**КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА**

**ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ «ЕМВА»**

**Этап II**

**«Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения (варианты проектирования)»**

**Согласовано:**

Руководитель администрации ГП «Емва»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Котов А.В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Генеральный директор ООО «Центр Транспортной Безопасности»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Жуков В. А.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Хабаровск 2020

**РЕФЕРАТ**

Отчет 29 с., 1 кн., 12 рис., 6 табл., 11 источн.

КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ, НАТУРНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ, ПЕШЕХОД, ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ, ПАССАЖИРСКИЙ ТРАНСПОРТ, ГРУЗОВОЙ ТРАНСПОРТ, ЭКОЛОГИЯ, ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА.

Объектом исследования является транспортная инфраструктура, в том числе организация дорожного движения и система пассажирского транспорта на территории городского поселения «Емва».

Цель работы – разработка Комплексной схемы организации дорожного движения. Программа мероприятий, направленных на увеличение пропускной способности улично-дорожной сети городского поселения «Емва», снижения аварийности, повышение эффективности работы пассажирского транспорта, улучшения экологической обстановки.

Основные этапы выполнения работ:

- выбор оптимального варианта проектирования транспортной инфраструктуры городского поселения «Емва».

**Основные задачи разработки**

**комплексной схемы организации дорожного движения:**

1) сбор и анализ данных о параметрах улично-дорожной сети и существующей схеме организации дорожного движения на территории городского поселения «Емва», выявление проблем, обусловленных недостатками в развитии территориальной транспортной системы;

2) анализ существующей системы пассажирского транспорта на территории городского поселения «Емва»;

3) анализ существующей сети транспортных корреспонденций городского поселения «Емва» с другими муниципальными образованиями и территориями;

4) анализ планов социально-экономического развития городского поселения «Емва»;

5) разработка мероприятий по оптимизации схемы организации и повышению безопасности дорожного движения на территории городского поселения «Емва»;

6) разработка мероприятий по оптимизации парковочного пространства на территории городского поселения «Емва»;

7) разработка мероприятий по оптимизации работы системы пассажирского транспорта на территории городского поселения «Емва».

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| Основные термины и определения | **5** |
| Обозначения и сокращения | **6** |
| Этап II. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения (варианты проектирования). | **7** |
| 1.Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения, определение вариантов проектирования в увязке с документами территориального планирования и документации по планировке территории | **7** |
| 2.Оценка, сравнение и выбор предлагаемого к реализации варианта осуществляются на основании результатов прогнозирования параметров дорожного движения, в том числе с использованием программных средств и математического моделирования | **9** |
| 3.Разработка базовых микромоделей ключевых транспортных узлов | **16** |
| 3.1.Обоснование выбора транспортных узлов для осуществления моделирования | **16** |
| 3.2.Описание методов и инструментального комплекса моделирования | **18** |
| 3.3.Расчет основных характеристик транспортных потоков | **20** |
| 4.Анализ результатов имитационного моделирования на микроуровне | **24** |
| 5.Разработка предложений по оптимизации организации дорожного движения на рассматриваемых транспортных узлах с проработкой на микромоделях | **25** |
| Список использованных источников | **29** |

**Основные термины и определения**

Автомобильная дорога – объект транспортной инфраструктуры, предназначенный для движения транспортных средств и включающий в себя земельные участки в границах полосы отвода автомобильной дороги и расположенные на них или под ними конструктивные элементы (дорожное полотно, дорожное покрытие и подобные элементы) и дорожные сооружения, являющиеся ее технологической частью, - защитные дорожные сооружения, искусственные дорожные сооружения, производственные объекты, элементы обустройства автомобильных дорог.

Велосипедная дорожка – конструктивно отделенный от проезжей части и тротуара элемент дороги (либо отдельная дорога), предназначенный для движения велосипедистов и обозначенный знаком 4.4.1.

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

Организация дорожного движения – комплекс организационно-правовых, организационно-технических мероприятий и распорядительных действий по управлению движением на дорогах.

Парковка (парковочное пространство) – специально обозначенное и, при необходимости, обустроенное и оборудованное место, являющееся в том числе частью автомобильной дороги и (или) примыкающее к проезжей части и (или) тротуару, обочине, эстакаде или мосту либо являющееся частью подэстакадных или подмостовых пространств, площадей и иных объектов улично-дорожной сети, зданий, строений или сооружений и предназначенное для организованной стоянки транспортных средств на платной основе или без взимания платы по решению собственника или иного владельца автомобильной дороги, собственника земельного участка либо собственника соответствующей части здания, строения или сооружения.

Пешеход – лицо, находящееся вне транспортного средства на дороге либо на пешеходной или велопешеходной дорожке и не производящее на них работу. К пешеходам приравниваются лица, передвигающиеся в инвалидных колясках без двигателя, ведущие велосипед, мопед, мотоцикл, везущие санки, тележку, детскую или инвалидную коляску, а также использующие для передвижения роликовые коньки, самокаты и иные аналогичные средства.

Правила дорожного движения (ПДД) – свод правил, регулирующих обязанности участников дорожного движения (водителей транспортных средств, пассажиров, пешеходов и т.д.), а также технические требования, предъявляемые к транспортным средствам для обеспечения безопасности дорожного движения.

Техническое средство организации дорожного движения – дорожный знак, разметка, светофор, дорожное ограждение и направляющее устройство.

Транспортный поток – совокупность транспортных единиц, совершающих упорядоченное движение в сечении выбранного перегона.

Улично-дорожная сеть – совокупность участков улиц и дорог, объединенных по административному или географическому признаку.

**Обозначения и сокращения**

|  |  |
| --- | --- |
| **Сокращения** | **Обозначение** |
| а/д | Автомобильная дорога |
| д. | Деревня |
| ГИБДД | Государственная инспекция по безопасности дорожного движения |
| ДТП | Дорожно-транспортные происшествия |
| КСОДД | Комплексная схема организации дорожного движения |
| ОДД | Организация дорожного движения |
| пст. | Поселок сельского типа |
| ПДД | Правила дорожного движения |
| с. | Село |
| ТП | Транспортные потоки |
| ТСОДД | Технические средства организации дорожного движения |
| ТС | Транспортное средство |
| УДС | Улично-дорожная сеть |
| ул. | Улица |

**Этап II. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения (варианты проектирования)**

1. **Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения, определение вариантов проектирования в увязке с документами территориального планирования и документации по планировке территории**

Весомую долю в экономику городского поселения «Емва» вносит системообразующее предприятие ООО «Плитный мир». От устойчивой работы данного предприятия зависит экономическое и социальное благополучие не только городского поселения, г. Емвы, но и района.

Требование повышения качества жизни населения и долгосрочного развития экономики городского поселения обуславливает решение следующего ряда стратегических задач:

* рост экономического потенциала, развитие рыночной инфраструктуры, привлечение инвестиций;
* рост доходов населения, сохранение здоровья, рост образовательного и культурного уровня жителей;
* стремление к долговременной экономической и экологической безопасности развития;
* изменение демографической ситуации;
* современные методы организации транспортной инфраструктуры.

Оценка вариантов проектирования осуществляется на основе существующего и прогнозируемого уровней безопасности дорожного движения и интенсивности дорожного движения, затрат времени на передвижение транспортных средств и пешеходов (благоприятные условия), уровня загрузки дорог движением, перепробега транспортных средств, удобства пешеходного и велосипедного движения.

При подготовке принципиальных предложений и решений по основным мероприятиям организации дорожного движения городского поселения «Емва» был проведен анализ возможных вариантов транспортной политики на исследуемой территории. Полученные результаты анализа характеристики сложившейся ситуации по организации дорожного движения показали, что существующая транспортная система и инфраструктура, в целом, удовлетворяет потребности участников дорожного движения и обладает достаточными резервами, в том числе и на прогнозные периоды.

Основными видами наземных перемещений жителей, как показало натурное обследование является индивидуальный транспорт, общественный транспорт, и пешие передвижения.

Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения призваны обеспечить удовлетворение всего спектра транспортных потребностей, обусловленных вариантами социально-экономического развития городского поселения. При разработке сценариев развития транспортного комплекса помимо основных показателей социально-экономического развития учитывались макроэкономические тенденции, таким образом, позволяющие разработать два возможных сценария развития комплексных мероприятий по развитию организации дорожного движения. По результатам укрупненного сценария развития рассматриваются варианты изменения транспортной инфраструктуры – базовый и оптимистичный.

***Базовый*** вариант предполагает пассивную позицию развития и сохранение существующей транспортной инфраструктуры города. К мероприятиям по организации дорожного движения и повышению уровня безопасности движения относятся:

* обеспечение сохранности автомобильных дорог, долговечности и надежности конструкций и сооружений путем произведения ремонтных работ за счет местного бюджета;
* обновление горизонтальной разметки;
* замена устаревших дорожных знаков;
* устранение очагов аварийности (мест концентрации ДТП) с понижением транспортного риска путем минимальных вложений.

***Оптимистичный*** вариант предполагает более расширенный перечень мероприятий: строительство и продление автомобильных дорог, строительство транспортных развязок, введение светофорного регулирования, комплексное обустройство безопасных условий для передвижения пешеходов и велосипедистов и т.п.

Учитывая имеющуюся информацию о возможном дальнейшем развитии исследуемой территории на основе документов территориального планирования и стратегического планирования, предлагается внедрение мероприятий из перечня ***оптимистичного*** варианта.

Таким образом, оптимистичный вариант развития городского поселения «Емва» является предпочтительным в качестве существующего условия для дальнейшей разработки проекта КСОДД и благоприятного развития городского поселения. Но, в случае значительных изменений: социально-экономическом и транспортно-инфраструктурном развитии территории, т.е. в случае изменения дорожно-транспортной ситуации Приказом № 43 Минтранса РФ предусматривается корректировка КСОДД, но не реже чем один раз в пять лет.

1. **Оценка, сравнение и выбор предлагаемого к реализации варианта осуществляются на основании результатов прогнозирования параметров дорожного движения, в том числе с использованием программных средств и математического моделирования**

Исходя из выбранного вариант развития транспортный инфраструктуры городского поселения «Емва» (таковым является оптимистический), при помощи математического моделирования, будут рассмотрены изменения параметров дорожного движения.

Анализ исходных данных, содержащих информацию об исследуемой территории позволяет сформировать следующие суждения. В ближайшие 15 лет прогнозируется рост городского населения, миграционный уровень (в другие города и регионы России) приобретет тенденцию спада. Планируется развитие промышленного комплекса, связанного с лесозаготовкой и лесопереработкой, мясо-молочного направления. Рассматривается расширение сферы коммерческой деятельности. Развитие малого и среднего предпринимательства приобретет более активный характер в связи с будущей реализацией ряда мероприятий. Уровень автомобилизации населения также приобретет характер роста, что подразумевает некоторые изменения и нововведения в транспортной инфраструктуре исследуемой территории (дорожный ремонт, обстановка дорог техническими средствами организации дорожного движения, продление некоторых улиц, создание новых проездов, улучшение условий пешеходного и велосипедного движений и т.д.).

Модели спроса на транспорт можно охарактеризовать как математические «инструменты», которые качественно и количественно описывают перемещения транспортного потока, выбор активностей, выбор направления транспортного потока, выбор транспортного средства и выбор пути.

В экономике понятие «спрос» обозначает удовлетворение потребностей. В применении к транспортному сектору транспортный спрос обозначает удовлетворение опосредованных потребностей в перемещении различного вида (к примеру работа, дом, магазин и другие места). Транспортный спрос отображает все перемещения субъектов или объектов, а также любые другие полноценные агрегирования. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения призваны обеспечить удовлетворение всего спектра транспортных потребностей, обусловленных вариантами социально-экономического развития исследуемой территории. Согласно данным социально-демографической статистики на прогнозные периоды, количество населения городского поселения «Емва» будет носить характер снижения. С высокой долей вероятности, схема расселения населения сохранит свою прежнюю структуру расселения.

Определение параметров дорожного движения является неотъемлемой частью при разработке мероприятий по снижению аварийности на дороге, а также для совершенствования регулирования дорожного движения на перекрестке или перегонах, автомобильных дорогах. К основным параметрам относят интенсивность движения транспортных потоков, которая характеризует транспортный спрос. На территории г. Емва, на прогнозные периоды, как административного центра, изменений параметров дорожного движения в значительной степени не прогнозируется (на основе статистических данных уровня автомобилизации). Для возможного прогнозирования интенсивности движения на исследуемой улично-дорожной сети используются данные уровня автомобилизации и существующей интенсивности движения, определенных на основе натурных обследований и социально-демографической статистики. В настоящее время уровень автомобилизации в поселении составляет порядка 170 авт./1000 жит.

Одним из вариантов специальных расчетов математического моделирования, который, в зависимости от имеющейся информации и условий реализации, может выполняться для прогнозирования будущей ситуации, является метод экстраполяции. Метод экстраполяции основан на использовании данных многолетнего учета движения и выявлении закономерностей роста автомобилизации в ретроспективе с последующим выводом установленных тенденций на будущий (прогнозный) период. Иными словами, экстраполяция заключается в изучении сложившихся в настоящем и прошлом устойчивых тенденций экономического развития и их перенос на будущее. При использовании такого метода аппроксимация полученных рядов динамики осуществляется, как правило, по линейной зависимости с определением среднего темпа роста.

На основе данного метода прогнозирования проведем расчет перспективной численности населения и уровня автомобилизации городского поселения «Емва», результат укажем в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Прогнозирование данных на перспективные периоды

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | краткосрочный период  (до 2023 г.) | среднесрочный период  (до 2028 г.) | долгосрочный период  (до 2033 г.) |
| численность населения, чел. | 12504 | 11193 | 9883 |
| транспортный парк района, ед. | 198 | 226 | 242 |

В связи с тем, что уровень автомобилизации будет расти, можно прогнозировать сохранение баланса использования индивидуального транспорта на территории городского поселения «Емва» в перспективе до долгосрочного периода.

где n – число лет, на которые прогнозируется интенсивность, – интенсивность движения в исходный год, – средние темпы роста.

С учетом прогнозируемого увеличения количества транспортных средств, без значительных изменений пропускной способности дорог, возможным сценарием является повышение интенсивности движения на отдельных участках дорог с образованием заторов в пиковые периоды, имеющих минимальное влияние на дорожную обстановку на улично-дорожной сети.

Полученные значения позволят произвести расчет интенсивности транспортных потоков, математически смоделированных по методу экстраполяции на прогнозные периоды. Итоги математического моделирования представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Прогнозируемая интенсивность транспортных потоков

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № точки сбора исходной информации | Наименование перекрестка | Направление движения | Пиковые значения интенсивности, авт./ч. | | | | | |
| краткосрочный период (до 2023 г.) | | среднесрочный период (до 2028 г.) | | долгосрочный период (до 2033 г.) | |
| утренний период | вечерний период | утренний период | вечерний период | утренний период | вечерний период |
| 1. | ул. Дзержинского –  ул. Пилотов | от а/д 87Р-001 «Сыктывкар-Ухта» до ул. Пилотов (по ул. Дзержинского) | 202 | 191 | 234 | 221 | 270 | 255 |
| от ул. Пилотов до а/д 87Р-001 «Сыктывкар-Ухта» (по ул. Дзержинского) | 190 | 170 | 219 | 196 | 254 | 227 |
| от ул. 30 лет Победы до  ул. Пилотов  (по ул. Дзержинского) | 211 | 227 | 244 | 262 | 282 | 303 |
| от ул. Пилотов до  ул. 30 лет Победы  (по ул. Дзержинского) | 235 | 246 | 271 | 284 | 314 | 329 |
| от Аэропорта до  ул. Дзержинского  (по ул. Пилотов) | 67 | 62 | 78 | 71 | 90 | 83 |
| от ул. Дзержинского до Аэропорта (по ул. Пилотов) | 56 | 64 | 65 | 74 | 75 | 86 |
| 2. | ул. Дзержинского –  ул. 30 лет Победы | от Октябрьской ул. До  ул. Дзержинского  (по ул. 30 лет Победы) | 185 | 201 | 214 | 232 | 248 | 269 |
| от ул. Дзержинского до Октябрьской ул.  (по ул. 30 лет Победы) | 158 | 170 | 183 | 196 | 212 | 227 |
| от Водоканала до  ул. Дзержинского  (по ул. 30 лет Победы) | 49 | 37 | 57 | 43 | 66 | 50 |
| от ул. Дзержинского до Водоканала  (по ул. 30 лет Победы) | 37 | 33 | 43 | 38 | 50 | 44 |
| от ул. Пилотов до  ул. 30 лет Победы  (по ул. Дзержинского) | 214 | 234 | 248 | 270 | 287 | 312 |
| от ул. 30 лет победы до  ул. Пилотов  (по ул. Дзержинского) | 227 | 223 | 262 | 258 | 303 | 299 |

продолжение таблицы 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2. | ул. Дзержинского –  ул. 30 лет Победы | от ул. Гущина до  ул. 30 лет Победы  (по ул. Дзержинского) | 179 | 165 | 206 | 191 | 239 | 221 |
| от ул. 30 лет Победы до  ул. Гущина  (по ул. Дзержинского) | 205 | 211 | 238 | 244 | 275 | 282 |
| 3. | ул. Дзержинского –  ул. Пушкина | от ул. Дзержинского до Пионерской ул.  (по ул. Пушкина) | 127 | 113 | 147 | 131 | 170 | 152 |
| от Пионерской ул. до  ул. Дзержинского  (по ул. Пушкина) | 171 | 150 | 197 | 174 | 228 | 201 |
| от ул. Гущина до  ул. Пушкина  (по ул. Дзержинского) | 200 | 203 | 231 | 235 | 267 | 272 |
| от ул. Пушкина до  ул. Гущина  (по ул. Дзержинского) | 219 | 219 | 253 | 253 | 293 | 293 |
| от Московской ул. до  ул. Пушкина  (по ул. Дзержинского) | 223 | 203 | 258 | 235 | 299 | 272 |
| от ул. Пушкина до Московской ул.  (по ул. Дзержинского) | 248 | 225 | 287 | 260 | 332 | 300 |
| 4. | ул. Дорожная – Московская ул. | от Вымской ул. до Дорожной ул. (по Московской ул.) | 89 | 102 | 103 | 118 | 119 | 137 |
| от Дорожной ул. до Вымской ул. (по Московской ул.) | 73 | 77 | 84 | 90 | 98 | 104 |
| от ул. Пушкина до Московской ул.  (по Дорожной ул.) | 203 | 203 | 235 | 235 | 272 | 272 |
| от Московской ул. до  ул. Пушкина  (по Дорожной ул.) | 216 | 228 | 249 | 263 | 288 | 305 |
| от Московской ул. до Сосновой ул.  (по Дорожной ул.) | 221 | 203 | 256 | 235 | 296 | 272 |

продолжение таблицы 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4. | ул. Дорожная – Московская ул. | от Сосновой ул. до Московской ул.  (по Дорожной ул.) | 218 | 226 | 252 | 261 | 291 | 302 |
| 5. | ул. 60 лет Октября – Сосновая ул. | от Сосновой ул. до Хвойной ул.  (по ул. 60 лет Октября) | 212 | 201 | 245 | 232 | 284 | 269 |
| от Хвойной ул. до Сосновой ул.  (по ул. 60 лет Октября) | 218 | 197 | 252 | 227 | 291 | 263 |
| от Сосновой ул. до Московской ул.  (по ул. 60 лет Октября) | 214 | 214 | 248 | 248 | 287 | 287 |
| от Московской ул. до Сосновой ул.  (по ул. 60 лет Октября) | 203 | 210 | 235 | 243 | 272 | 281 |
| от ул. 60 лет Октября до Подгорной ул.  (по Сосновой ул.) | 130 | 145 | 151 | 167 | 174 | 194 |
| от Подгорной ул. до  ул. 60 лет Октября  (по Сосновой ул.) | 148 | 140 | 171 | 162 | 198 | 188 |
| от ул. 60 лет Октября до Ачимской ул. (по проезду к ул. Вымский мост) | 48 | 45 | 56 | 52 | 65 | 60 |
| от Ачимской ул. до  ул. 60 лет Октября (по проезду к ул. Вымский мост) | 36 | 58 | 42 | 67 | 48 | 78 |
| 6. | ул. 60 лет Октября – Хвойная ул. | от Хвойной ул. до Сосновой ул.  (по ул. 60 лет Октября) | 208 | 201 | 240 | 232 | 278 | 269 |
| от Сосновой ул. до Хвойной ул.  (по ул. 60 лет Октября) | 210 | 222 | 243 | 257 | 281 | 297 |
| от Хвойной ул. до а/д 87Р-001 «Сыктывкар-Ухта»  (по ул. 60 лет Октября) | 201 | 204 | 232 | 236 | 269 | 273 |
| от а/д 87Р-001 «Сыктывкар-Ухта» до Хвойной ул.  (по ул. 60 лет Октября) | 212 | 205 | 245 | 238 | 284 | 275 |

продолжение таблицы 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6. | ул. 60 лет Октября – Хвойная ул. | от ул. 60 лет Октября до Подгорной ул.  (по Хвойной ул.) | 113 | 103 | 131 | 119 | 152 | 138 |
| от Подгорной ул. до  ул. 60 лет Октября  (по Хвойной ул.) | 92 | 90 | 106 | 104 | 123 | 120 |
| от ул. 60 лет Октября до Береговой ул.  (по Хвойной ул.) | 88 | 92 | 101 | 106 | 117 | 123 |
| от Береговой ул. до  ул. 60 лет Октября  (по Хвойной ул.) | 95 | 83 | 110 | 96 | 128 | 111 |
| 7. | ул. Дзержинского –  ул. Гущина | от ул. 30 лет Победы до  ул. Гущина  (по ул. Дзержинского) | 267 | 275 | 309 | 318 | 357 | 368 |
| от ул. Гущина до  ул. 30 лет Победы  (по ул. Дзержинского) | 249 | 236 | 288 | 273 | 333 | 315 |
| от ул. Пушкина до  ул. Гущина  (по ул. Дзержинского) | 234 | 243 | 270 | 280 | 312 | 324 |
| от ул. Гущина до Пушкина (по ул. Дзержинского) | 276 | 262 | 319 | 302 | 369 | 350 |
| от ж/д Вокзала до ул. Дзержинского  (по ул. Гущина) | 111 | 90 | 128 | 104 | 149 | 120 |
| от ул. Дзержинского до ж/д Вокзала (по ул. Гущина) | 99 | 89 | 114 | 103 | 132 | 119 |
| от Октябрьской ул. до  ул. Дзержинского  (по ул. Гущина) | 209 | 192 | 241 | 222 | 279 | 257 |
| от ул. Дзержинского до Октябрьской ул.  (по ул. Гущина) | 197 | 213 | 227 | 247 | 263 | 285 |

Проведенные работы в области полевого сбора информации и моделировании дорожного движения на макро- и микроуровнях показали рост интенсивности транспортных и пешеходных потоков на территории городского поселения. Данная тенденция соответствует вышеупомянутым теоретическим положением о дальнейшем развитии городского поселения «Емва».

На основе существующего и прогнозируемого перераспределения транспортных потоков (учитывая интенсивность, образования заторов, уровень аварийности на УДС) выявляются ключевые проблемные транспортные узлы или участки улично-дорожной сети.

При создании базовых транспортных микромоделей одним из ключевых транспортных узлов стал перекресток ул. Дзержинского – ул. Гущина. Вышеназванный узел находится на основной магистрали г. Емва, которая осуществляет пропуск основного потока транспорта по улично-дорожной сети населенного пункта.

1. **Разработка базовых микромоделей ключевых транспортных узлов**

Имитационное моделирование – это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью, описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами или другими словами – разработке симулятора (англ. simulation modeling) исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов. Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Плюсом является факт управления моделью во времени: можно замедлять (в случае с быстропротекающими процессами) и ускорять (для моделирования систем с медленной изменчивостью) моделирование. Можно имитировать поведение объектов, реальные эксперименты с которыми дороги, невозможны или опасны.

*Микромоделирование* – построение моделей транспортных и пешеходных потоков на уровне отдельных объектов, отдельно рассматриваемых транспортных средств и пешеходов.

Разработка базовых микромоделей включает в себя выполнение следующих этапов:

* построение улично-дорожной сети;
* введение параметров транспортных потоков (состав потока, интенсивность движения, параметры транспортных средств и т.д.);
* установление параметров регулирования дорожного движения;
* ввод параметров пешеходных потоков (интенсивность движения, скорость и т.д.);
* анализ полученных результатов моделирования.

**3.1. Обоснование выбора транспортных узлов для осуществления моделирования**

В качестве узла для осуществления микромоделирования было выбрано пересечение ул. Дзержинского – ул. Гущина. Схема расположения выбранного перекрестка представлена на рисунке 3.1. Перекресток является нерегулируемым. Регулирование осуществляется при помощи Правил дорожного движения Российской Федерации.

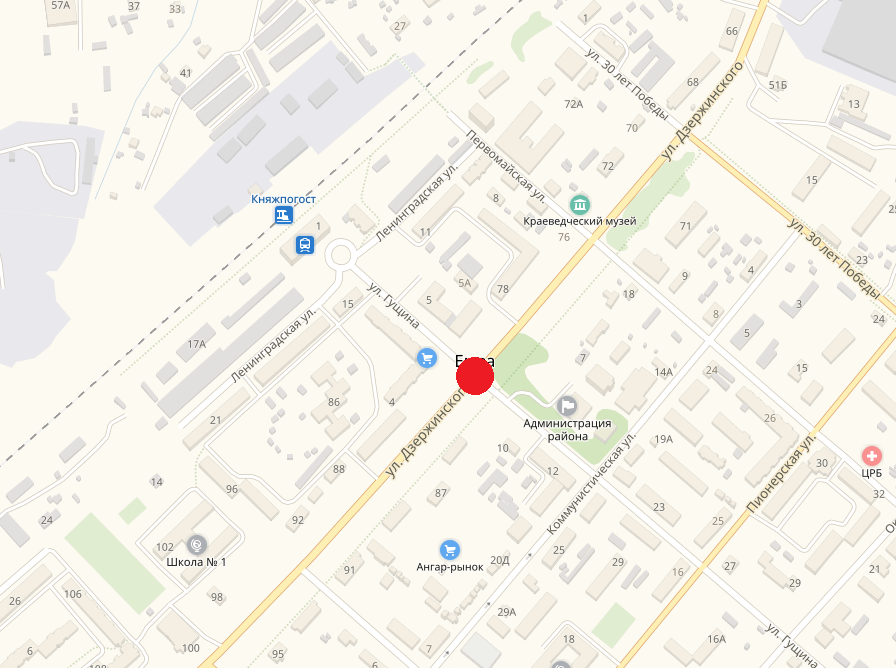


Рисунок 3.1 – Схема расположения моделируемого узла

Выбранный транспортный узел находится на основной магистрали города, обеспечивающей пропуск многочисленного потока транспорта – ул. Дзержинского. Также данный перекресток обладает наибольшей загрузкой в плане общественного транспорта, т.к. по ул. Гущина осуществляется подъезд пригородных, междугородних и городских маршрутов к железнодорожному вокзалу и автостанции г. Емва. Видимость при проезде данного перекрестка имеет некоторые ограничения: в летнее время видимость ограничена зелеными насаждениями, в зимнее – снежными массами, что представляет некоторый уровень опасности. Вблизи рассматриваемого перекрестка находится множество точек тяготения местного населения, такие как: автостанция г. Емва, железнодорожный вокзал, ФКУ ОИУ ОУХД УФСИН России по Республике Коми, Администрация района «Княжпогостский», множество мелких торговых точек.

Пиковый период времени, используемый при моделировании – утренний час пик.

Значения интенсивности на исследуемом пересечении представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Пиковые значения интенсивности транспортных потоков на пересечении ул. Дзержинского – ул. Гущина

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование участка УДС** | **Значение интенсивности, авт./ч.** |
| от ул. 30 лет Победы до ул. Гущина (по ул. Дзержинского) | 238 |
| от ул. Гущина до ул. 30 лет Победы (по ул. Дзержинского) | 222 |
| от ул. Пушкина до ул. Гущина (по ул. Дзержинского) | 208 |
| от ул. Гущина до Пушкина (по ул. Дзержинского) | 246 |
| от ж/д Вокзала до ул. Дзержинского (по ул. Гущина) | 99 |
| от ул. Дзержинского до ж/д Вокзала (по ул. Гущина) | 88 |
| от Октябрьской ул. до ул. Дзержинского (по ул. Гущина) | 186 |
| от ул. Дзержинского до Октябрьской ул. (по ул. Гущина) | 175 |

**3.2. Описание методов и инструментального комплекса моделирования**

Модели ключевых транспортных узлов разрабатываются в среде программного комплекса Aimsun.

Aimsun имеет возможность имитации движения транспорта в населенных пунктах и вне населенных пунктов, базирующаяся на шаге времени и на поведении водителя. Наряду с индивидуальным транспортом может моделироваться внутригородской и пригородный, железнодорожный и автобусный общественный пассажирский транспорт. Движение транспорта имитируется в различных условиях, с возможностью учета разделения полос движения индивидуального и общественного транспорта, регулирования с помощью светосигнальных установок и т.д. Относительно транспортно-технических параметров могут быть оценены различные варианты проектирования.

Aimsun Micro реализует принципы имитационного моделирования на микроуровне. Это значит, что в процессе имитации непрерывно моделируется движение каждого автомобиля, в пределах дорожной сети, с учетом заданных поведенческих моделей (в частности, моделей следования, смены полосы и т.д.). В системе существуют некоторые элементы (например, автомобили и детекторы), состояние которых изменяется непрерывно в течение периода имитации, разделяемого на короткие интервалы времени (шаги имитации). Система включает может включать элементы (например, светофоры и пункты въезда), состояние которых варьируется дискретно в определенные моменты времени периода имитации. Система обеспечивает высокую степень детализации модели движения транспорта, учитывает различия между типами участников движения, допускает широкий диапазон геометрических характеристик дороги. Помимо того, программа позволяет моделировать дорожно-транспортные происшествия, конфликтные маневры и прочее. Микроимитатор способен моделировать функции большинства образцов оборудования, используемого в реальных дорожно-транспортных системах: светофоров, детекторов движения, знаков с переменным содержанием, ограничителей въезда и т.д.

В качестве исходных данных для построения имитационной микромодели используются следующие данные:

– геометрия УДС;

– схема ОДД;

– состав транспортного потока;

– часовые пиковые интенсивности на участках УДС.

Основными показателями состояния транспортных потоков, полученными в результате имитационного моделирования:

– длина очереди перед перекрестком;

– время проезда перекрестка;

– картограмма пропускной способности перекрестка;

– средняя скорость на участках перекрестка.

С целью оценки эффективности работы транспортного узла, используются такие показатели как интенсивность движения. На рисунке 3.2 указан диапазон измерения данного показателя. Результатом имитационного моделирования являются картограммы интенсивности.

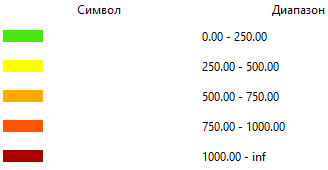


Рисунок 3.2 – Диапазоны измерения интенсивности направлений транспортного узла

Основной принцип функционирования микромоделей транспортных потоков на ключевых транспортных узлах – это описание показателей транспортных потоков на уровне отдельных автомобилей или небольших групп. Аналитическая микромодель представляет собой одну или несколько математических зависимостей, полученных в результате анализа эмпирических данных на основе различных подходов теории транспортных потоков или на основе теории систем массового обслуживания. Такая модель жестко связывает входные параметры с результатами расчета.

При имитационном моделировании динамические процессы системы-оригинала подменяются процессами, имитируемыми алгоритмом модели, с соблюдением оригинальных соотношений длительностей, логических и временных последовательностей (как и в реальной системе). Имитационное моделирование на микроуровне позволяет максимально точно оценить результирующие показатели качества работы сети.

Равномерное перераспределение транспортных потоков основывается на использовании принципа Уордропа: время на поездку на всех используемых к данному моменту путях всегда будет не больше, чем время на поездку по путям неиспользуемым; каждый из участников потока независимо от остальных в каждый момент времени пытается выбрать наиболее оптимальную траекторию движения.

В Aimsun для расчета потоков используется метод Вулфа-Фрэнка, в соответствии с принципом Уордропа (рисунок 3.3). Метод основывается на алгоритме кратчайших путей и специальной реализации алгоритма линейной аппроксимации. При использовании функций задержки соединения, уникальность и конвергенция решения скомпрометированы. Для более широкого теоретического объяснения о назначении и алгоритмов, используемых для его решения, представлены как следующие механизмы:

– участник движения пытается передвигаться, таким образом, чтобы минимизировать путь движения;

– участники движения, едущие между заданным местом отправления и заданным пунктом назначения, скорее всего, выберут маршрут с самым коротким временем в пути;

– отсутствие подвижности, связанное с поездками, не является фиксированным, а зависит от использования транспортной системы;

– время в пути на каждом из путей, соединяющих пункт отправления и пункт назначения, зависит от общего транспортного потока, вызванного перегрузкой.



Рисунок 3.3 – Перераспределение транспортных потоков на основе расчета времени в пути в программном комплексе Aimsun при микромоделировании

Назначение многопользовательского трафика состоит из назначения маршрутов, при котором одновременно учитываются различные типы пользователей (участников). Каждый класс пользователей может воспринимать различные затраты времени на передвижение, но расчет основывается на общем объеме.

**3.3. Расчет основных характеристик транспортных потоков**

В процессе моделирования выявляются проблемы, возникающие при проезде исследуемого участка, или делается вывод об их отсутствии. В программной среде Aimsun была построена транспортная схема пересечения, состоящая из дорожных и соединительных отрезков с шириной, соответствующей исходным данным о геометрических характеристиках моделируемого объекта. Отрезки представляют собой проезжую часть дороги в разных направлениях с установленным количеством полос движения, которое задается, как параметр соответствующих отрезков. Визуализация моделируемого ключевого транспортного узла представлена на рисунке 3.4.

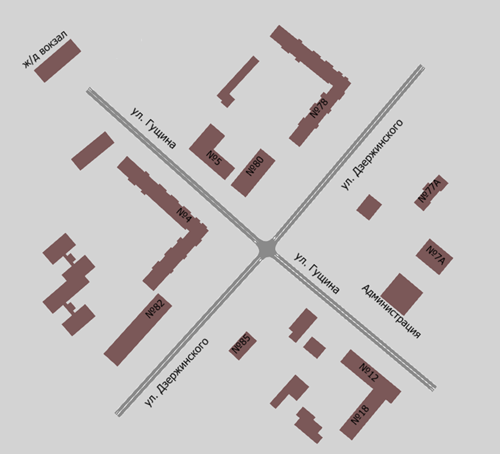


Рисунок 3.4 – Визуализация исследуемого узла

Основой моделирования транспортного узла является построение улично-дорожной сети, в соответствии с ее существующим расположением. Для визуальной детализации используется графическая подоснова исследуемой территории с картографического источника – https://www.openstreetmap.org.

После процесса обработки графического материала следует внедрение матрицы интенсивности транспорта (рисунок 3.5), пример указан для легкового типа автомобилей. Для каждого вида транспортного средства предусмотрена своя матрица. В ходе внедрения задается количество транспортных средств по направлениям движения.

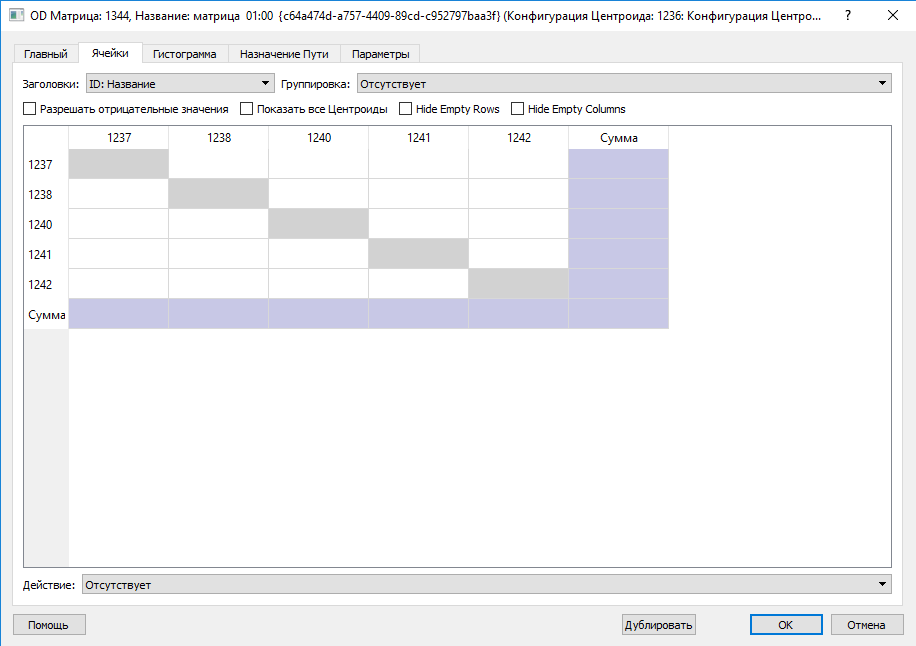


Рисунок 3.5 – Матрица интенсивности легковых транспортных потоков

Рассматриваемый транспортный узел регулируется пассивными ТСОДД (дорожная разметка, дорожные знаки). При помощи специального инструментария создадим право приоритета при проезде нерегулируемого перекрестка (рисунки 3.6 – 3.7).

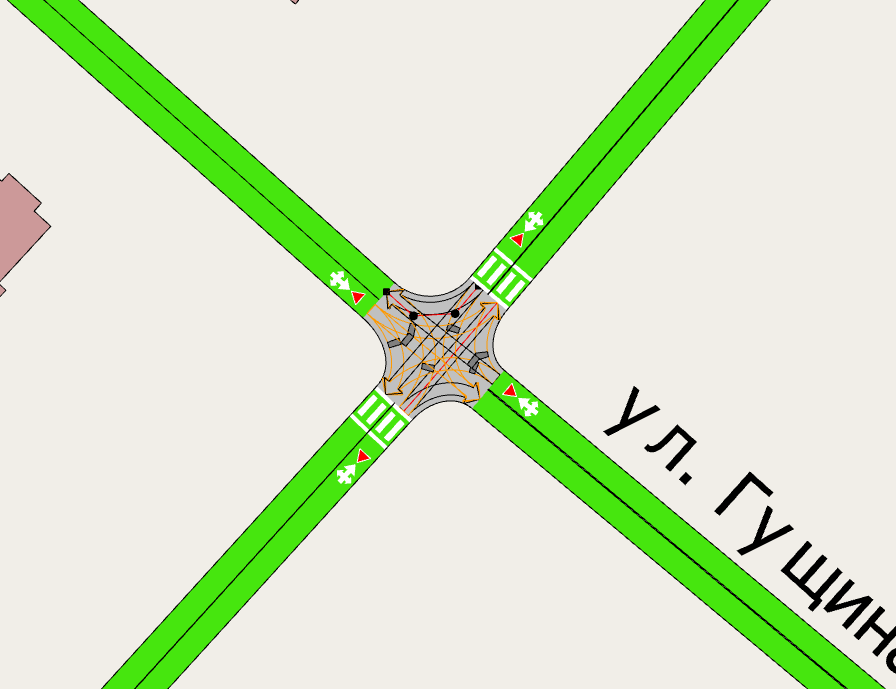


Рисунок 3.6 – Моделирование приоритета проезда

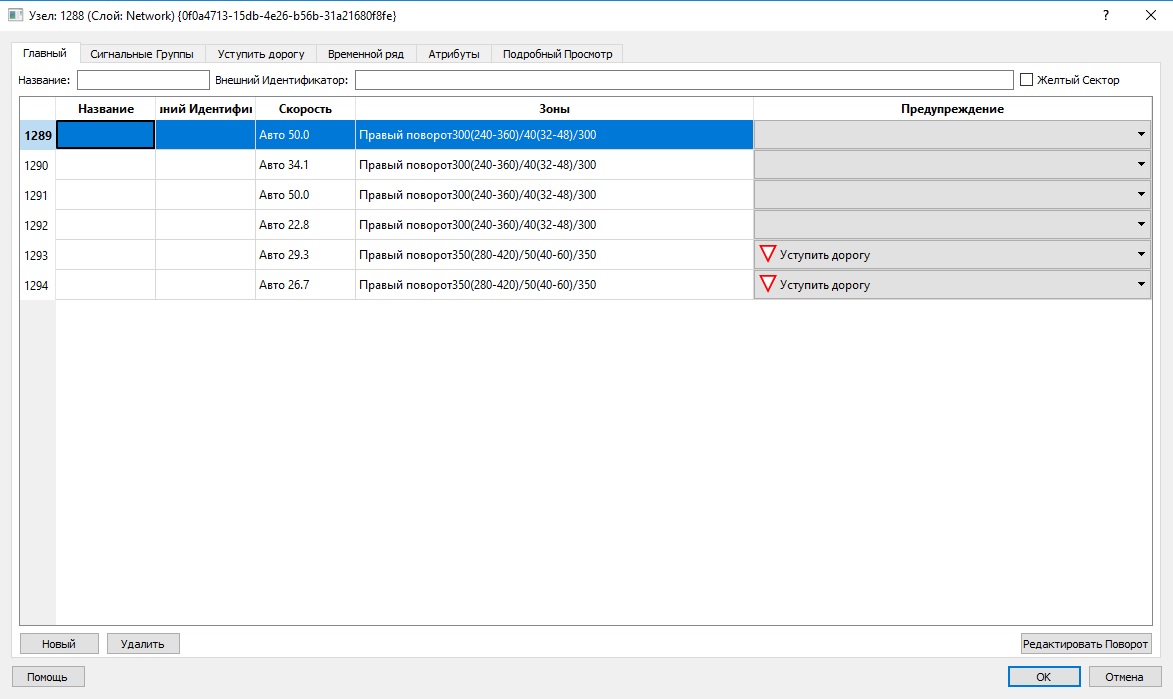


Рисунок 3.7 – Моделирование приоритета проезда

Добавление пешеходных потоков осуществляется по принципу, схожему с транспортными потоками. Различие состоит в добавлении точек входа/выхода для пешеходов. Расположение входов/выходов зависит от моделируемой ситуации (рисунок 3.8).

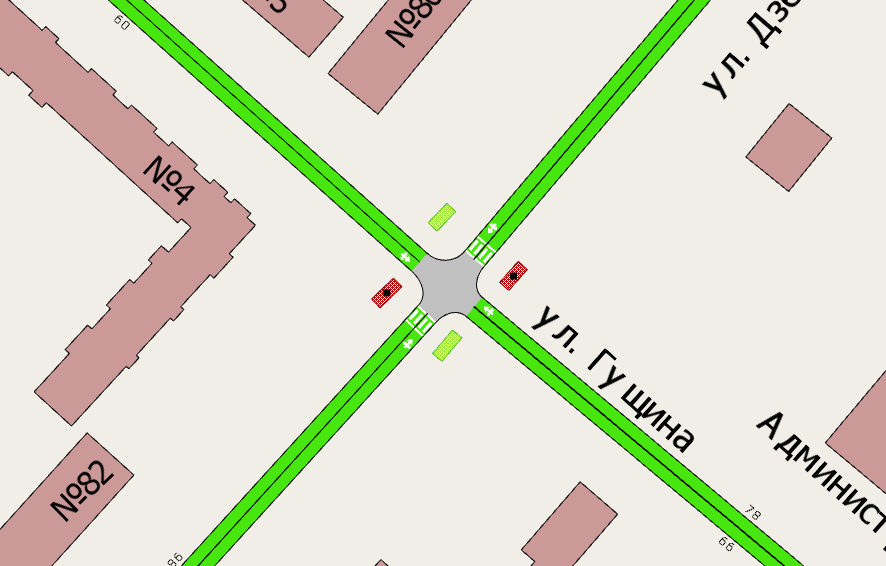


Рисунок 3.8 – Моделирование пешеходного движения

Зеленым прямоугольником обозначена точка входа, красным – точка выхода.

Картограмма интенсивности транспортных потоков представлена на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Фрагмент моделирования существующей схемы ОДД с картограммой интенсивности движения на исследуемом пересечении

Основные характеристики транспортных потоков, полученные при помощи программного комплекса Aimsun, указаны в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристики транспортных потоков на исследуемом пересечении

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Существующая схема ОДД |
| Время в пути, с./км. | 71,38 |
| Время задержки, с./км. | 10,16 |
| Время остановки, с./км. | 15,19 |
| Плотность, авт./км. | 2,53 |
| Средняя скорость (гармоническая), км./ч. | 50,44 |
| Длина очереди затора, авт. | 1,06 |

Анализ полученных значений показал следующие результаты. Ситуации образования автомобильных заторов практически отсутствуют, т.к. отсутствуют активные средства регулирования дорожного движения. Существующие значения задержек и остановок связаны с пропуском пешеходных потоков. Также оказывается влияние приоритета движения некоторых направлений при проезде перекрестка. Плотность автомобильного транспорта минимальна. Средняя скорость показывает возможное превышение скоростного режима (получившееся значение превышает порог установленного скоростного режима).

**4. Анализ результатов имитационного моделирования на микроуровне**

Результаты моделирования выбранного транспортного узла на микроуровне показали следующие результаты. Наличие магистральной улицы с удовлетворительным типом асфальтобетонного покрытия (ул. Дзержинского) на психологическом уровне провоцирует водителя к быстрой езде, которая, в данном случае, ограничивается только дорожным знаком 3.24 «Ограничение максимальной скорости». Данный вид ограничения является недостаточным для обеспечения безопасного проезда рассматриваемого пересечения. Существующие пешеходные переходы не обладают активным видом регулирования, что, в совокупности с предыдущей проблемой, образует еще один недостаток перекрестка: при переходе проезжей части ул. Дзержинского пешеходы подвергаются серьезной опасности, которая заключается в потенциальной невозможности своевременного снижения скорости транспортных средств перед пешеходным переходом (при значительной интенсивности передвижения пешеходных потоков). Отсутствие пешеходных переходов на ул. Гущина повышает затруднение перехода через проезжую часть.

Также зафиксирована потенциальная проблема выезда маршрутных транспортных средств с ул. Гущина на ул. Дзержинского. При настоящей интенсивности, в некоторых ситуациях, выезд автобусов, перевозящих группы пассажиров, оказывается усложнен.

Возможное увеличение интенсивности транспортных потоков на исследуемом узле может привести к резкому повышению числа конфликтных ситуаций в системах «автомобиль – пешеход» и «автомобиль – автомобиль».

**5.** **Разработка предложений по оптимизации организации дорожного движения на рассматриваемых транспортных узлах с проработкой на микромоделях**

Для решения вышеуказанных проблем на исследуемом перекрестке предлагается установка транспортного и пешеходного светофоров с жестко зафиксированным циклом регулирования. Принцип введения светофорного регулирования на данном транспортном узле регламентируется выполнением одного из условий, изложенных в ОДМ 218.6.003-2011 «Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах».

В предлагаемой схеме пофазного разъезда предложено две фазы. Первая фаза представляет собой движения транспортных и пешеходных потоков по ул. Дзержинского в обоих направлениях. Во второй фазе движение разрешено по ул. Гущина. Пешеходные фазы объединены с транспортными. Предусматривается добавление пешеходных переходов на ул. Гущина для более безопасного передвижения пешеходов через проезжую часть в границах исследуемого пересечения.

На рисунках 5.1 и 5.2 представлены схемы предлагаемого пофазного разъезда на исследуемом пересечении.

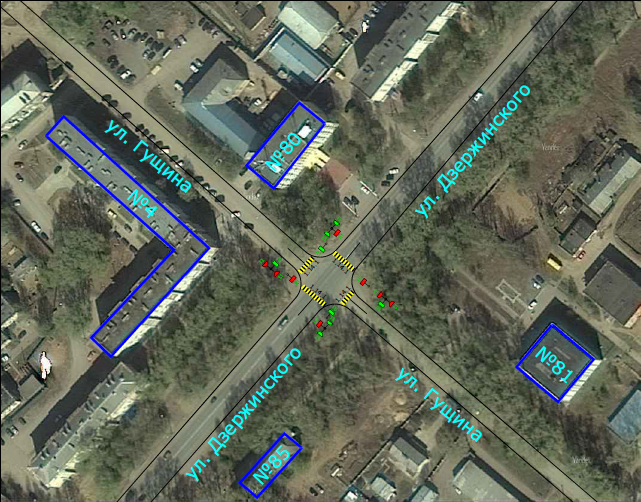


Рисунок 5.1 – Предлагаемая схема пофазного разъезда транспортного узла (I фаза)

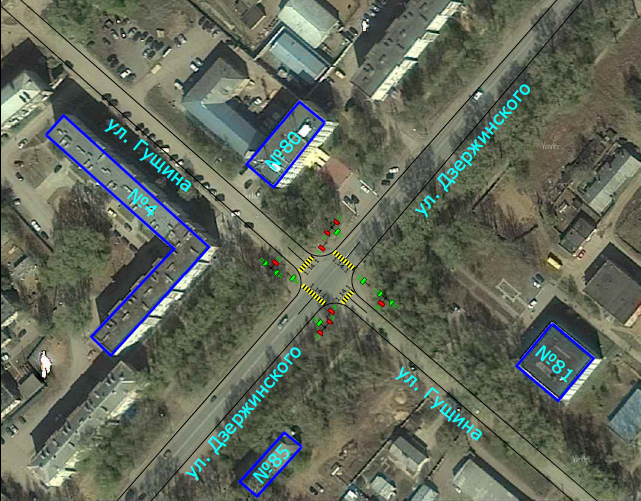


Рисунок 5.2 – Предлагаемая схема пофазного разъезда транспортного узла (II фаза)

Экспериментальным путем был подобран цикл светофорного регулирования в программной среде Aimsun. Предлагаемый цикл светофорного регулирования для исследуемого транспортного узла выглядит следующим образом:

(2)

Диаграмма предлагаемого цикла светофорного регулирования представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Диаграмма предлагаемого цикла светофорного регулирования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид потока | Наименование | 25 с. | 3 с. | 3 с. | 1 с. | 18 с. | 3 с. | 3 с. | 1 с. |
| Транспорт (фаза 1) | ул. Дзержинского |  |  |  |  |  | | | |
| Пешеходы (фаза 1) | ул. Гущина |  | |  | | | | | |
| Транспорт (фаза 2) | ул. Гущина |  | | | |  |  |  |  |
| Пешеходы (фаза 2) | ул. Дзержинского |  | | | |  | |  | |

Дополнительная секунда красного сигнала светофора после желтого сигнала необходима для дополнительной безопасности (у пешеходных потоков появляется больше времени на то, чтобы покинуть перекресток; во время данной секунды абсолютно все виды потоков находятся в неподвижном состоянии, т.е. создается своеобразный период «затишья» перед началом движения).

Интенсивность транспортных потоков после внедрения светофорного регулирования представлена на рисунке 5.3.

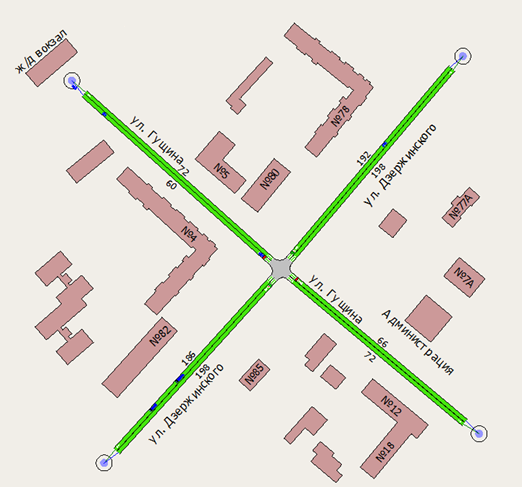


Рисунок 5.3 – Фрагмент моделирования проектной схемы ОДД с картограммой интенсивности движения на исследуемом пересечении

Значения основных характеристик транспортных потоков при предлагаемом варианте проектирования представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Характеристики транспортных потоков на исследуемом пересечении при предлагаемом варианте проектирования

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Проектная схема ОДД |
| Время в пути, с./км. | 99,10 |
| Время задержки, с./км. | 31,64 |
| Время остановки, с./км. | 23,74 |
| Плотность, авт./км. | 3,42 |
| Средняя скорость (гармоническая), км./ч. | 36,33 |
| Длина очереди затора, авт. | 2,61 |

Внедрение светофорного регулирования на исследуемом перекрестке привело к ожидаемому некритичному росту всех характеристик транспортных потоков, кроме средней скорости: данный показатель снизился. Для повышения безопасности и комфортности проезда и передвижения через данное пересечение настоящее возрастание/уменьшение характеристик является необходимой мерой. При дальнейшем росте интенсивности движения, появление данного светофора окажется особенно актуальным. Введение светофорного регулирования позволит предотвратить и сократить возникновение ДТП в границах транспортного узла.

**Список использованных источников**

1. ГОСТ Р 52282-2004 Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний. – Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2004 г. №109 – ст.

2. ГОСТ Р 56162 – 2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов. – Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 октября 2014 г. №1320 – ст.

3. Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. «Организация дорожного движения». – 5-е изд., перераб, и доп. – М.: Транспорт, 2001 – 247 с.

4. Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. Использование программных продуктов математического моделирования транспортных потоков при оценке эффективности проектных решений в сфере организации дорожного движения. Одобрено Научно-технический совет открытого акционерного общества «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта», протокол от 25.04.2017 г. №2, Секцией "Государственная политика в области автомобильного и городского пассажирского транспорта" Научно-технического совета Министерства транспорта Российской Федерации, протокол от 09.12.2016 г. №54. Москва 2017 г.

5. ОДМ 218.6.003-2011 Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах – Издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 27.02.2013 №236 – р.

6. Приказ Министерства транспорта РФ от 17 марта 2015 г. N 43 "Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения" – Зарегистрировано в Минюсте России 17.06.2015 г. № 37685.

7. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов – Согласован Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации 19 июня 1995 года № 03-19/АА.

8. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения». – ФЗ № 196 от 10.12.1995 г. (ред. от 29.12.2017 г.).

9. Швецов В. И. «Математическое моделирование транспортных потоков». – В. И. Швецов, канд. физ.-мат. наук, Институт системного анализа РАН, Москва. 2003 г. – 52 с.

10. Якимов М. Р. «Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография» / М. Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.

11. Ярошенко Т. П. Методика оценки эффективности реализации долгосрочных и ведомственных целевых программ [Электронный ресурс] / Т. П. Ярошенко// Управление экономическими системами. – 2011. – №3. – Режим доступа: http://www.uecs.ru/uecs-34- 342011/item/705-2011-10-20-07-30-00.