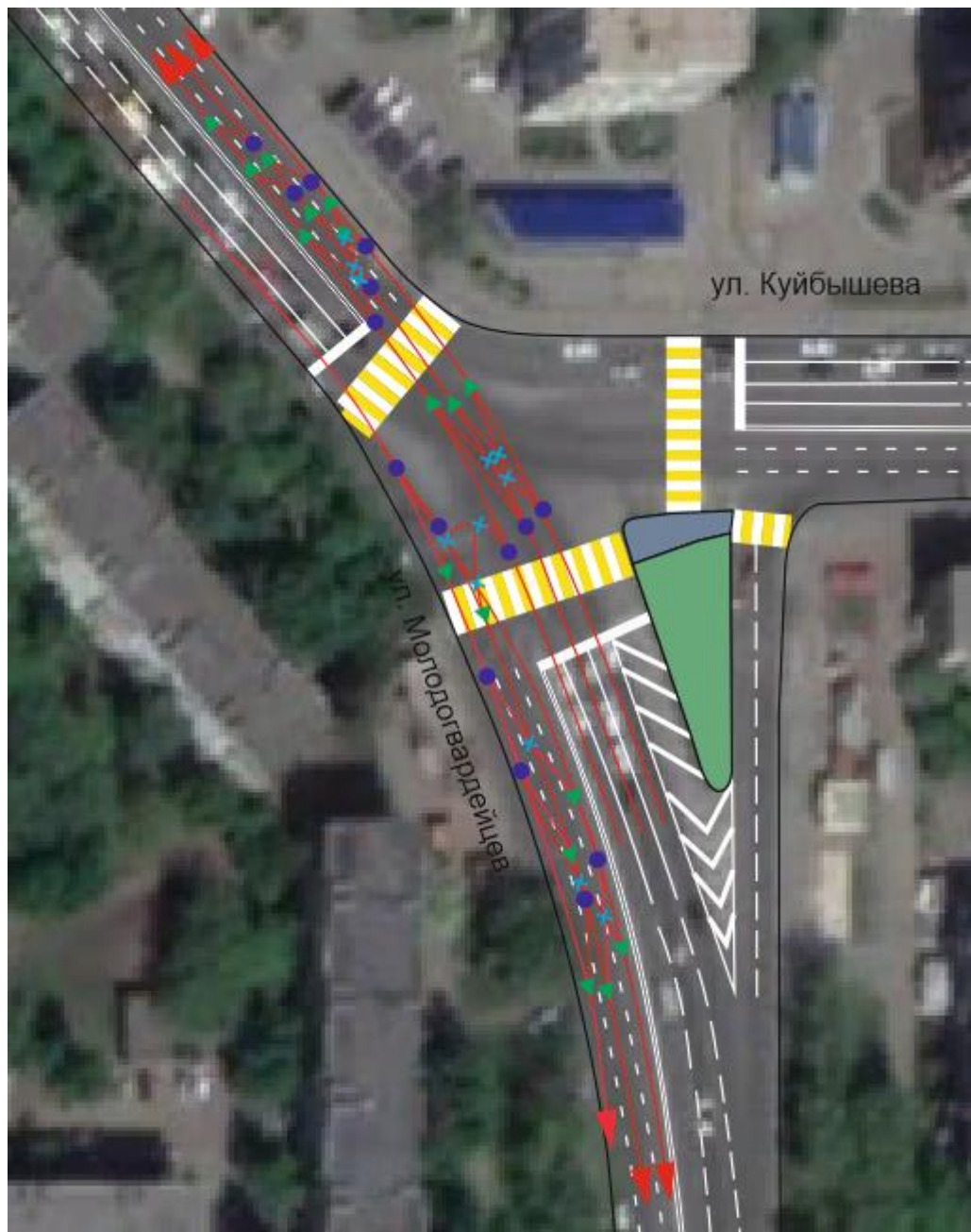


Рисунок 1.10 – Конфликтные точки во вторую фазу

На рисунке 1.11 изображены конфликтные точки в третью фазу светофорного регулирования. Подставив полученные данные в формулу (1.1), получим $m = 61$ баллов. Показатель, находящийся в диапазоне 40...80 баллов определяет пересечение средне сложным.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

25



Рисунок 1.11 – Конфликтные точки в третью фазу

Исходя из расчетов, можно сделать вывод о том, что при любой фазе светофорного регулирования пересечение является сложным и образуется от 60 до 110 конфликтных точек. Эти показатели могут варьироваться в зависимости от траектории движения, выбираемой водителем на данном перекрестке УДС, и максимальное количество точек может увеличиваться. Причинами возникновения конфликтных точек является неудовлетворительное состояние дорожной разметки или ее отсутствие, разрешенный разворот по ул. Молодогвардейцев, отсутствие островков безопасности, отсутствие заездных остановочных «карманов» и другие недостатки, перечисленные выше.

1.3.4 Оценка экологического ущерба вследствие ежедневного затора на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева г. Челябинска

Автомобиль является одним из главных источников загрязнения окружающей среды, при этом выбросы токсичных компонентов в отработавших газах (окиси

						23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			26

азота, окиси углерода, углеводородов и т.д.) находятся в непосредственной близости к человеку. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) именно вредные выбросы автомобилей являются причиной таких заболеваний как: рак легких, бронхиальная астма, заболевание крови, аллергические реакции и т.д., приводящие к смерти десятков тысяч людей в год.

По исследованиям экологов на долю автотранспорта приходится почти 70% всего загрязнения окружающей среды, а в промышленных центрах, которым является г. Челябинск, доля загрязнения составляет 40–50%. Челябинск является одним из самых неблагоприятных городов России по экологической ситуации, поэтому даже небольшое снижение выбросов от автотранспорта, учитывая масштабы, значительно снижают нагрузку на окружающую природную среду.

Одним из наиболее распространенных и значительных по массе примесей в атмосфере загрязняющих веществ является оксид углерода (СО) – бесцветный газ без запаха. Он получается в результате неполного распада органического топлива (бензин, дизель и др.) в результате сгорания, причем основным поставщиком СО в атмосферу являются двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Оксид углерода в атмосфере до полного распада находится 2–4 месяца, частично окисляясь до СО₂. Воздействие этого газа на организм человека определяется не только концентрацией, но и временем нахождения человека в загрязненном воздухе. В среднем, человек, проживающий в Челябинске, проводит в заторах ежедневно около 15–30 мин в день. При концентрации 10–50 мг/м³ (состояние затора) и проведении 30–60 мин в неделю замечаются нарушения со стороны центральной нервной системы, головные боли и головокружения. Также во время воздействия СО на организм происходит крепкое сцепление молекул оксида углерода с гемоглобином крови, что препятствует нормальному распространению кислорода (О₂) по тканям и органам человека. В результате наблюдается замедление мыслительных процессов, возникновение сонливости, замедление рефлексов, что также неблагоприятно сказывается на дорожной ситуации.

Еще одной, не менее вредной, группой вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобиля является углеводороды (С_nН_m), к ним относят метан, бутан, пары бензина и др., на данный момент различают около 300

						23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
							27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			

индивидуальных соединений, являющихся как законченными соединениями, так и содержащих свободные радикалы, выбрасываемых в атмосферу в виде паров, жидкостей и твердых частиц, попадая в организм человека через дыхательную систему и слизистую оболочку глаз. По воздействию на организм человека действие углеводородов можно разделить на две группы: раздражающую и канцерогенную. Воздействие первой группы можно определить как наркотическое воздействие: происходит нарушение центральной нервной системы, появляется раздражительность, вспыльчивость. Наиболее опасной является комбинация углеводородов и сероводорода. Совместное действие этих веществ проявляется сильнее, чем изолированное. Соединения второй группы имеют более опасное воздействие – попадая в организм человека, эти вещества накапливаются до критических концентраций, провоцируя образование злокачественных опухолей, поражение дыхательных путей, астматические заболевания. Предельно допустимой концентрацией в воздухе считается $0,2 \text{ мг/м}^3$.

Углерод и сажа содержатся в выхлопных газах в виде твердых частиц во взвешенном состоянии. При вдыхании частицы задерживаются в легких и дыхательных путях, вызывая аллергические реакции. Но главным отрицательным эффектом являются канцерогены, накапливаемые на поверхности молекул сажи, которые при попадании в организм человека способны вызвать злокачественные опухоли.

Оксиды серы (SO_x) – могут встречаться как в газообразном состоянии, так и в виде белых микроскопических кристаллов. Этот токсичный компонент в отработавших газах может содержаться в зависимости от качества используемой топливной смеси, например, от качества его очистки. Сернистые газы выбрасывают вместе с отработавшими газами бензиновые ДВС и особенно дизели, так как сера концентрируется именно в соляных фракциях нефти, которые используются для производства дизельного топлива. Взаимодействуя с влагой, раздражающе действует на верхние дыхательные пути, нарушает обмен белка в организме, при концентрации $0,0017\%$ раздражаются слизистые оболочки. Содержание в отработавших газах SO_2 превосходит допустимое значение и находится на уровне $50\text{--}98 \text{ мг/м}^3$. Кристаллическая сера, выпадая на поверхность дороги вступает в

					<i>23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>28</i>

взаимодействие с водой от осадков, образуя сернистую или серную кислоту, которая попадая в придорожную почву разрушает корневую систему растений и деревьев, произрастающих вблизи автомобильных дорог. На фоне общего дефицита кислорода в воздухе города Челябинска (концентрация O_2 около 20% вместо нормальных 21%) это еще больше усугубляет ситуацию.[10]

В 2012 году на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта» ЮУрГУ проводились исследования, которые доказывают, что снижение скорости потока транспорта приводит к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с отработавшими газами.[11]

Значения выходных компонентов отработавших газов при движении автомобиля с различной скоростью в городском цикле представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Значения выходных компонентов отработавших газов

Компоненты отработавших газов	Скоростной режим			
	Холостой ход	Скорость 20 км/ч	Скорость 40 км/ч	Скорость 60 км/ч
CO, %	2,20	1,35	0,99	0,25
C_nH_m , ppm	453,0	279,0	245,0	266,0
CO ₂ , %	13,5	13,8	13,8	13,8
O ₂ , %	0,97	0,70	0,87	1,5

Из представленных данных можно увидеть, что при работе двигателя автомобиля на холостом ходу (состояние затора) показатели компонентов отработавших газов намного выше, чем при движении с допустимой скоростью в городском трафике. На рассматриваемом транспортном узле в часы пиковых нагрузок очередь из транспортных средств выстраивается до 70 ед. в одном ряду. Скорость транспортных потоков снижается и становится равной около 30 км/ч. Вред, наносимый в результате образования автомобильных заторов ежедневно можно оценить в числовых показателях за сутки [11]:

- оксид углерода составил 4849 мг/м³ при суточной норме в 3 мг/м³;
- углеводороды составили 699 мг/м³ при суточной норме в 300 мг/м³;
- сажа составила 26 мг/м³ при суточной норме в 0,05 мг/м³;

- оксид серы составил 42,6 мг/м³ при суточной норме в 0,05 мг/м³;
- формальдегид составил 7,07 мг/м³ при суточной норме в 0,003 мг/м³.

Из представленных данных видно, что почти все показатели, приведенные всего на одном перекрестке, превосходят допустимые значения в тысячи раз. Это наносит существенный вред экологии г. Челябинска. Следовательно, путем разрешения заторной ситуации на рассматриваемом перекрестке УДС можно ожидать улучшение не только дорожной ситуации, но и экологической ситуации.

Для определения суммарного ущерба необходимо все полученные значения привести к одной мере счисления, поэтому для сравнительной оценки используется такая величина, как коэффициент агрессивности (A_i), а потом все компоненты суммируются.

A_i – коэффициент, учитывающий не только отношение предельно допустимой концентрации вещества (ПДК), но и вероятность накопления в атмосфере загрязняющих веществ, оседание твердых частиц на поверхность земли, воздействие токсичных компонентов на организм человека.

При нормировании содержания токсичных компонентов в отработавших газах с использованием ПДК, главным ограничивающим фактором является вредное воздействие конкретного отдельного компонента на организм человека. Но на самом деле, все вредные вещества, содержащиеся в выхлопных газах, оказывают отрицательное воздействие на человека одновременно. При этом влияние одного токсичного компонента могут присутствием усиливать влияние другого. Для приведения сравнительной оценки токсикологической значимости разных элементов, содержащихся в отработавших газах, применяется ряд относительных показателей. Чаще всего используется приведение массовых концентраций разных веществ к одному эталонному элементу с помощью переводных коэффициентов, рассчитанных профессором Марковым[12]. В качестве эталона обычно принимают оксид углерода. При этом приведенная к СО концентрация i -ого токсичного элемента $C_{i\text{cp}}$ определяется по формуле (1.2):

$$C_{i\text{cp}} = \left(\frac{\text{ПДК}_{\text{СО}}}{\text{ПДК}_i} \right) \cdot C_i, \quad (1.2)$$

						23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			30

где ПДК_{со} – предельно допустимая концентрация СО;

ПДК_і – предельно допустимая концентрация і-ого компонента ОГ;

С_і – концентрация последнего в ОГ.

Подставив исходные данные в формулу (1.2), получим следующие показатели, представленные в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Относительная токсичность основных компонентов ОГ

Компонент ОГ	Относительная токсичность компонентов ОГ			Относительный условный коэффициент агрессивности Аі
	Рабочей зоны	Среднесуточной нормы	Максимальной разовой	
СО	1	1	1	1
NO _x	10	75	58,8	41,1
C _n H _m	-	2	1	3,16
Твердые частицы	5	60	33,3	300 (бензины)
SO _x	2	60	10	22

Переводя все показатели к СО получим следующие результаты, представленные на рисунке 1.12.



Рисунок 1.12 – Количество выбросов токсичных компонентов на существующем перекрестке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

31

Подставив данные, получаем, что суммарный эффект от токсичных выбросов за сутки на рассматриваемом перекрестке до изменений организации движения равен 16 084 мг/м³.

1.3.5 Пути решения экологической ситуации

Высокий уровень автомобилизации наносит урон экологии не только в России, проблема распространена во всех странах. В данной работе предлагается улучшить экологическую ситуацию на перекрестке путем повышения пропускной способности на перекрестках. Вообще же существует масса способов и в каждой стране, в зависимости от целей Государств, климатических особенностей и менталитета людей он будет иным.

В России с 1 января 2016-го разрешено ввозить только автомобили, соответствующие «Евро-5», а с 1 июля того же года стандарт распространяется и на весь производимый в стране бензин.

В Минприроды предлагают переводить автотранспорт на газомоторное топливо. Россия на рынке природного газа в качестве моторного топлива занимает скромное 14-е место. Российский парк автомобилей, работающих на природном газе, оценивается примерно в 120 тыс. машин. Но, являясь мировым лидером по запасам и производству газа, Россия может лидировать и по объему его использования на транспорте.

Еще один путь решения проблемы Минприроды видит в развитии системы общественного и личного транспорта на электричестве и распространении гибридных автомобилей. Пока общественный электротранспорт переживает кризис. По данным Росстата [14], перевозки пассажиров трамваями и троллейбусами с 2012 по 2018 год сократились на 38%.

Сдерживающие факторы для широкого внедрения электромобилей – их высокая стоимость и отсутствие зарядных устройств на парковочных местах и автозаправках, пояснили «Известиям» в Минтрансе. В ведомстве отметили, что для нормативно-правового регулирования вопроса в России создается Национальный консорциум развития электротранспорта, а также прорабатываются меры господдержки проектов внедрения электромобилей.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Государства ЕС, Европейский парламент и Комиссия ЕС согласовали новые ограничения для автомобилей на выбросы CO₂.

В начале октября страны ЕС высказались за снижение выбросов CO₂ для новых автомобилей и легких коммерческих в среднем на 35% к 2030 году. Изначально Германия хотела снижения только на 30%, а Европарламент пошел на переговоры с требованием уменьшить выбросы 40%, в результате пришли к компромиссу.

Для легких коммерческих транспортных средств — таких как автофургоны — компромисс предусматривает сокращение выбросов CO₂ на 31%. Для этих автомобилей и для легковых сокращение на 15% должно быть достигнуто в качестве промежуточного этапа к 2025 году.

На сегодняшний день ЕС установил, что с 2021 года новые автомобили не должны выбрасывать более 95 граммов углекислого газа на километр. Но и это ограничение для многих производителей пока недостижимо: в среднем по Европе это значение составляет 118,5 грамма.

В Евросоюзе рапортуют, что новые принципы должны помочь в достижении целей ЕС по защите климата, ведь около четверти всех парниковых газов в ЕС производит автотранспорт, причем преимущественно — легковые и грузовые автомобили [14].

За последние два года КНР инвестировала в «зеленую» энергетику более \$200 млрд и планирует потратить еще \$360 млрд до 2022 года. Планы развития автомобильной отрасли предусматривают жесткие стандарты экономии топлива и рост парка электромобилей — к 2020 году их число на дорогах КНР достигло 5 млн единиц.

Причины поворота страны в сторону чистых технологий очевидны: накопленный экологический ущерб негативно отражается на здоровье граждан и приводит к экономическим потерям, тогда как стратегические инвестиции в стремительно развивающийся многомиллиардный рынок чистых технологий позволяют Китаю закрепить за собой статус ведущего производителя и экспортера источников энергии будущего — а значит, и позицию экономической супердержавы.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

По подсчетам ученых, каждый год от последствий загрязнения в КНР умирают около 1,6 млн человек — это 17% всех смертельных случаев в стране. По данным Всемирного банка (ВБ), преждевременные смерти из-за низкого качества воздуха в 2013 году стоили Китаю \$1,4 трлн, а сопутствующие заболевания — еще \$1,5 трлн. В целом ущерб от загрязнения в ВБ оценили почти в 10% ВВП Китая. Оценки Министерства охраны окружающей среды КНР существенно ниже: в 2010 году ведомство признало ущерб в 1,5 трлн юаней (\$227 млрд), или 3,5% ВВП.

В конце 2013 года Госсовет КНР издал план по предотвращению загрязнения воздуха, предусматривавший сокращение на 25% концентрации взвешенных частиц в Пекине, Тяньцзине и провинции Хэбэй к 2017 году, на 20% — в провинциях Шаньси и Шаньдун, на 10% — во Внутренней Монголии. Спустя год власти пошли на существенный пересмотр и ужесточение экологического законодательства. Новый закон об охране окружающей среды, вступивший в силу в начале 2015 года, расширил полномочия властей, позволив им накладывать гигантские штрафы и конфисковывать имущество предприятий, ответственных за незаконное загрязнение, а их владельцев — арестовывать на срок до 15 суток. Кроме того, основных загрязнителей обязали установить автоматизированные приборы учета и публиковать данные о загрязнении.

Начало 2017 года в Пекине вновь ознаменовалось сильнейшим смогом — наивысший уровень опасности держался несколько недель подряд, из-за низкой видимости были отменены сотни авиарейсов, власти вынуждены были ограничить использование личного транспорта, остановить работу ряда предприятий и электростанций — и даже начать борьбу с мангалами.

В апреле 2019 года Министерство защиты окружающей среды дало старт годовой программе мониторинга воздуха в 28 городах КНР.

КНР, на долю которой приходится почти четверть всех мировых выбросов, в рамках Парижского соглашения может достичь пика выбросов CO₂ к 2030 году. Однако согласно официальной статистике выбросы парниковых газов в последние несколько лет не только не росли, а даже немного снижались, несмотря на рост ВВП.

Экологическое законодательство Китая также уделяет особое внимание сокращению автомобильных выбросов. В 2014 году на дорогах страны появилось 17 млн новых машин, а число автовладельцев достигло 154 млн по сравнению с 27 млн в 2004 году.

В Пекине на долю автотранспорта приходится существенная часть загрязнений, в том числе 86% монооксида углерода, 57% оксида азота и 31% РМ 2,5. В 2017 году власти города ввели строгое нормирование автомобильных выхлопов, аналогичное тому, что действует в экологически продвинутой Калифорнии. В КНР развивается массовое производство электрокаров и гибридных автомобилей с ценой от \$10 тыс. [15]

Выводы по разделу один

В представленном разделе было рассмотрено понятие автомобилизации, выявлены отрицательные и положительные стороны данного явления, а также приведены количественные показатели по оснащенности автомобильным транспортом жителей России и г. Челябинска в частности. Была приведена статистика показателей аварийности за крайние года в России, г. Челябинске и на рассматриваемом узле УДС. Были обозначены недостатки существующей схемы организации дорожного движения и наглядно представлены конфликтные точки по фазам движения. Рассмотрена интенсивность транспортных потоков в утренние и вечерние часы пиковых нагрузок и пофазный разъезд транспортных потоков. Также приведена оценка экологического ущерба вследствие ежедневного затора на перекрестке, которая показывает вред, ежедневно оказываемый на состояние экологии в г. Челябинске.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Предлагаемая схема организации дорожного движения

В предлагаемой схеме организации дорожного движения на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева, указанной в приложении А, был внесен ряд изменений и доработок:

по конструктивным изменениям:

- предлагается установить три островка безопасности, два из которых располагаются по ул. Молодогвардейцев и один по ул. Куйбышева, т.к. пешеходы, переходящие проезжую часть шириной 15 м не успевают завершить свой маневр за разрешающий такт светофора и создают дополнительные конфликтные точки. Также данные островки служат не только защитой пешеходов, но и являются направляющими для транспортных потоков;

- предлагается запретить разворот из крайней левой полосы на перекрестке по ул. Молодогвардейцев в сторону ул. Ворошилова, следовательно, обустроено место для разворота до рассматриваемого перекрестка. Это способствует беспрепятственному проезду автомобильного транспорта на перекрестке по ул. Молодогвардейцев в прямом направлении в сторону ул. Ворошилова, не создавая затора на крайней левой полосе в ожидании завершения маневра (разворота) другими участниками дорожного движения;

- обустроить остановочные «карманы» с целью сокращения количества конфликтных точек между маршрутными транспортными средствами, совершающими остановку, и другими участниками дорожного движения, движущимися в этом же направлении;

- расширить крайнюю правую полосу по ул. Молодогвардейцев в прямом направлении в сторону Комсомольского проспекта до 5 м. По данной полосе проходят маршруты общественного транспорта, поэтому при возникновении неисправности, которая не позволяет движение транспортного средства дальше по данной полосе, отделенной островком безопасности, проезд не будет блокироваться для проезда других участников дорожного движения, т.к. предусмотрена возможность объезда препятствия;

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>36</i>

- ввести дополнительную полосу для движения в прямом направлении по ул. Молодогвардейцев в сторону ул. Ворошилова. В данный момент на рассматриваемой полосе нанесена разметка 1.16.1, которая запрещает проезд по полосе в прямом направлении, хотя конфигурация перекрестка позволяет сделать данную полосу пригодной для движения автомобильного транспорта;

по организационным мероприятиям:

- предлагается установить 9 пешеходных светофоров (на каждом островке безопасности) для возможности дробления светофорной фазы, чтобы пешеходы не скапливались на островках безопасности в ожидании разрешающего сигнала светофора;

- предлагается заменить светофоры с дополнительной секцией на светофоры Т2 (с указанием направления движения), т.к. данный перекресток имеет «У-образную» форму и в прямом направлении можно преодолеть пересечение только по ул. Молодогвардейцев, а остальным участникам дорожного движения светофоры Т2 будут дублировать дорожные знаки и разметку, указывающие направление движения по полосам;

по дорожной разметке предлагается нанести:

- разметку 1.7 с целью значительного снижения количества конфликтных точек на пересечении. Из-за отсутствия разметки, обозначающей полосы движения в пределах перекрестка, создается большое количество отклонений и слияний, которые добавляют сложность пересечения и повышают аварийность на данном узле УДС;

- разметку 1.8 с целью обозначения границы между полосой разгона или торможения и основной полосой проезжей части;

- разметку 1.17 на остановочных пунктах, необходимую для обозначения границы остановки маршрутных транспортных средств и такси, что способствует снижению количества конфликтных точек;

- разметку 1.16.1 на островки, разделяющие транспортные потоки;

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

- разметку 1.12 ступенчато, максимально возможно к пешеходным переходам с целью снижения желания водителей начать движение раньше включения разрешающего сигнала светофора;

- разметку 1.18 на каждую полосу движения. Это позволит продублировать требование знаков 5.15.1 и 5.15.2 и укажет разрешенное направление движения по конкретной полосе;

- разметку 1.19 с целью предупреждения водителей о приближении к сужению проезжей части;

- разметку 2.7 на бордюрных камнях, ограничивающих островки безопасности, т.к. предлагается обустроить возвышающиеся островки для обеспечения безопасности нахождения пешеходов на них;

- разметку 1.14.1 по новой траектории движения пешеходов с целью обозначения места пешеходного перехода;

по знакам дорожного движения предлагается установить:

- знак 5.15.3 и 5.15.4 с целью оповещения водителей о начале дополнительной полосы по ул. Молодогвардейцев и по ул. Куйбышева;

- знак 5.15.15 с целью оповещения водителей о конце полосы, предназначенной для движения в данном направлении по ул. Молодогвардейцев и по ул. Куйбышева;

- знаки 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 и 8.22.1, 8.22.2, 8.22.3 соответственно на островках с целью обозначения препятствий и направления объезда;

- знак 1.17, 3.24 на отнесенном повороте с ул. Молодогвардейцев на ул. Куйбышева с целью ограничения максимальной скорости движения и предупреждении об искусственной неровности;

- знаки 5.15.2 по ул. Молодогвардейцев с целью оповещения водителей о числе полос и разрешенном направлении движения на каждой из них.

В приложении 1 представлена схема предлагаемой организации дорожного движения на рассматриваемом узле УДС.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

2.2 Пофазный разъезд транспортных потоков после изменения организации дорожного движения на проектируемом объекте

После изменения организации дорожного движения на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева предлагается установить несколько дополнительных светофоров. Это позволит изменить фазы светофорного регулирования с учетом интенсивности движения транспортных потоков на перекрестке и снизить количество конфликтных точек между транспортными средствами, а также транспортом и пешеходами. На проектируемом объекте применено дробление тактов движения пешеходов с целью ликвидации пересечений траекторий транспорта и пешеходов в одной фазе, увеличено время разрешающего такта светофора транспортному потоку, поворачивающему с ул. Куйбышева на ул. Молодогвардейцев в сторону Комсомольского проспекта.

На рисунке 2.1 представлена первая фаза предлагаемого светофорного регулирования.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

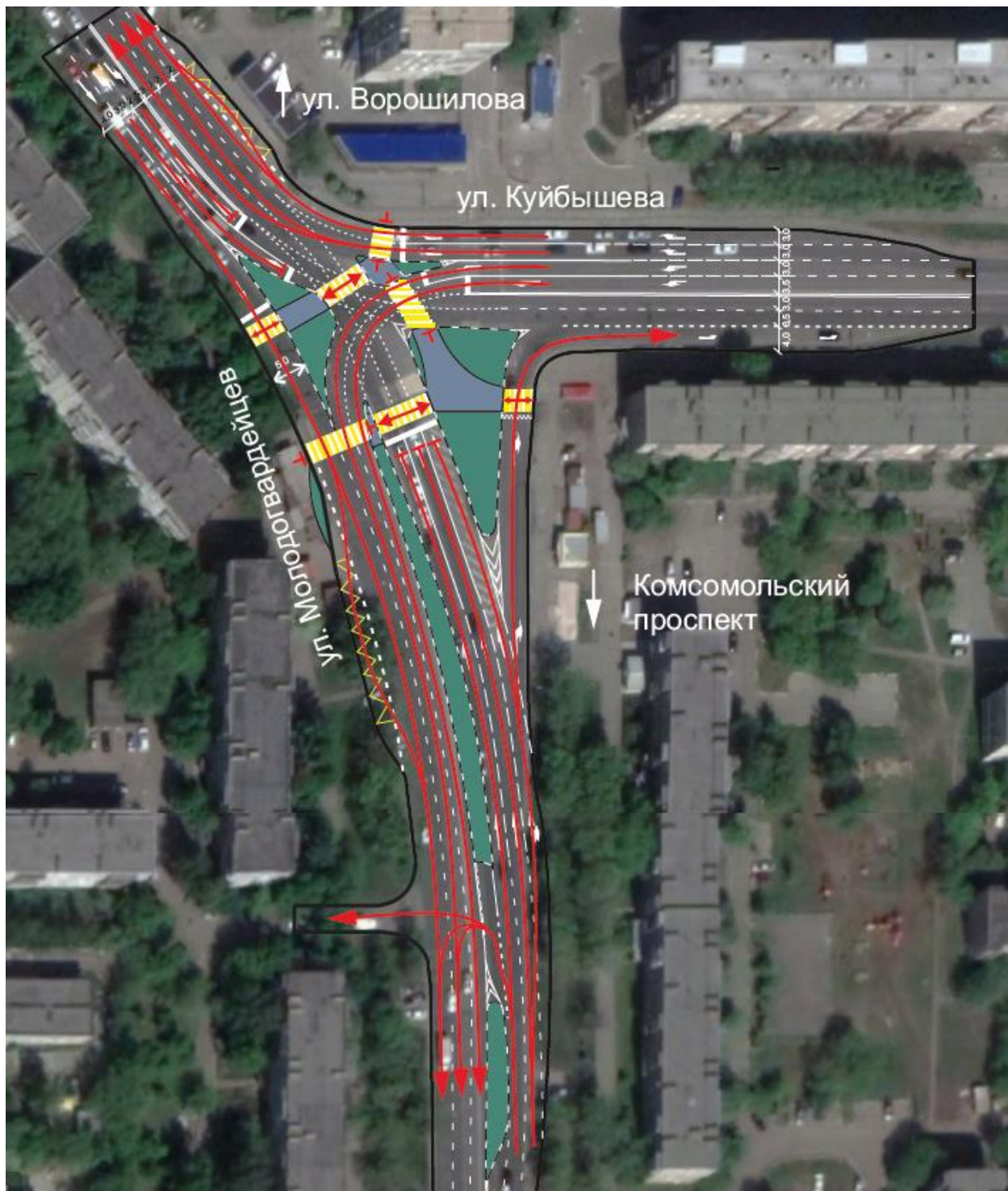


Рисунок 2.1 – Первая фаза движения

На рисунке 2.2 показана вторая фаза светофорного регулирования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

40

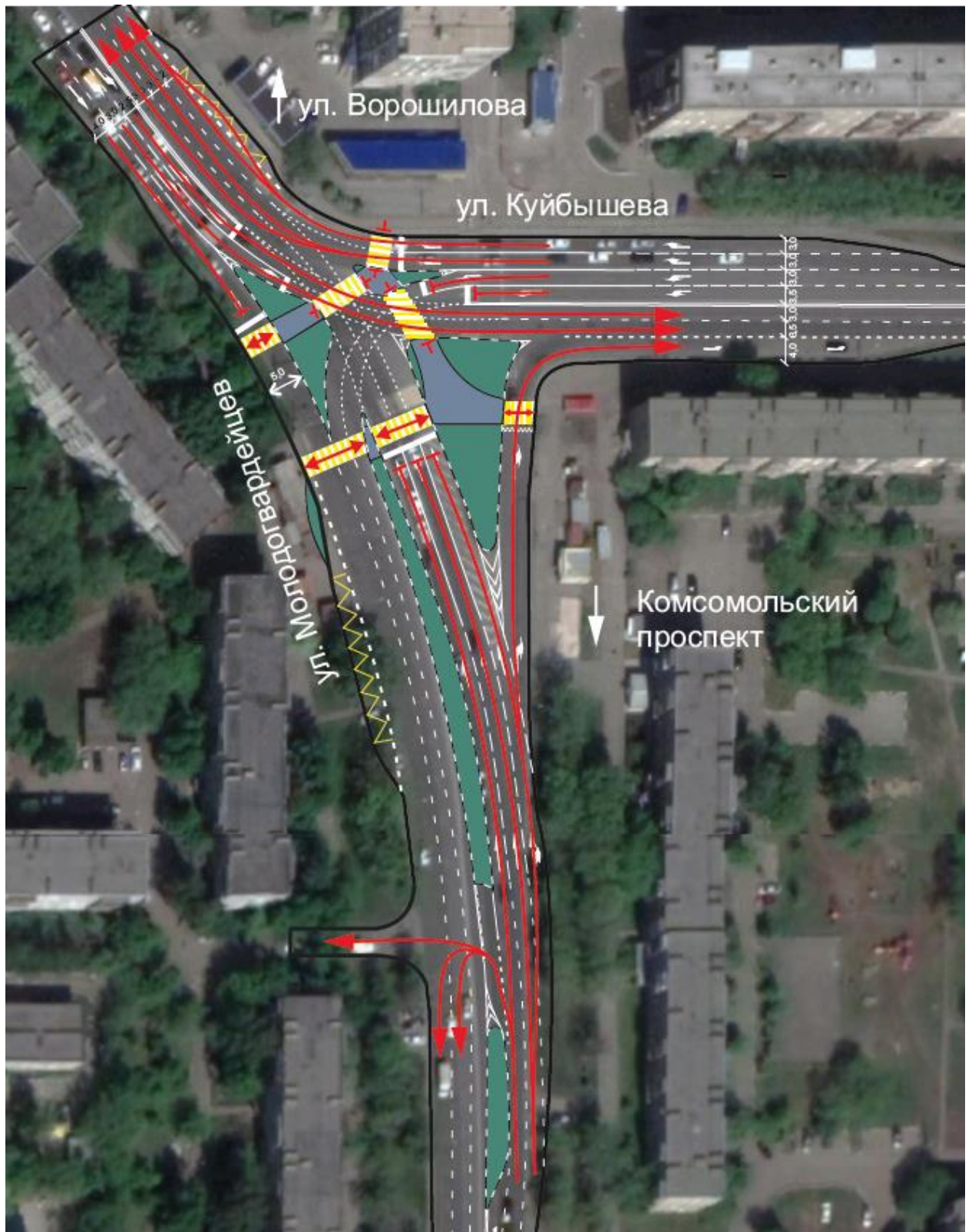


Рисунок 2.2 – Вторая фаза движения

На рисунке 2.3 предложена третья фаза работы светофорного объекта.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

41

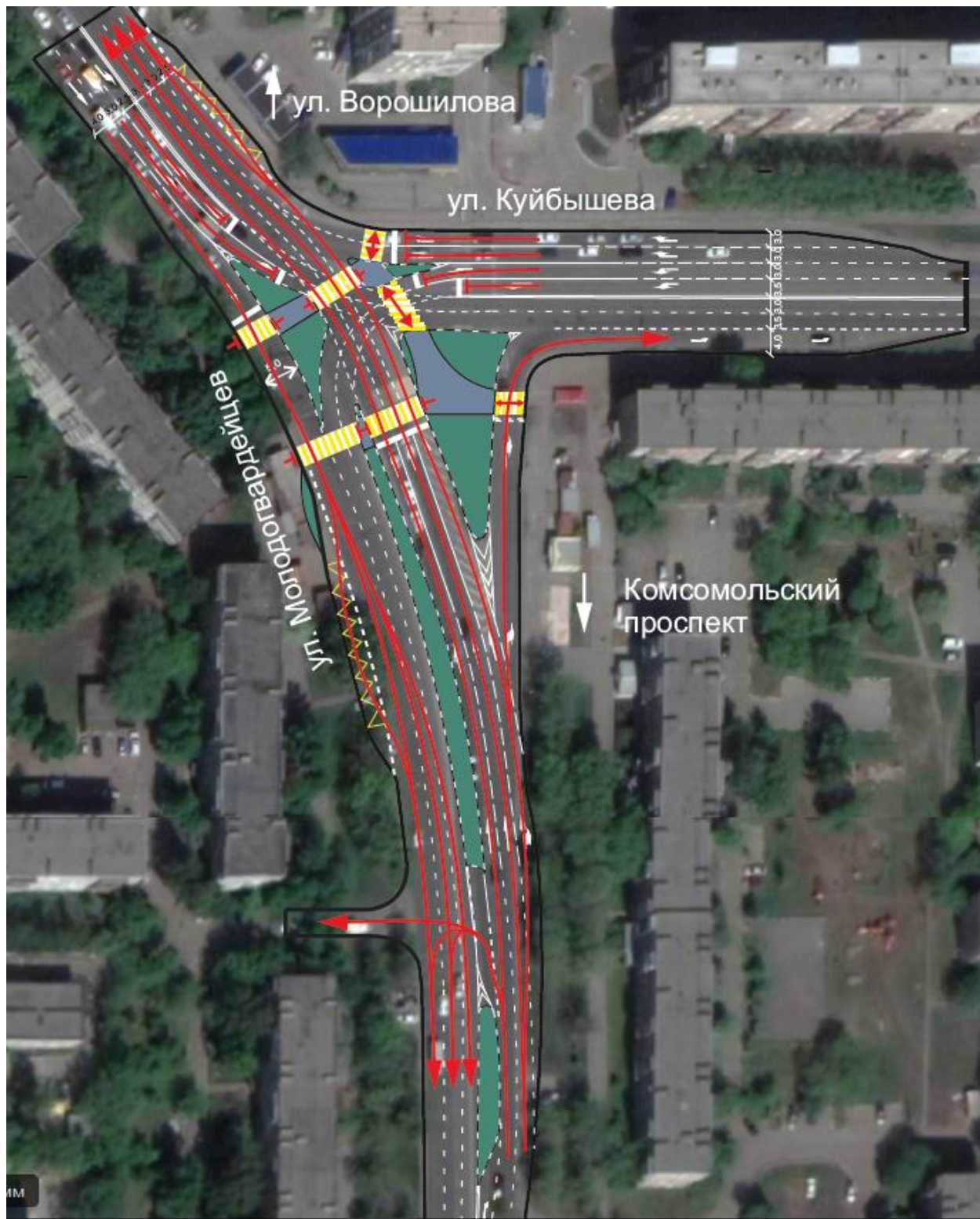


Рисунок 2.3 – Третья фаза движения

2.3 Конфликтные точки с учетом пофазного разъезда на перекрестке улиц Молодогвардейцев и Куйбышева

Снижение числа конфликтных точек и увеличение пропускной способности транспортного узла УДС являются главной целью проекта. В ходе работы была

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист 42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

изменена конфигурация перекрестка и организация дорожного движения на нем, а также нанесена соответствующая разметка. В этой связи, удалось значительно снизить количество конфликтных точек минимум на 60 ед., тем самым перенести рассматриваемый объект из категории «Сложный» в категорию «Малой сложности».

На рисунке 2.4 показаны конфликтные точки в первую фазу светофорного регулирования. Подставив данные в формулу (1.1), получим $m=35$. Это значит, что при внесении изменений, показатель сложности снизился на 48 ед. и находится в диапазоне <40 , поэтому определяется как перекресток «Малой сложности».

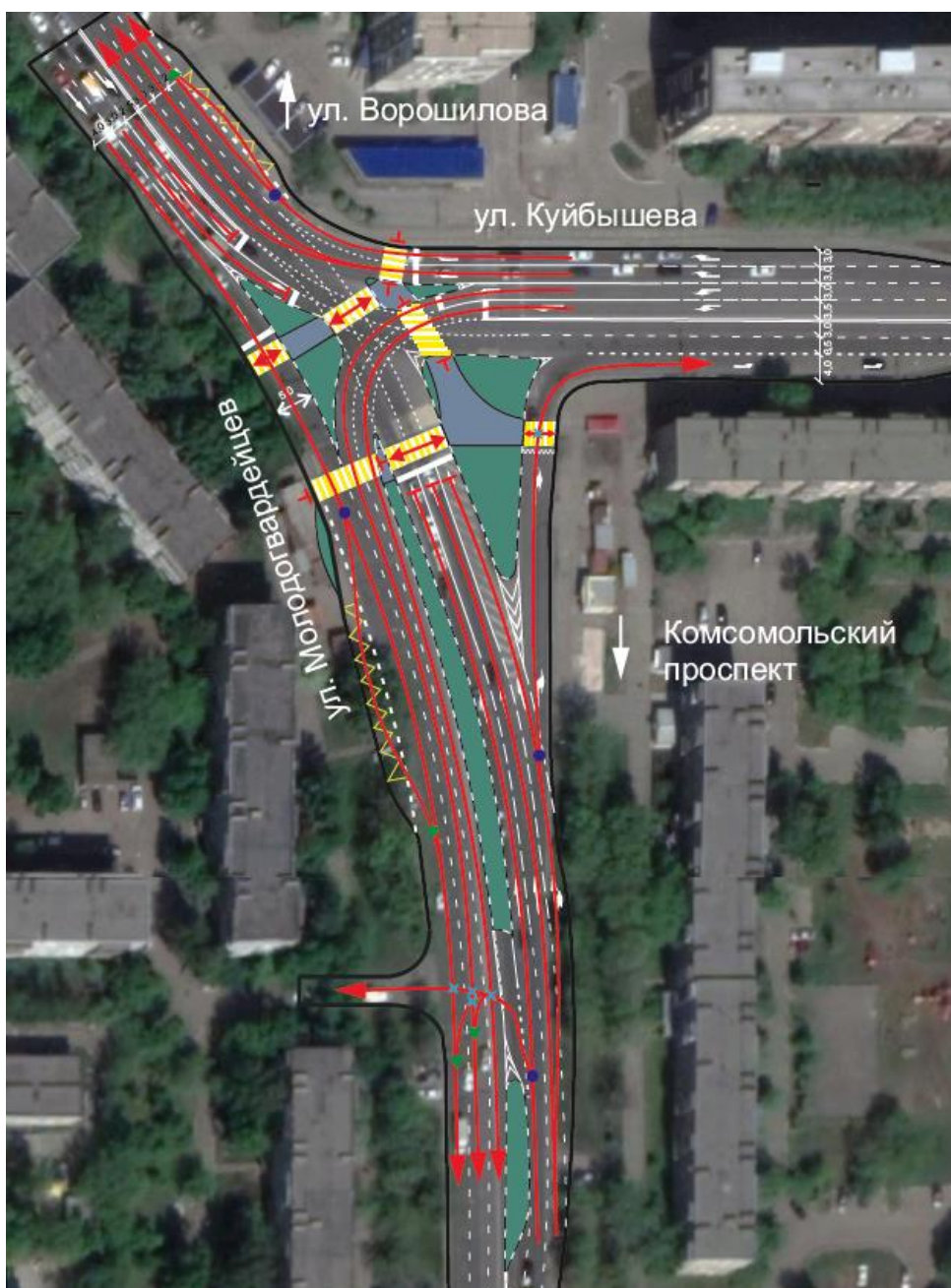


Рисунок 2.4 – Конфликтные точки в первой фазе предлагаемой организации дорожного движения

Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

43

Подставив данные конфликтных точек предлагаемой второй фазы светофорного регулирования, представленной на рисунке 2.5 в формулу (1.1) показатель сложности $m=11$. В данную фазу показатель сложности снизился на 107 ед. и перекресток также переходит в категорию «Малой сложности».

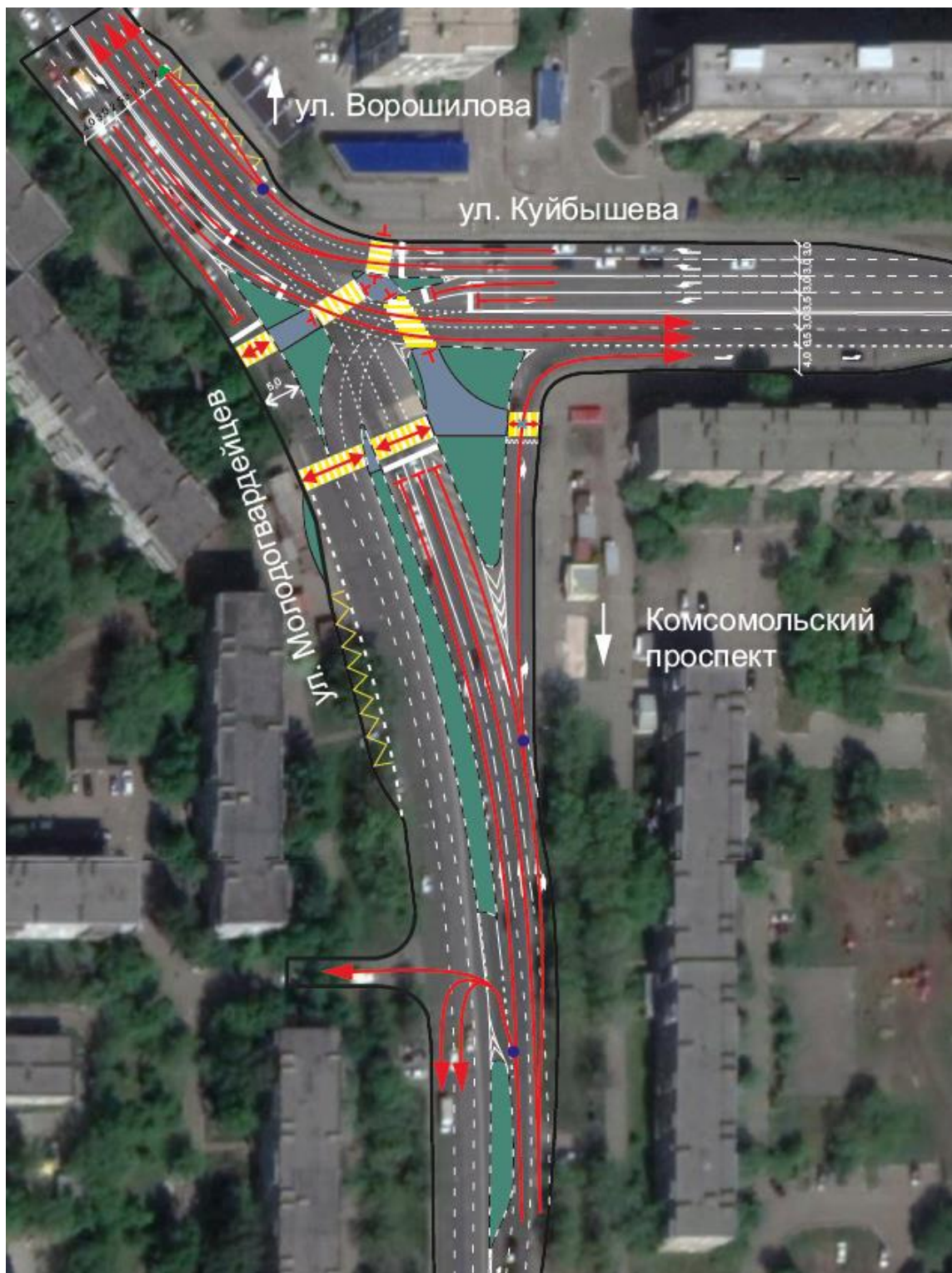


Рисунок 2.5 – Конфликтные точки во второй фазе предлагаемой организации дорожного движения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

44

В третьей фазе предлагаемого светофорного регулирования конфликтные точки представлены на рисунке 2.6. Подставив данные в формулу (1.1) показатель сложности $m=35$. По полученному значению сложность перекрестка снизилась на 26 ед. и определяет данный участок УДС как перекресток «Малой сложности».

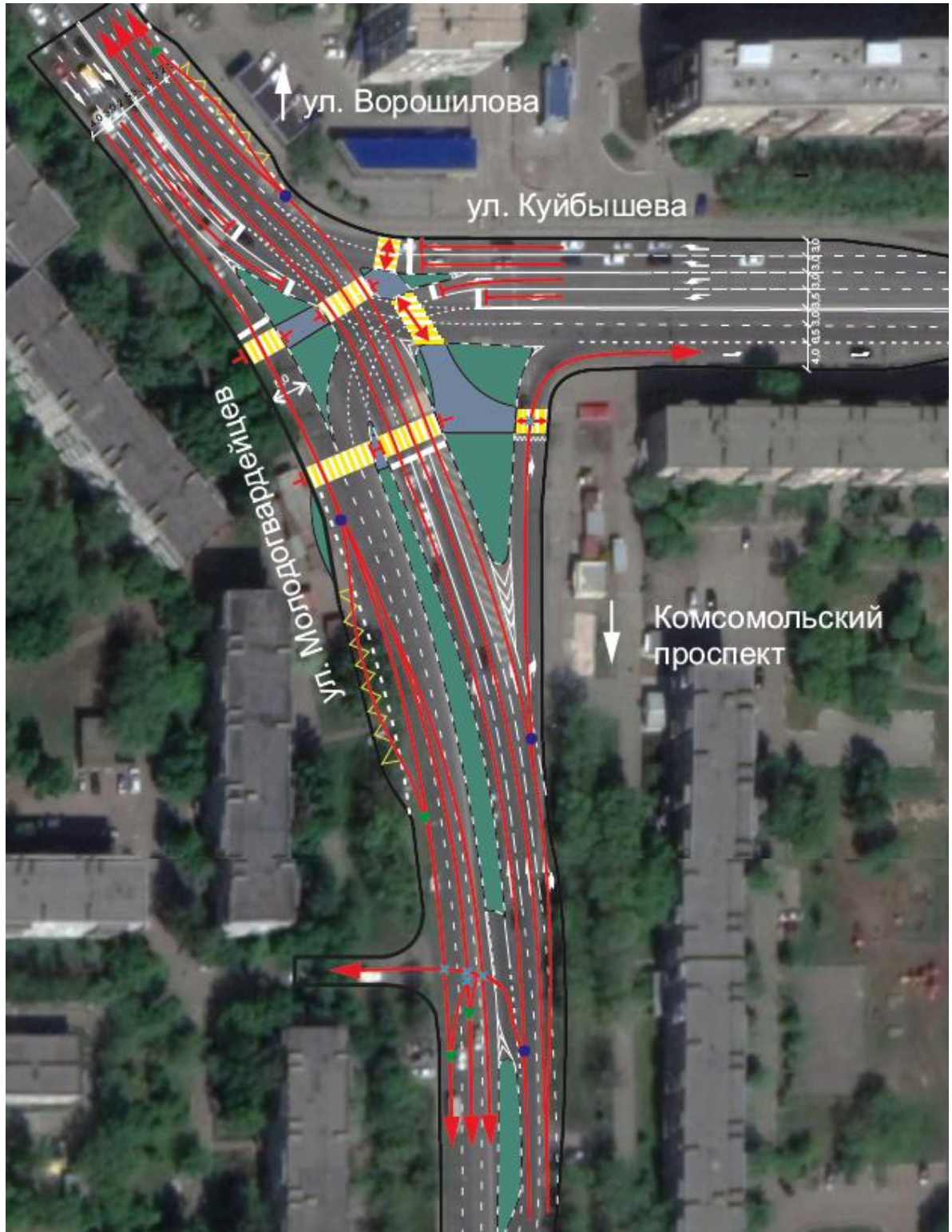


Рисунок 2.6 – Конфликтные точки в третьей фазе предлагаемой организации дорожного движения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

45

2.4 Оценка экологического ущерба после изменения организации дорожного движения на проектируемом объекте

В результате изменения организации дорожного движения на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева скорость транспортных потоков увеличилась до 45 км/ч. В связи с увеличением скорости значения выходных компонентов отработавших газов имеют следующие значения:

- оксид углерода составил 4 242 мг/м³, при суточной норме 3 мг/м³;
- углеводороды составили 587 мг/м³, при суточной норме 300 мг/м³;
- сажа составила 25,6 мг/м³, при суточной норме 0,05 мг/м³;
- оксид серы составил 39,0 мг/м³, при суточной норме 0,05 мг/м³;
- формальдегид составил 6,6 мг/м³, при суточной норме 0,003 мг/м³.

Для определения суммарного ущерба необходимо все полученные значения привести к одной мере счисления CO и сложить полученные показатели. В результате получаем данные, представленные на рисунке 2.7, и экологический ущерб от предлагаемого перекрестка равен 14 906 мг/м³.

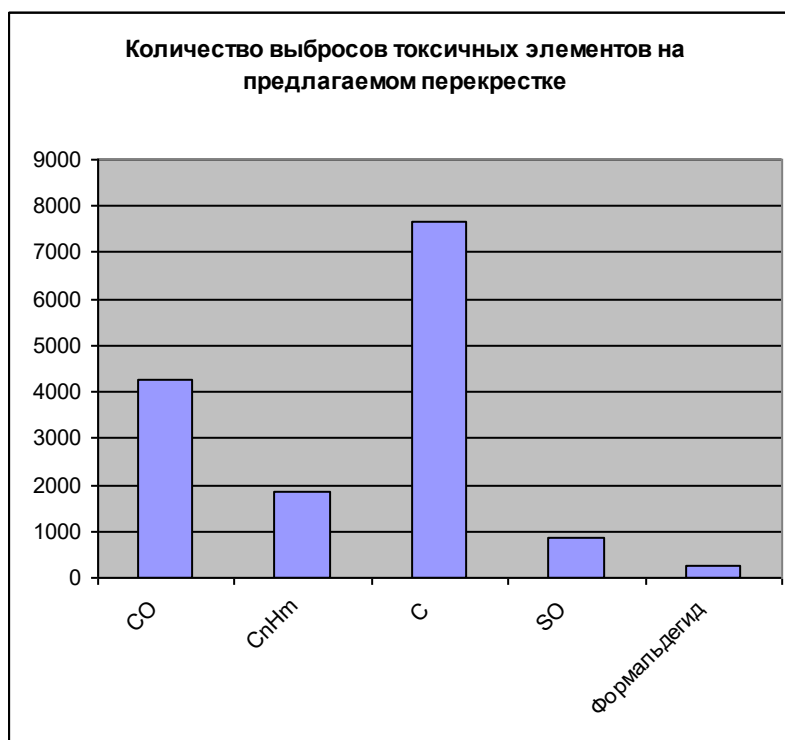


Рисунок 2.7 – Количество выбросов токсичных элементов на проектируемом узле УДС

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ

Лист

46

Выводы по разделу два

Была представлена измененная, с учетом всех недостатков перекрестка, схема организации дорожного движения на пересечении улиц Молодогвардейцев и Куйбышева. Представлен необходимый для предлагаемой схемы ОДД пофазный разъезд, учитывающий интенсивность транспортных потоков. Составлены схемы конфликтных точек с учетом пофазного разъезда, и в результате подсчета сложности перекрестка, он имеет категорию «Малой сложности». Была приведена оценка экологического ущерба после внесения предлагаемых мероприятий и рассчитан экологический эффект.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Расчет величины ущерба в результате гибели или ранения людей

Значительный социально-экономический ущерб ежегодно терпит государство в результате гибели людей при ДТП. По оценкам зарубежных специалистов потери составляют около 5% от внутреннего валового продукта Государства.

Расчет экономической оценки ущерба от ДТП помогает реально оценить дорожно-транспортную ситуацию и понять, сколько ежегодно должно выделяться финансовых затрат для сокращения аварийности.

Составляющие величины социально-экономического ущерба в результате гибели и ранения людей в ДТП:

- экономические потери из-за выбытия человека из сферы производства;
- социально-экономические потери государства при выплате пенсий по инвалидности и по случаю потери кормильца, а также при оплате лечения в больницах и временной нетрудоспособности;
- социально-экономические потери из-за гибели детей.

В Российской Федерации нет единой информационной базы, где бы отражалось количество погибших при ДТП в момент смерти, находящихся в отделениях скорой помощи или стационарных отделениях больниц. Поэтому, статистика раненных или погибших в результате ДТП ведется только в протоколах ГИБДД. На самом же деле, количество погибших в результате полученных травм при дорожных авариях в тысячи раз больше.

Расчет нормативов величины ущерба от ДТП, связанных с гибелью и ранениями людей будет проведен по упрощенной методике оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от ДТП Р-03112199-0502-00. [16]

Исходной информацией для этих расчетов являются норматив ущерба за предыдущий год, величина ВВП и среднегодовая численность населения, занятая в экономике страны. Проведем расчет на примере получения норматива за 2019 г., исходя из норматива 2017 г. Находим коэффициент (К), равный отношению ВВП за 2019 г. к ВВП за 2018 г. по формуле 3.1:

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$K = \frac{ВВП_{2018}}{ВВП_{2017}} \quad (3.1)$$

По данным Федеральной службы государственной статистики [17], ВВП составил в пересчете на текущий год:

- в 2017 г. 91 843 млрд. руб.;
- в 2018 г. 104 629 млрд. руб.;
- в 2019 г. 110 046 млрд.руб.

$$K_{2018} = \frac{104629}{91843} = 1,139$$

$$K_{2019} = \frac{110046}{104629} = 1,051$$

Определим коэффициент K_1 , характеризующий прирост количества экономически-активного населения, занятого в экономике, за определенный период:

$$K_1 = \frac{H_{2018}}{H_{2017}} \quad (3.2)$$

По данным Федеральной службы государственной статистики [17], количество экономически-активного населения составило:

- в 2017 г. 71 473 млн. чел.;
- в 2018 г. 72 592 млн. чел.;
- в 2019 г. 72 669 млн. чел.

$$K_1^{2018} = \frac{72592}{71473} = 1,015$$

$$K_1^{2019} = \frac{72669}{72592} = 1,001$$

Найдем переводной коэффициент K_2 , который характеризует норматив ущерба за соответствующий год, определяется по формуле 3.3:

$$K_2 = \frac{K}{K_1} \quad (3.3)$$

						23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			49

$$K_2^{2018} = \frac{1,139}{1,015} = 1,122;$$

$$K_2^{2019} = \frac{1,051}{1,001} = 1,049.$$

Умножая соответствующие нормативы величин ущерба на коэффициент K_2 , получим необходимые значения в текущих ценах.

В таблице 3.1 приведены нормы величин ущерба за 2017 год [18].

Таблица 3.1 – Нормы величин ущерба за 2017 год

Наименование показателя	Стоимостная оценка, тыс. руб.
гибель человека, имевшего семью (H_1^{2017})	36 135,7
гибель человека, не имевшего семью (H_2^{2017})	34 455,2
ранение человека, получившего инвалидность и не работающего (H_3^{2017})	17 338,1
ранение человека, получившего инвалидность и работающего (H_4^{2017})	9 835,4
ранение человека в случае временной нетрудоспособности (H_5^{2017})	174,8
гибель ребенка (H_6^{2017})	42 693,4

Найдем нормативы для 2018 года:

$$H_1^{2018} = 1,122 \times 36\,135,7 = 40\,544,2, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_2^{2018} = 1,122 \times 34\,455,2 = 38\,658,7, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_3^{2018} = 1,122 \times 17\,338,1 = 19\,453,3, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_4^{2018} = 1,122 \times 9\,835,4 = 11\,035,3, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_5^{2018} = 1,122 \times 174,8 = 196,1, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_6^{2018} = 1,122 \times 42\,693,4 = 47\,902, \text{ тыс. руб.}$$

Найдем нормативы для 2019 года:

$$H_1^{2019} = 1,049 \times 40\,544,2 = 42\,530,8, \text{ тыс. руб.};$$

						23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
							50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

$$H_2^{2019} = 1,049 \times 38\,658,7 = 40\,552,9, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_3^{2019} = 1,049 \times 19\,453,3 = 20\,406,5, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_4^{2019} = 1,049 \times 11\,035,3 = 11\,576, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_5^{2019} = 1,049 \times 196,1 = 205,7, \text{ тыс. руб.};$$

$$H_6^{2019} = 1,049 \times 47\,902 = 50\,249,2, \text{ тыс. руб.}$$

Произведем расчет величины ущерба от ДТП, произошедших на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева за 2019 год, повлекших за собой гибель и ранения людей.

Ущерб, связанный со смертью и ранениями людей, попавших в ДТП, определяется по формуле 3.4:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} = N_{\text{П}} \times C_{\text{П}} + N_{\text{Р}} \times C_{\text{Р}}, \quad (3.4)$$

где $N_{\text{П}}$ – число погибших;

$C_{\text{П}}$ – стоимость потерь от одного ДТП со смертельным исходом;

$N_{\text{Р}}$ – число раненных;

$C_{\text{Р}}$ – средняя стоимость потерь от одного ДТП с ранением.

На исследуемом узле УДС за 2019 год произошло 7 ДТП, в которых 7 человек получили ранения, погибших нет.

Ранения бывают разной тяжести, поэтому найдем среднее для нормативов величин ущерба, в которых не погибли люди за 2019 год по формуле 3.5:

$$C_{\text{Р}}^{\text{сред}} = \frac{H_2^{2019} + H_3^{2019} + H_4^{2019} + H_5^{2019}}{4} \quad (3.5)$$

$$C_{\text{Р}}^{\text{сред}} = \frac{40552,9 + 20406,5 + 11576 + 205,7}{4} = 18\,185, \text{ тыс. руб.}$$

Определим суммарный ущерб, связанный со смертью и ранениями людей, попавших в ДТП на исследуемом перекрестке за 2019 год из формулы 3.4:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} = 7 \times 18\,185 = 127\,295, \text{ тыс. руб.}$$

Снижение величины ущерба от ДТП после осуществления мероприятий по улучшению ОДД на исследуемом узле УДС определяется по формуле 3.6 [19]:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{пр}} = C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} \times (1 - P_{\text{М}}), \quad (3.6)$$

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

где P_M – вероятность снижения количества ДТП за год, прогнозируемое на рассматриваемом участке в случае проведения комплекса мероприятий по повышению уровня БДД.

Данный коэффициент найдем по формуле 3.7:

$$P_M = \frac{\sum_{m=1}^M \left(\frac{1}{1 - P_m} - 1 \right)}{1 + \sum_{m=1}^M \left(\frac{1}{1 - P_m} - 1 \right)}, \quad (3.7)$$

где M – число мероприятий по повышению уровня БДД;

P_m – средняя вероятность снижения числа ДТП, зависящая от типа проведенного мероприятия;

$P_{m.об}$ – вероятность снижения ДТП после обустройства островков безопасности для пешеходов, ($P_{m.об} = 0,38$);

$P_{m.зк}$ – вероятность снижения ДТП после обустройства остановочных пунктов заездными карманами и переходно-скоростными полосами для маршрутных транспортных средств, ($P_{m.зк} = 0,44$);

$P_{m.рз}$ – вероятность снижения ДТП после нанесения новой разметки и установки новых знаков, ($k_{нр} = 0,34$);

$P_{m.рп}$ – вероятность снижения ДТП после устройства разделительных полос, ($k_{рп} = 0,3$).

$$P_M = \frac{\left(\frac{1}{1-0,38} - 1 \right) + \left(\frac{1}{1-0,44} - 1 \right) + \left(\frac{1}{1-0,3} - 1 \right) + \left(\frac{1}{1-0,34} - 1 \right)}{1 + \left(\frac{1}{1-0,38} - 1 \right) + \left(\frac{1}{1-0,44} - 1 \right) + \left(\frac{1}{1-0,3} - 1 \right) + \left(\frac{1}{1-0,34} - 1 \right)} = 0,74.$$

$$C_{ДТП}^{пр} = 127\,295 \times (1 - 0,74) = 33\,096,7, \text{ тыс. руб.}$$

Снижение величины ущерба от ДТП после осуществления мероприятий по улучшению ОДД на исследуемом узле УДС составит 161485, тыс. руб.

						23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			52

3.2 Капитальные вложения, необходимые для внедрения мероприятий на проектируемом объекте

Основными категориями затрат на внедрение мероприятий по организации дорожного движения на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева являются:

- затраты на нанесение дорожной разметки;
- затраты на установку дорожных знаков;
- затраты на установку светофорных объектов (транспортных и пешеходных);
- затраты на изменение конфигурации (обустройство остановочных «карманов», расширение полосы движения, обустройство островков безопасности, обустройство разделительной полосы и места для разворота).

Чтобы посчитать общие затраты воспользуемся формулой 3.8:

$$K = K_{\text{уст.зн}} + K_{\text{нан.р}} + K_{\text{уст.св}} + K_{\text{конф}}, \quad (3.8)$$

где $K_{\text{уст.зн}}$ – затраты на установку дорожных знаков, руб.;

$K_{\text{нан.р}}$ – затраты на нанесение дорожной разметки, руб.;

$K_{\text{уст.св}}$ – затраты на установку светофорных объектов, руб.;

$K_{\text{конф}}$ – затраты на изменение конфигурации, руб.

В предлагаемой схеме организации дорожного движения на рассматриваемом узле УДС предлагается установить знаки:

- 1.17 в количестве 1 шт.;
- 2.1 в количестве 3 шт.;
- 2.4 в количестве 2 шт.;
- 3.24 в количестве 1 шт.;
- 4.2.1 в количестве 3 шт.;
- 4.2.2 в количестве 3 шт.;
- 4.2.3 в количестве 3 шт.;
- 5.15.2 в количестве 9 шт.;

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

- 5.15.3 в количестве 2 шт.;
- 5.15.4 в количестве 1 шт.;
- 5.15.5 в количестве 1 шт.;
- 5.15.6 в количестве 1 шт.;
- 5.16 в количестве 2 шт.;
- 5.19.1(2) в количестве 12 шт.;
- 6.16 в количестве 4 шт.

Знаки устанавливаются на стойках и растяжках, для установки потребуется 2 растяжки и 19 стоек. Всего требуется установить 48 знаков дорожного движения.

По прейскуранту Производственной компании «Росзнак» [20]:

- стоимость стойки для знака составляет 1 500 руб.;
- средняя стоимость знака – 630 руб.;
- стоимость креплений – 150 руб.;
- стоимость установки стойки – 1 800 руб.;
- стоимость установки знака на стойку – 250 руб.;
- стоимость установки знака на растяжку – 2 000 руб.;
- стоимость растяжки – 9 000 руб.;
- стоимость установки растяжки – 18 000 руб.

$K_{уст.зн} = 145\,990$, руб.

При изменении организации дорожного движения на рассматриваемом перекрестке предлагается нанести дорожную разметку. Чтобы определить стоимость нанесения разметки, необходимо привести все показатели к единице измерения m^2 , расчет площади наносимой разметки ведется по ГОСТ 51256-99[21]:

- разметка 1.1 – 7 m^2 ;
- разметка 1.3 – 8 m^2 ;
- разметка 1.5 – 18 m^2 ;
- разметка 1.6 – 6 m^2 ;
- разметка 1.7 – 5 m^2 ;
- разметка 1.8 – 3 m^2 ;

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

- разметка 1.11 – 2 м²;
- разметка 1.12 – 4 м²;
- разметка 1.14.1 – 18 м²;
- разметка 1.16.2 – 5 м²;
- разметка 1.17 – 13 м²;
- разметка 1.18 – 29 шт.;
- разметка 1.19 – 2 шт.;
- разметка 1.25 – 2 м².
- Разметка 2.7 – 7 м²;

Согласно прейскуранту Производственной компании «АМК груп» стоимость нанесения разметки термопластиком за один м² составляет 105 руб., за нанесение изображений (разметка 1.18, 1.19 и т.д.) и остальные виды дорожной разметки 1500 руб.

$$K_{\text{нан.р}} = 57\,000, \text{ руб.}$$

Количество устанавливаемых светофорных объектов:

- Т.1 – 3 шт.;
- Т.2 – 6 шт.;
- П.1 – 12.

При ширине проезжей части от 3 полос и более транспортные светофоры устанавливают на Г-образную стойку, количество требуемых стоек – 1 шт.

Стоимость комплектующих и установки одного транспортного светофорного объекта около 2 000 000 руб.; стоимость Г-образной стойки и ее установки – 50 000 руб.; стоимость комплектующих и установки одного пешеходного светофорного объекта около 1 000 000 руб.

$$K_{\text{уст.св}} = 24,05, \text{ млн. руб.}$$

Объем и стоимость строительных работ, связанных с изменением конфигурации:

- установка бортового дорожного камня – 280 м (900 руб. за м)
- устройство газонов с использованием плодородных грунтов – 1 450 м² (1 500 руб. за м²),

										23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
											55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

- разборка асфальтобетонного покрытия с вывозом мусора – 680 м² (900 руб. за м²),

- устройство асфальтобетонного покрытия – 800 м² (1 500 руб. за м²),

$K_{\text{конф}} = 4,239$, млн. руб.

Из формулы (3.8) найдем общие затраты:

$K = 145\,990 + 57\,000 + 24\,050\,000 + 4\,239\,000 = 28\,491\,990$, руб.

3.3 Расчет экономической эффективности

Экономический эффект определяется по формуле 3.9:

$$\mathcal{E} = C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} - C_{\text{ДТП}}^{\text{пр}} \quad (3.9)$$

$\mathcal{E} = 127\,295 - 33\,096,7 = 94\,198,3$, тыс. руб.

Одним из основных показателей экономической эффективности является срок окупаемости затрат на внедрение предлагаемых изменений, определяемых по формуле 3.10:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\mathcal{E}} \quad (3.10)$$

$T_{\text{ок}} = \frac{28\,491\,990}{94\,198\,300} = 0,3$, г.

Срок окупаемости затрат на внедрение предлагаемых изменений составит 4 месяца.

Вывод по разделу три

В данном разделе был проведен расчет величины ущерба от ДТП, произошедших на исследуемом узле УДС за 2019 год, повлекших за собой гибель и ранения людей, были посчитаны основные затраты на внедрение мероприятий по ОДД, а также рассчитан экономический эффект и срок окупаемости проведенных мероприятий.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для реализации разрабатываемых мероприятий необходимо привлечение дорожных рабочих различной квалификации. Согласно инструкции по охране труда дорожного рабочего [22], к выполнению работ в качестве дорожного рабочего допускается работник не моложе 18 лет, прошедший медицинский осмотр, не имеющий противопоказаний по состоянию здоровья, имеющий необходимую теоретическую и практическую подготовку, прошедший вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда и обучение по специальной программе, аттестованный квалификационной комиссией и получивший допуск к самостоятельной работе.

Дорожный рабочий должен периодически, не реже одного раза в год, проходить проверку знаний требований охраны труда и получить допуск к работам повышенной опасности.

Дорожный рабочий, независимо от квалификации и стажа работы, не реже одного раза в три месяца должен проходить повторный инструктаж по безопасности труда; в случае нарушения требований безопасности, при перерыве в работе более чем на 30 календарных дней он должен пройти внеплановый инструктаж.

Для защиты от неблагоприятного воздействия опасных и вредных производственных факторов на здоровье дорожному рабочему следует пользоваться спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, выдаваемыми работодателем в соответствии с действующими Нормами выдачи.

4.1 Вредные производственные факторы, возникающие при дорожных работах

При организации работы на проектируемом объекте могут возникать опасные и вредные факторы, которые неблагоприятным образом скажутся на здоровье рабочих. К таким производственным факторам относят:

- повышенные уровни шума;

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

- повышенные уровни вибрации при работе ручным пневматическим инструментом;
- нагретые до высокой температуры жидкие вязущие материалы (битумы, эмульсии, дегти);
- повышенная концентрация содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны и др.

Шум – один из наиболее распространенных неблагоприятных физических факторов окружающей среды, приобретающих важное социально-гигиеническое значение, в связи с урбанизацией, а также механизацией и автоматизацией технологических процессов. Шум определяется как звук, оцениваемый негативно и наносящий вред здоровью.

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма. Для уменьшения неблагоприятного влияния шума, работающие могут применять индивидуальные защитные средства – противошумы, удовлетворяющие ГОСТ 15762-70 [23], если это не противоречит требованиям безопасного проведения работ.

По ГОСТ 12.1.003-83 [24] уровень шума в месте проведения ремонтных работ не должен превышать 80 дБА, т.к. ручной труд требует большой концентрации и многие действия оцениваются на слух человека.

Производственная вибрация – это механические колебательные движения упругих тел в условиях производства, передающиеся непосредственно телу человека или отдельным его частям и оказывающие неблагоприятное воздействие на организм.

Наиболее чувствителен человек к вертикальным колебаниям с частотой 4-8 Гц. Это объясняется тем, что частота собственных колебаний тела человека совпадает с вынужденными. Частота колебаний тела человека составляет:

- в области таза – 4-6 Гц;
- брюшной области – 4-8 Гц;

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

- головы относительно плеч – 30 Гц.

Вибрация вызывает утомление, головную боль, снижает внимание, ухудшает зрительное восприятие, что может привести к несчастному случаю на производстве.

Продолжительная постоянная общая или локальная вибрация выше допустимой, которая приведена в таблице 4.1, на рабочем месте существенно сказывается на состоянии здоровья человека, также по продолжительности нахождения человека в зоне вибрации не должно превышать 8 ч. в сутки.

Таблица 4.1 – Допустимые уровни вибрации при производстве дорожных работ

Частоты октавных полос, Гц	Допустимые значения нормируемого параметра				
	По виброускорению, м/с		По виброскорости, м/с ⁻²		дБ
1	1,1	0,39	20	6,3	132
2	0,79	0,42	7,1	3,5	123
4	0,57	0,8	2,5	3,2	114
8	0,6	1,62	1,3	3,2	108
16	1,14	3,2	1,1	3,2	107
31,5	2,26	6,28	1,1	3,2	107
63	4,49	12,76	1,1	3,2	107

Следующим вредным производственным фактором можно считать повышенную концентрацию содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Во время приготовления асфальтобетонной смеси в нее добавляют до 5 пластификаторов и другие добавки. Получается, что испарения из асфальта являются смесью нефтепродуктов. С водой из асфальта плавут соли никеля, ванадия и других металлов. Некоторые соединения никеля и ванадия относятся к первому и второму классам токсичности и являются канцерогенами.

По мнению иностранных специалистов, 10-15% от общего количества вредных веществ, поступающих в городскую атмосферу в результате человеческой деятельности, составляют пары асфальта. Негативное воздействие на человека и окружающую природную среду оказывают вредные элементы, выделяемые как при производстве и укладке асфальта, так и при его эксплуатации. Сам по себе асфальт

входит в перечень опасных веществ, в случае контакта с которыми работники обязаны проходить периодические медицинские осмотры (п. 2.5 приказа Минздравмедпрома России Госкомсанэпиднадзора России от 5 октября 1995 г. № 280/88). К работе с битумом, одним из основных составляющих асфальта, не допускаются люди, страдающие целым рядом заболеваний. В таблице 4.2 приведены максимально допустимые концентрации опасных веществ по степени опасности для организма.

Таблица 4.2 – Максимально допустимые концентрации опасных веществ

Наименование показателя	Норма класса опасности	
	I	II
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1-1,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м	Менее 500	500-5000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0

4.2 Организация движения в местах ремонта дорог

Согласно ОДМ 218.6.019-2016 [26], для организации и обеспечения безопасности дорожного движения в местах производства работ руководствуются соответствующими требованиями технических регламентов, межгосударственных и национальных стандартов, правилами и другими отраслевыми дорожными методиками по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, ремонте и содержании автомобильных дорог (далее - дорог), независимо от форм их собственности, для обустройства мест производства работ используются:

- временные дорожные знаки;
- временную разметку проезжей части;
- ограждающие и направляющие устройства;
- средства сигнализации;
- дорожные устройства.

Места производства работ на участках дорог в населенных пунктах:

- организацию движения на участках дорог в населенных пунктах осуществляется с учетом преимущества в движении маршрутных транспортных средств;

- остановочные пункты маршрутных транспортных средств на участках проведения долговременных работ для обеспечения безопасных условий движения пешеходов и пассажиров переносятся за его границы. Остановочные пункты временно располагаются на расстоянии от 30 до 40 м до начала зоны отгона и от 15 до 25 м после окончания зоны возвращения и оборудуются дорожными знаками на переносных опорах, обозначающими места остановки маршрутных транспортных средств и пешеходными переходами. Остановочные пункты дополнительно оборудуются посадочными площадками, а в населенных пунктах и тротуарами;

- если условия производства работ вызывают необходимость пропуска пешеходов по проезжей части, устанавливаются временные защитные барьеры или защитные блоки, отделяющие пешеходов от транспортных потоков;

- на участках долговременных дорожных работ на ограждающие устройства устанавливаются фонари красного или желтого цвета;

- на участках производства работ под путепроводами, эстакадами или в тоннелях фонари включаются круглосуточно. Допускается использовать вместо ограждений автомобили прикрытия с включенными проблесковыми маячками;

- на участках дорог в населенных пунктах при проведении дорожных работ с закрытием движения пешеходов по тротуару устраиваются временные

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

пешеходные переходы за пределами участка проведения работ по ГОСТ Р 52766–2007. Временные пешеходные переходы не устраиваются, если расстояние до следующего существующего перехода составляет менее 150 м. В случае ремонта пешеходного тоннеля или моста и невозможности пропуска по ним пешеходов, мероприятия по пропуску пешеходов разрабатываются индивидуально в каждом конкретном случае;

- при выполнении работ с разрытиями на тротуарах, пешеходных (велосипедных) дорожках устанавливаются пешеходные мостики для пропуска пешеходов (велосипедистов) через траншеи с учетом интенсивности пешеходного (велосипедного) движения. Мостики оборудуются перильными ограждениями и, при необходимости, пандусами для проезда велосипедистов и инвалидных колясок, пешеходные проходы при наличии вблизи высотного строительства – защитными козырьками;

- пешеходные и велосипедные дорожки по возможности не перекрываются для движения. В случае необходимости сужения дорожек, а также при пропуске пешеходов и велосипедистов по временным мостам обеспечивается минимальная ширина дорожек:

- 1) 1,0 м для пешеходов;
- 2) 1,0 м для велосипедов без встречного движения;
- 3) 1,5 м для велосипедов со встречным движением;
- 4) 1,5 м для совмещенного пешеходного и велосипедного движения.

- край траншеи рекомендуется располагать на расстоянии не менее 0,2 м от края пешеходной или велосипедной дорожки.

На рисунке 4.1 приведена схема организации участка дороги на котором ведутся ремонтные работы. Участок временного изменения движения включает в себя 5 зон:

- зона предупреждения определяется местом установки основного знака 1.25 "Дорожные работы", а ее протяженность – расстоянием от основного предупреждающего знака 1.25 до первого направляющего или ограждающего устройства;

						23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			62

- зона отгона предупреждает и направляет водителей по траектории объезда места ведения строительных работ;
- продольная буферная зона;
- продольная буферная зона. Длина продольной буферной зоны принимается равной на двухполосных дорогах – не менее 15 м;
- перед рабочей зоной в случаях сужения проезжей части обеспечивается плавное изменение траектории движения транспортных средств на протяжении длины зоны отгона.
- зона возвращения. Длина зоны возвращения принимается равной расстоянию от конца рабочей зоны до места установки последнего направляющего устройства.

Для устройства мест производства работ устанавливаются и демонтируются технические средства организации дорожного движения в определенном порядке:

- дорожные знаки, наиболее удаленные от мест производства работ для направления на полосы объезда;
- дорожные светофоры;
- временная дорожная разметка;
- направляющие устройства;
- ограждающие устройства.

Демонтаж временных технических средств организации дорожного движения, направляющих и ограждающих устройств, прочих технических средств осуществляется незамедлительно после завершения работ в обратной последовательности.

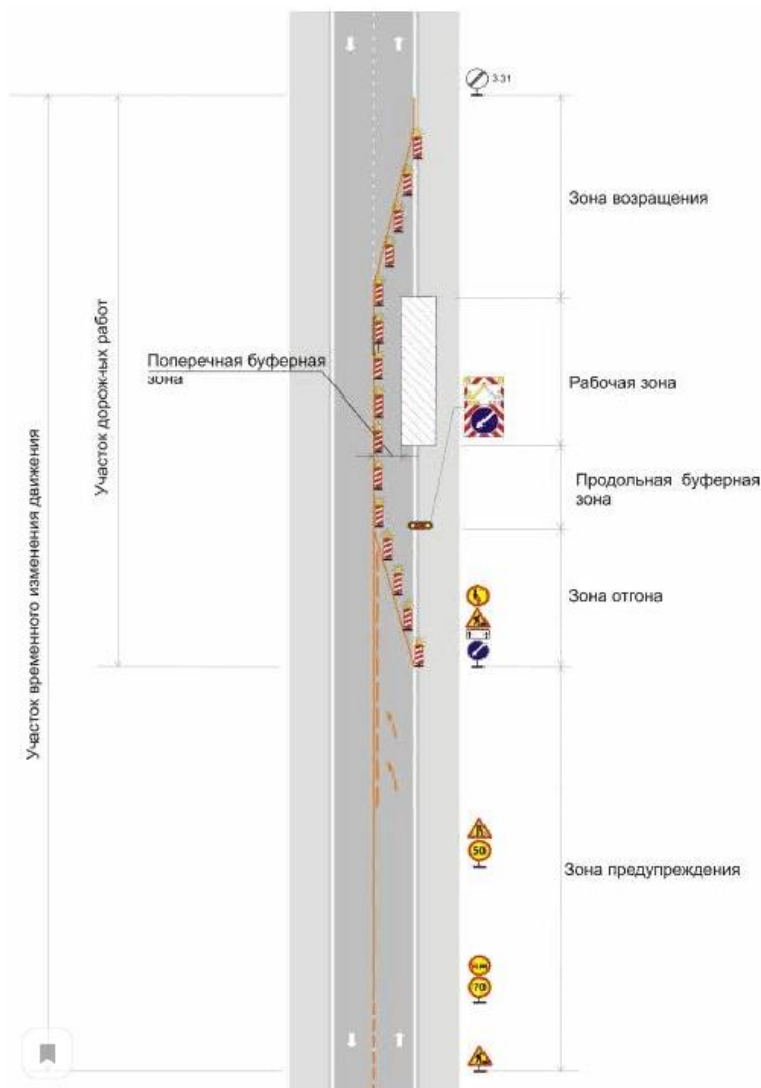


Рисунок 4.1 – Схема организации участка дороги на котором ведутся ремонтные работы

Рекомендации по обеспечению безопасности персонала:

- перед началом работ персонал ознакомляется со схемой организации движения и ограждения места производства работ, с порядком движения дорожных машин и транспортных средств в местах разворотов, въездах и съездах, местах складирования материалов и хранения инвентаря;
- персонал, выполняющий дорожные работы, обеспечивается специальной одеждой (жилетами) ярко-оранжевого цвета, надеваемой поверх обычной спецодежды, и другими средствами индивидуальной защиты по установленным нормам;

- выдача персоналу сигнальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты по установленным нормам производится за счет средств работодателя.

4.3 Оценка улучшения экологической ситуации при устранении затора на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева г. Челябинска

Сравнивая суммарные данные, получим, что экологический ущерб от перекрестка сократился с 16 084 мг/м³ до 14 906 мг/м³, это показывает, что экологический ущерб, наносимый токсичными выбросами, снизится на 1179 мг/м³. Значение оксида углерода снизился на 607 мг/м³, показатель углеводородов уменьшился на 112 мг/м³, количество сажи уменьшилось на 0,4 мг/м³, показания оксида серы понизились на 3,6 мг/м³ и формальдегиды понизили свое значение на 0,47 мг/м³. На рисунке 4.2 показана сравнительная характеристика количества выбросов.



Рисунок 4.2 – Сравнение количества выбросов

В г. Челябинске имеется неблагоприятная экологическая ситуация и значительную часть приносят выбросы автомобильного транспорта. Ежедневно в утренние и вечерние часы пиковых нагрузок наблюдаются заторы на крупных перекрестках с интенсивностью потока не менее 1 000 авт./ч. Это значит, решив

ситуацию с заторами можно увеличить скорость транспортных потоков, а это в свою очередь значительно улучшит показатели чистоты воздуха, снизит риск таких заболеваний как онкология, заболевания дыхательных путей и аллергических реакций.

Выводы по разделу четыре

В данном разделе были рассмотрены вредные производственные факторы при проведении дорожных работ и их влияние на организм человека. Приведен пример организации дорожного движения и рассмотрены средства организации движения в местах проведения ремонтных дорог. Приведены рекомендации по обеспечению безопасности персонала. А также рассмотрена оценка улучшения экологической ситуации при устранении затора на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева г. Челябинска, в результате которой суммарный экологический ущерб снизился на 1 178 мг/м³.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были выявлены недостатки существующей организации дорожного движения на перекрестке ул. Молодогвардейцев и ул. Куйбышева. На основе этих недостатков была предложена новая схема организации проезда на рассматриваемом транспортном узле, исключая пересечение траекторий движения пешеходов и транспорта, учитывающая интенсивность транспортных потоков. В схеме предложено перенести разворот с пересечения, расширить полосы для движения, установить направляющие островки безопасности, оборудовать остановочные заездные «карманы», нанести соответствующую разметку, изменить фазы светофорного регулирования, что позволяет беззаторный проезд на рассматриваемом узле.

В результате беззаторного движения на рассматриваемом узле УДС был посчитан экологический эффект. Показатели токсичных компонентов приведены к единому показателю СО, что позволяет оценить суммарный экологический урон. Ущерб, наносимый рассматриваемым перекрестком, сократился с 16 084 мг/м³ до 14 906 мг/м³, это показывает, что вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, станет меньше на 1179 мг/м³.

По расчетам экономический эффект от внесения изменений положителен. Аварийность сократится на 90%. Срок окупаемости предлагаемых работ 4 месяца.

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липухин Д.Н. Географические различия автомобилизации на Урале// Современные исследования природных и социально-экономических систем. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования Екатеринбург, 17-18 ноября 2016 г. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Географобиологического факультета УрГПУ; Уральский государственный педагогический университет. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет (Екатеринбург), 2016. – С. 205209.

2. Официальная статистика ГИБДД: Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. – URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 25.04.2020).

3. Панина В.К. Автомобилизация в России: современное состояние, положительные и негативные аспекты// Непрерывное профессиональное образование. Теория и практика: Сборник научных статей по материалам 9-ой Международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов; Новосибирский государственный университет экономики и управления. – Новосибирск: Сибирская академия финансов и банковского дела, 2018. – С. 292 – 295.

4. Аналитическое агентство АВТОСТАТ: Ведущие мировые автомобильные рынки в 2019 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://autostat-ru.turbopages.org/s/autostat.ru/infographics/42919/> (дата обращения 14.04.2020).

5. Аналитическое агентство АВТОСТАТ: Рейтинг российских городов-миллионников по обеспеченности автомобилями в 2019 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://autostat-ru.turbopages.org/s/autostat.ru/press-releases/41923/> (дата обращения 14.04.2020).

6. Министерство транспорта Российской федерации: Безопасные и качественные дороги [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mintrans.ru/activities/141/145> (дата обращения 18.04.2020).

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

7. Официальная статистика ГИБДД: Показатели состояния безопасности дорожного движения за 2020 год [Электронный ресурс]. – URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 25.04.2020).

8. ГОСТ 33151-2014 Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52766-2007> (дата обращения 15.04.2020).

9. Морозова В.С., Поляцко В.Л. Экологическая безопасность транспортных средств: учебное пособие 2-е издание, переработанное и дополненное [Текст] / В.С. Морозова, В.Л. Поляцко; Южно-Уральский государственный университет. Кафедра эксплуатации автомобильного транспорта. – Челябинск 2015. – 6–9 с.

10. Морозова В.С., Гун В.С., Поляцко В.Л., Поляцко Е.В. Расчетно-экспериментальное определение выбросов загрязняющих веществ автотранспортом на перекрестках крупных городских автомагистралей// Современные транспортные технологии: задачи, проблемы, решения. Сборник трудов Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников, аспирантов и студентов; ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ). – Челябинск. Южно-Уральский институт управления и экономики, 2017. – С. 168 – 173.

11. Морозова В.С. Морозова В.С., Поляцко В.Л. Экологическая безопасность транспортных средств: Методическое пособие по выполнению лабораторных работ [Текст] / В.С. Морозова, В.Л. Поляцко; Южно-Уральский государственный университет. Кафедра эксплуатации автомобильного транспорта. – Челябинск 2010. – 14– 16 с.

12. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей: Издание второе, переработанное и дополненное — М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. — 30–40 с.

13. Федеральная служба государственной статистики: Количество автомобильных перевозок [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gks.ru/> (дата обращения 26.04.2020).

					23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ	Лист
						69
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

14. Danish, Zhang, J., Hassan, S. T., & Iqbal, K. (2020). Toward achieving environmental sustainability target in organization for economic cooperation and development countries: The role of real income, research and development, and transport infrastructure. *Sustainable Development*, 28(1), 83-90. doi:10.1002/sd.1973
15. Cao, X., Ouyang, S., Liu, D., & Yang, W. (2019). Spatiotemporal patterns and decomposition analysis of CO2 emissions from transportation in the pearl river delta. *Energies*, 12(11) doi:10.3390/en12112171
16. Р-03112199-0502-00 Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200026348> (дата обращения 12.05.2020).
17. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики: Показатели ВВП [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gks.ru/> (дата обращения 13.05.2020).
18. Верзилин В.А., Наролина Ю.В. Социально-экономический ущерб от ДТП как один из аспектов обеспечения экономической безопасности Российской Федерации// Регион: Системы, Экономика, Управление; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2019. – С. 143 – 152.
19. ОДМ 218.4.004-2009 Руководство по устранению и профилактике возникновению участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293826/4293826666.htm> (дата обращения 13.05.2020).
20. Сайт производственной компании «Росзнак». – URL: <https://ros-znak.com/> (дата обращения 13.05.2020).
21. ГОСТ Р 51256-99 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. – URL: <http://www.vashdom.ru/gost/51256-99/> (дата обращения 18.05.2020).
22. База инструкций по охране труда – URL: <https://инструкция-по-охране-труда.рф/для-дорожного-рабочего.html> (дата обращения 18.05.2020).

						<i>23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			<i>70</i>

23. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. – URL: <http://www.gosthelp.ru/text/Bezopasnosttrudapristroit.html> (дата обращения 08.06.2020)

24. ГОСТ 15762-70 Средства индивидуальной защиты от шума. Технические требования. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/464616685> (дата обращения 18.05.2020).

25. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200291> (дата обращения 18.05.2020).

26. ОДМ 218.6.019-2016 Рекомендации по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200132956> (дата обращения 21.05.2020).

					<i>23.03.01.2020.116.0.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>71</i>