

Министерство транспорта Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РОССИЙСКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ» (ФАУ «РОСДОРНИИ»)

УДК 625.72; 624.19
№ госрегистрации 01201462529
Инв. №

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ФАУ «РОСДОРНИИ»
_____ А.П. Варятченко
« ___ » _____ 2018 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Разработка комплексных схем организации дорожного движения
для городского округа Пензы на период до 2038 года

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ПЕНЗЫ.
НАБОР МЕРОПРИЯТИЙ КРАТКОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ
(окончательный, этап № 2)

Руководитель темы
Советник Генерального директора
ФАУ «РОСДОРНИИ»

А.С. Чеботарев

Москва 2018

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:

Советник Генерального директора
ФАУ «РОСДОРНИИ»

А.С. Чеботарев

Исполнители темы:

Руководитель проекта, к.э.н.



С.Н. Ткаченко

Ведущий инженер отдела
проектного управления



А.П. Горейн

Ведущий инженер отдела
проектного управления



А.В. Глуховской

Главный специалист отдела
проектного управления, к.т.н.



А.В. Паршков

Главный специалист отдела
проектного управления



А.А. Кураксин

Главный специалист отдела
проектного управления



С.А. Круглов

Главный специалист отдела
проектного управления, к.э.н.



Л.И. Круглова

Главный специалист отдела
проектного управления, к.э.н.



Л.В. Вострикова

ВВЕДЕНИЕ

Отчет 29 с., 1 ч., 10 источников

ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА, ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ РАБОТЫ, МЕРОПРИЯТИЯ КРАТКОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ

Объектом исследования является транспортная система городского округа Пенза Пензенской области.

Цель этапа – проведение экспресс-анализа текущего состояния работы транспорта городского округа Пенза с учетом совместной работы с транспортной инфраструктурой прочих муниципальных образований расположенных в границах Пензенской городской агломерации; разработка оптимизированного набора мероприятий краткосрочной перспективы, подлежащий реализации на территории городского округа Пенза.

Результаты работ и их новизна – систематизация правовых, нормативно-технических и методических требований в сфере оценки состояния и развития транспортной системы городского округа Пензы. Оптимизированный набор мероприятий краткосрочной перспективы, подлежащий реализации на территории городского округа Пенза.

Область применения – органы исполнительной власти Пензенской области и органы местного самоуправления городского округа Пензы при формировании эффективных транспортных систем городских агломераций.

Получены результаты экспресс-анализа работы транспортной инфраструктуры на территории городского округа Пензы, результаты экспресс-анализа методов повышения качественных показателей работы транспорта городского округа Пензы, разработан оптимизированный набор мероприятий краткосрочной перспективы, подлежащий реализации на территории городского округа Пенза.

Значимость работы – Формирование эффективной транспортной системы городского округа Пензы, скорейшее достижение целей и решение задач проекта «Безопасные и качественные дороги».

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ	2
ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Результаты экспресс-анализа текущего состояния работы транспорта городского округа Пенза с учетом совместной работы с транспортной инфраструктурой прочих муниципальных образований расположенных в границах Пензенской городской агломерации	6
1.1. Оценка основных показателей работы транспортной инфраструктуры городского округа Пенза	6
1.2. Предварительный экспресс-анализ работы транспортной инфраструктуры на территории городского округа Пензы.....	
1.2.1. Выявление наиболее проблемных аспектов текущего и перспективного состояния транспортной инфраструктуры городского округа, влияющих на качество удовлетворения потребностей в перевозках пассажиров и грузов	10
1.2.2. Предварительный визуальный экспресс-анализ работы транспортной инфраструктуры	19
1.2.3. Определение основных дефицитов качества транспортной системы городского округа Пенза.....	22
1.3. Экспресс-анализ методов повышения качественных показателей работы транспорта городского округа Пенза	24
2. Оптимизированный набор мероприятий краткосрочной перспективы, подлежащий реализации на территории городского округа Пенза, в том числе мероприятий признанных эффективными и подлежащих выполнению на территории городского округа Пенза мероприятий, уже находящихся на различной стадии проработки и реализации	26

1. Результаты экспресс-анализа текущего состояния работы транспорта городского округа Пенза с учетом совместной работы с транспортной инфраструктурой прочих муниципальных образований расположенных в границах Пензенской городской агломерации

1.1 Оценка основных показателей работы транспортной инфраструктуры городского округа Пенза

В целях предварительной оценки показателей работы транспортной инфраструктуры были получены показатели распределения потоков по сети городского округа и уровень загруженности сети [7]. Предварительно транспортная немультимодальная модель прошла этап экспресс калибровки.

В соответствии с результатами измерений интенсивности движения на пересечениях города, в немультимодальную модель были добавлены данные с помощью специального объекта «места подсчета» (рисунок 1).

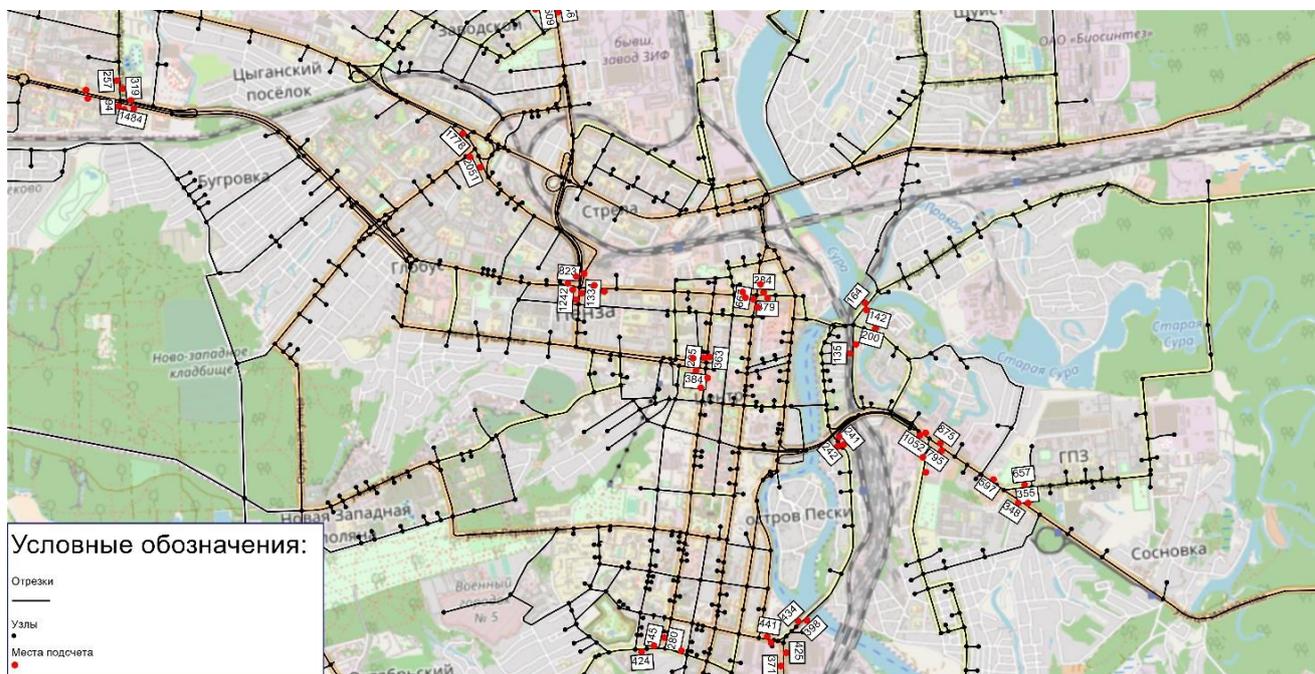


Рисунок 1 – Ввод данных об интенсивности движения транспортных потоков с помощью инструмента места подсчета

После предварительной валидации качество итоговой немультимодальной модели городского округа Пенза составило: уровень корреляции 0,67, средняя относительная ошибка не более 57%. На рисунке 2 представлен график поля корреляции и области допустимости качества транспортной модели.

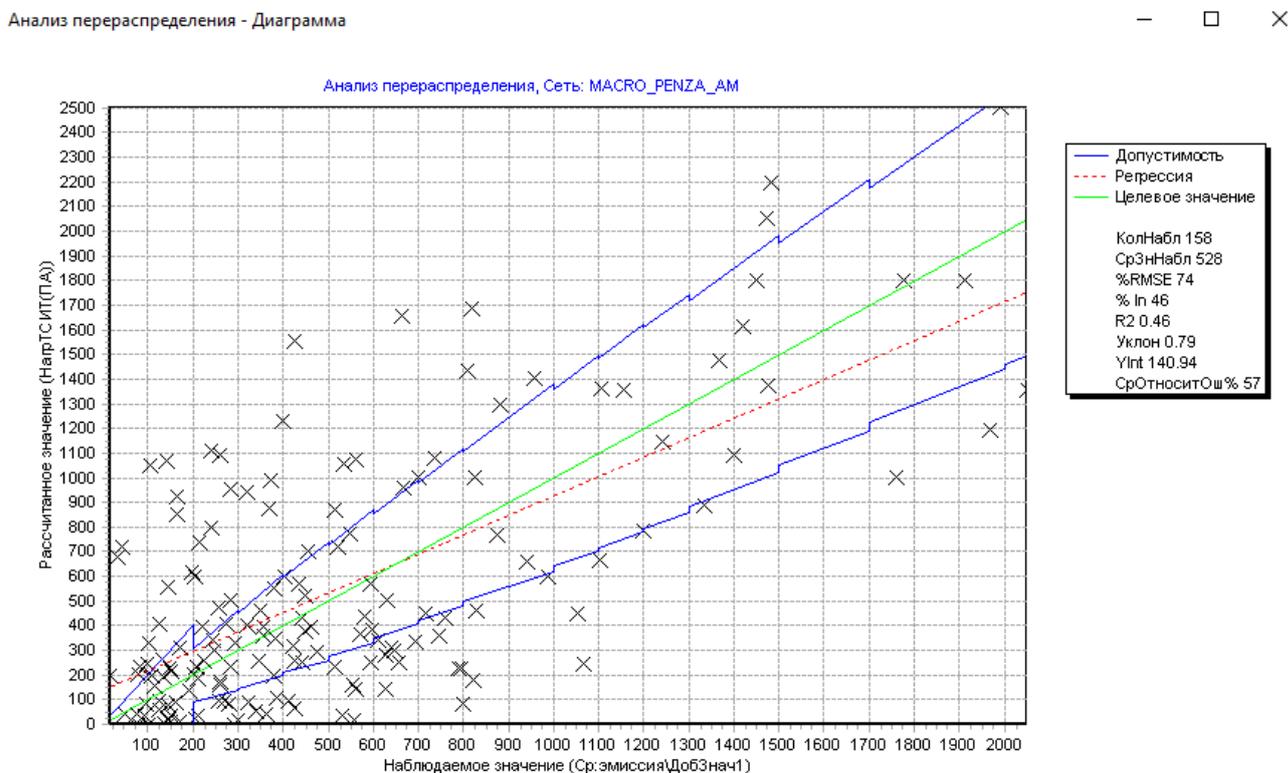


Рисунок 2 – График поля корреляции и области допустимости в транспортной модели городского округа Пенза

Полученная откалиброванная немультимодальная транспортная модель городского округа Пенза по 158 точкам наблюдения с текущим уровнем качества позволяет перейти к экспресс-прогнозированию укрупненных параметров работы транспортной инфраструктуры городского округа Пенза.

На рисунке 3 представлено предварительное распределение интенсивности транспортных потоков по дорожной сети на территории городского округа Пенза в виде экспресс-картограммы нагрузки и уровня загруженности.

На рисунке 4 представлено распределение уровня загрузки на сеть городского округа Пенза на картографической основе [8].

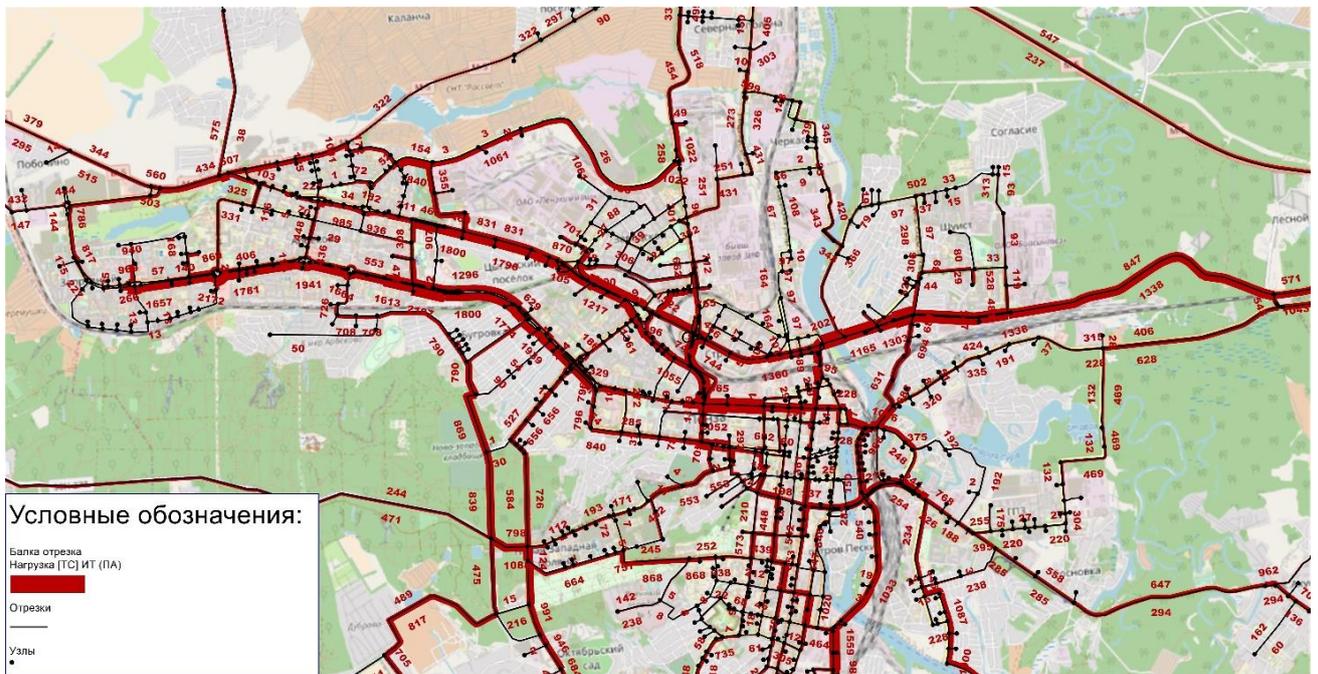


Рисунок 3 – Экспресс-картограмма спроса на транспортную сеть городского округа Пенза в утренний пиковый период

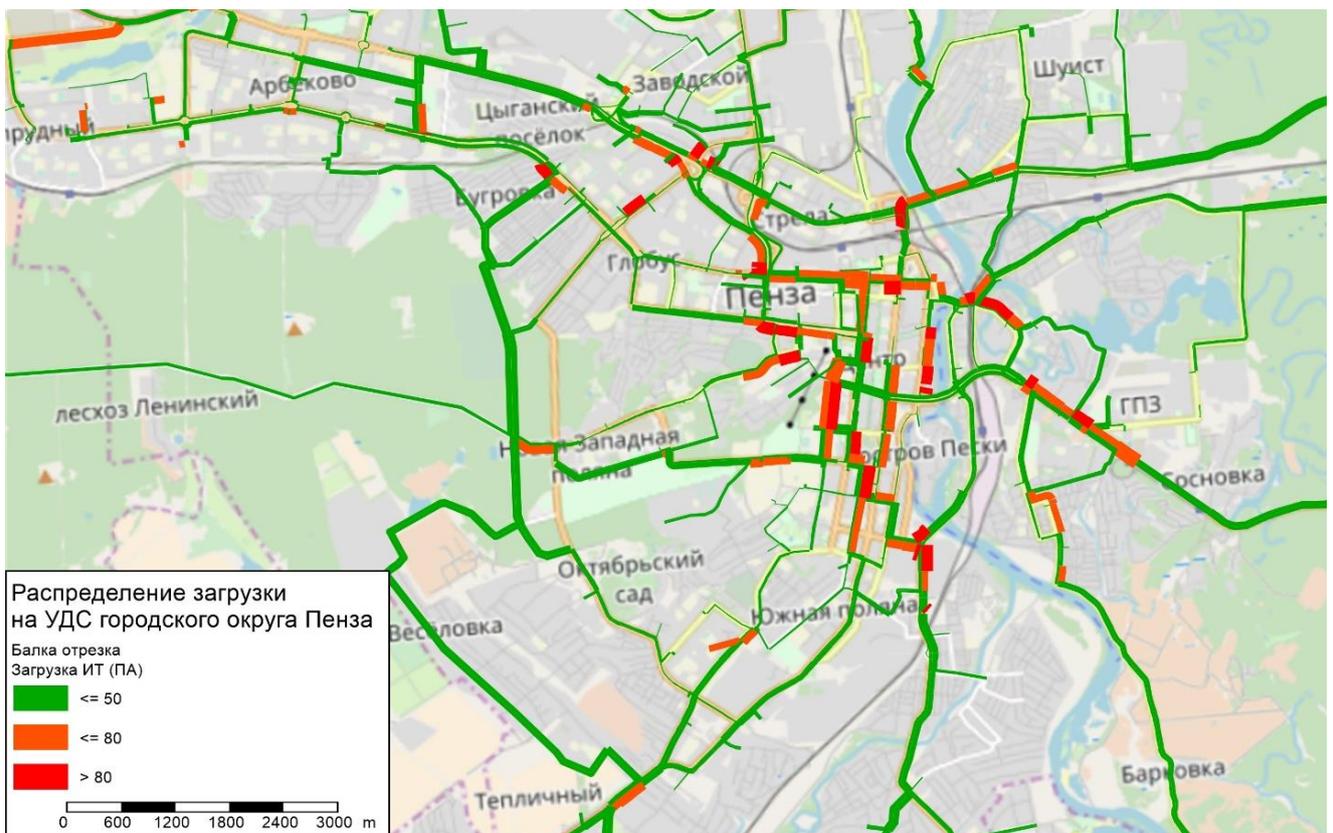


Рисунок 4 – Экспресс-картограмма загруженности транспортной сети городского округа Пенза в утренний пиковый период

Полученные численные показатели являются основой для расчета предварительных показателей качества работы транспортной системы и выявления наиболее проблемных аспектов текущего и перспективного состояния транспорта.

В таблице 1 представлены основные показатели транспортных потоков, полученные на основе транспортного моделирования.

Таблица 1 – Показатели транспортных потоков (средние значения) на основных участках УДС городского округа Пенза

Название улиц	Интенсивность движения час пик, прив.ед	Загруженность улиц
пр. Победы	1477/1821	60%
ул. Ульяновская	701/610	35%
пр. Строителей	1704/1303	60%
ул. Карпинского	556/828	30%
Толстовский путепровод	1011/864	40%
ул. Луначарского	733/623	30%
ул. Суворова	510/597	65%
ул. Чехова	880/654	70%
ул. Володарского	226/329	75%
ул. Салтыкова - Щедрина	403/900	80%
ул. Тамбовская	210/424	55%
ул. Воронова	558/674	70%
ул. Окружная	883/684	75%
а/д Р-208 (выход)	683/802	40%
ул. 40-лет Октября	715/693	45%
ул. Измайлова	396/518	80%
Ул. Нейтральная	315/317	40%

1.2. Предварительный экспресс-анализ работы транспортной инфраструктуры на территории городского округа Пенза

1.2.1. Выявление наиболее проблемных аспектов текущего и перспективного состояния транспортной инфраструктуры городского округа, влияющих на качество удовлетворения потребностей в перевозках пассажиров и грузов

Транспортная система городского округа Пенза представляет собой многофункциональную систему, обеспечивающую транспортировку всех видов грузов, обслуживание пассажиров в городском, пригородном сообщениях.

В соответствии с определением Федеральной целевой программы (ФЦП) развития транспортной системы России международных транспортных коридоров Пензенский транспортный узел стоит на ответвлениях от основного автомобильного маршрута международного транспортного коридора "Север-Юг" - Москва - Рязань - Пенза - Сызрань - Самара - Маштаков - Казахстан (на большем протяжении это федеральная трасса Е-30, М-5 "Урал") и от основного железнодорожного маршрута международного транспортного коридора "Транссиб" - Курган - Челябинск - Уфа - Самара - Сызрань - Пенза - Ртищево - Лиски - Украина.

Система планировочной структуры города представляет собой в основном регулярную схему с прямоугольным расположением улиц. Подобная сеть выделяет кварталы города и создает необходимые условия для распределения транспортных потоков.

Планировочная структура представлена магистральной и улично-дорожной сетью.

Магистральная сеть городского округа Пенза представлена улицами общегородского и районного значения, а также городскими автомобильными дорогами I - IV технических категорий. В магистральную улично-дорожную города Пензы так же включены, кроме улиц и дорог высших категорий, искусственные сооружения - мосты и путепроводы.

Улично-дорожная сеть городского округа Пенза представлена городскими улицами, разделенными по значению на общегородские, районные и местные. Улицы общегородского значения подразделены по типу организации движения транспорта на улицы непрерывного движения и улицы регулируемого движения. Существующие улицы, делят территорию города Пензы на кварталы. На территории кварталов расположены внутриквартальные проезды общего пользования, также включаемые в улично-дорожную сеть города.

В рамках предварительных исследований были выявлены и систематизированы наиболее проблемные аспекты текущего и перспективного состояния транспортной инфраструктуры городского округа Пенза:

1. Проблемы глобальной связности УДС и качества дорожного покрытия на магистральной и улично-дорожной сети городского округа город Пенза.

2. Проблемы локального функционирования транспортных узлов и формирования регулярных заторов, вызванных низкой пропускной способностью, существующей УДС.

3. Системные проблемы в безопасности дорожного движения.

4. Проблемы качества в пешеходной и велосипедной инфраструктуре.

Предварительный анализ проблем связности территории в текущем состоянии позволил выделить следующие проблемы:

Выявлена проблема связности территорий от ул. Центральная до ул. 40-лет Октября (рисунок 5). В настоящее время пользователи транспортной системы, едущие по ул. 40-лет Октября следуют до пересечения с ул. Рябова, затем поворачивают направо к ул. Перспективная. В районе пересечения возникают задержки и снижается уровень обслуживания.

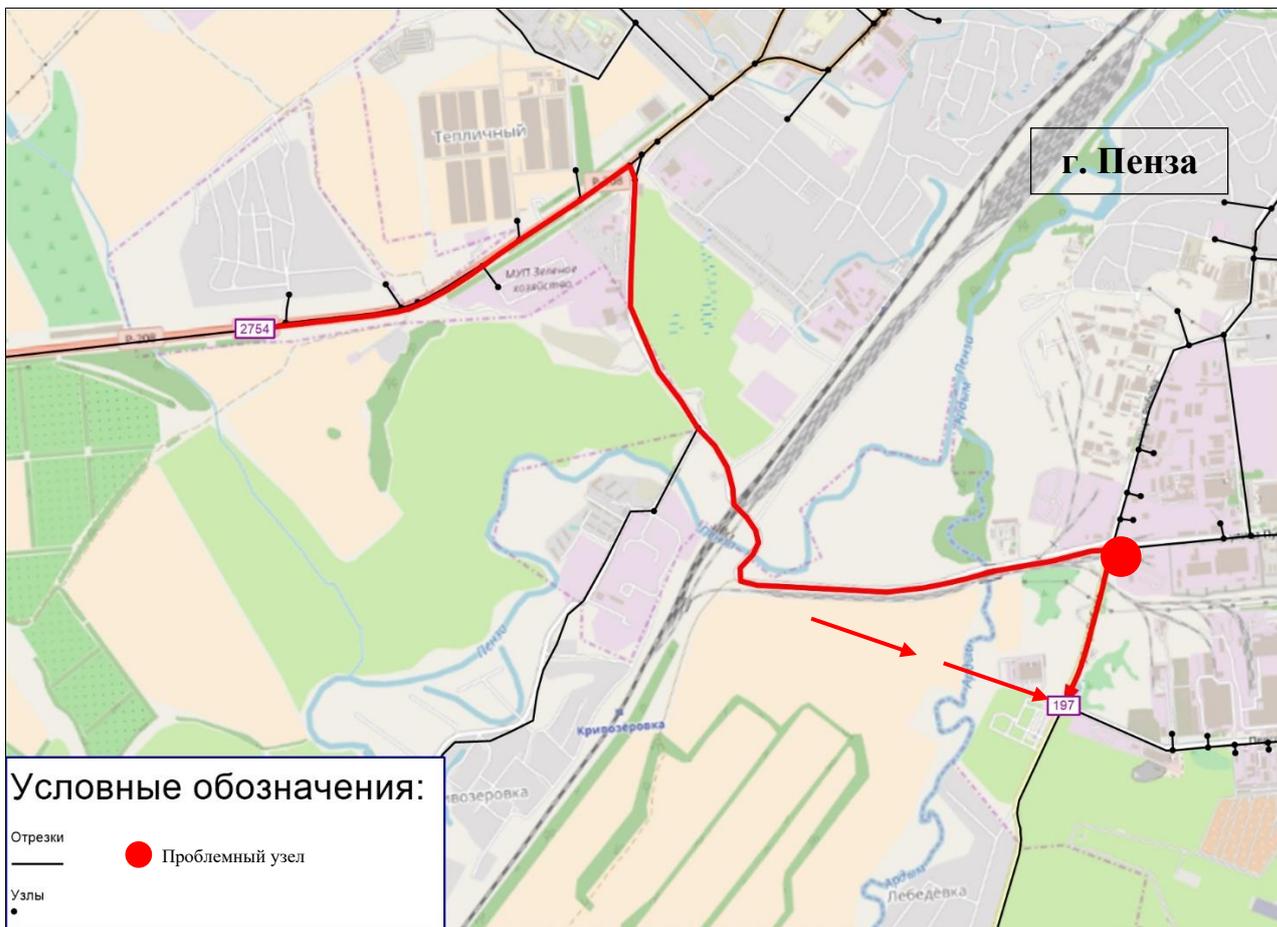


Рисунок 5 – Маршрут прохождения потоков от ул. Объездная до ул. Перспективная

Выявлена необходимость развития транспортных связей из микрорайона Заводской. В настоящее время имеется единственная развитая транспортная связь по ул. Байдукова (рисунок 6).

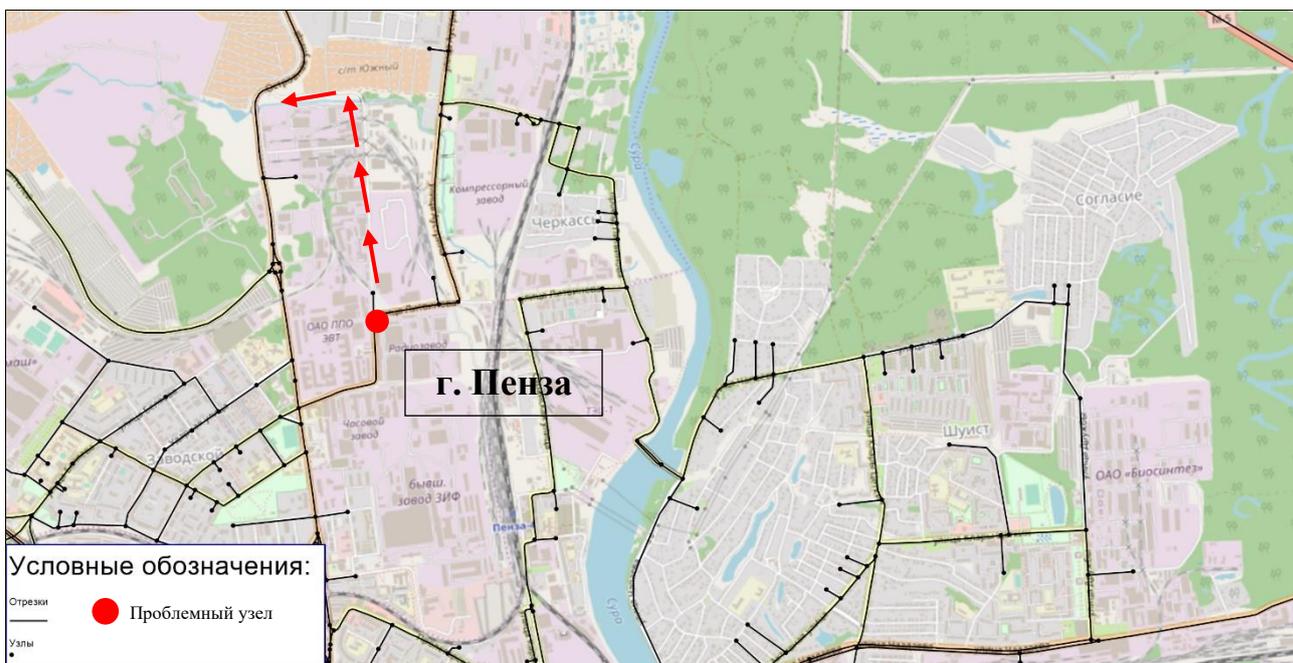


Рисунок 6 – Существующий выезд из района Южный

В связи с высокой плотностью распределения жителей в жилом микрорайоне Арбеково возникает высокий спрос на ул. Окружная. В связи с этим, имеется необходимость развития новых связей к территориям находящимися в микрорайоне Терновка (рисунок 7).

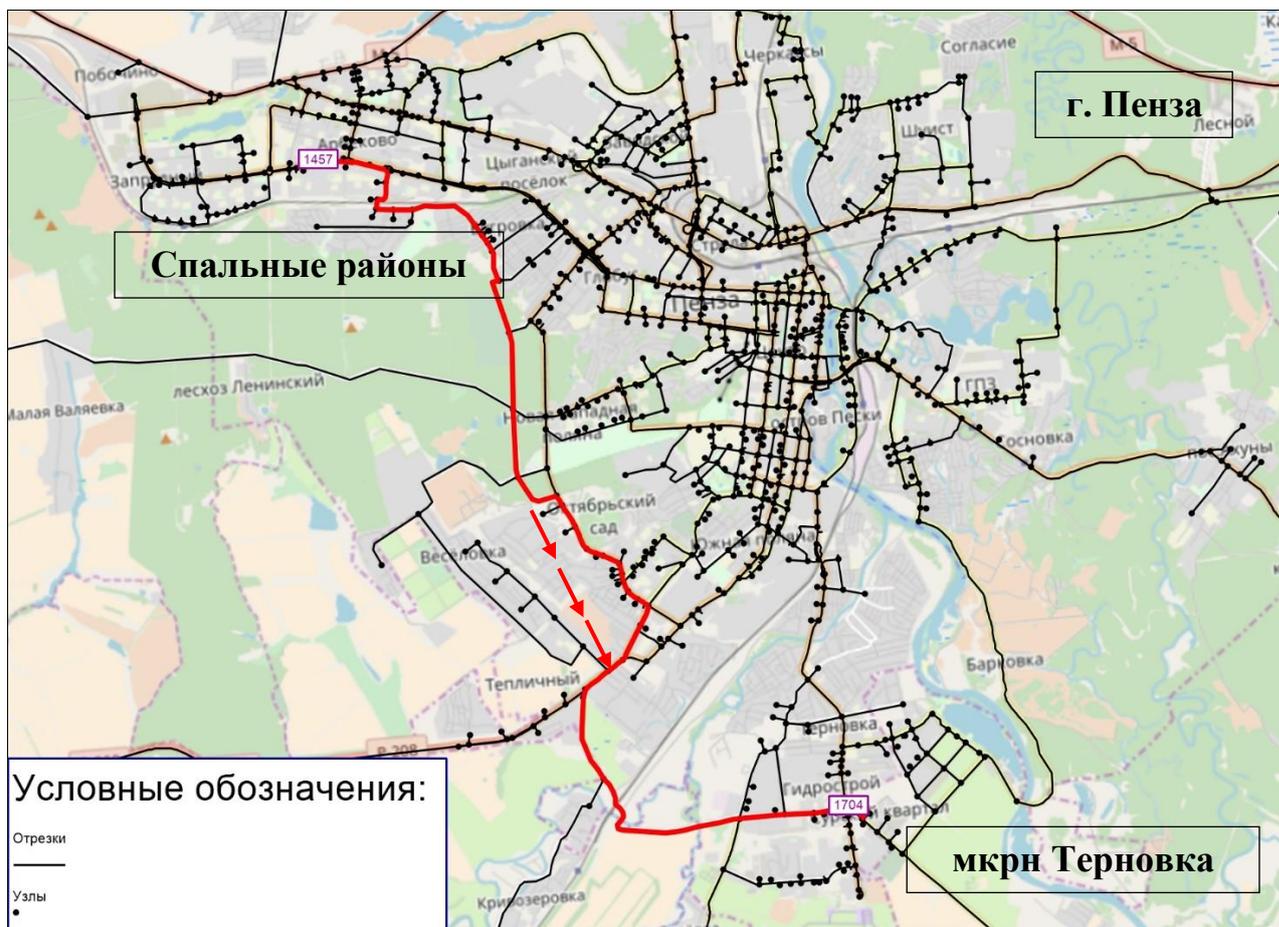


Рисунок 7 – Маршрут следования от жилых микрорайонов к микрорайону Терновка

Имеется необходимость улучшить транспортную доступность от микрорайона Город Спутник и городского округа Заречный (рисунок 8).

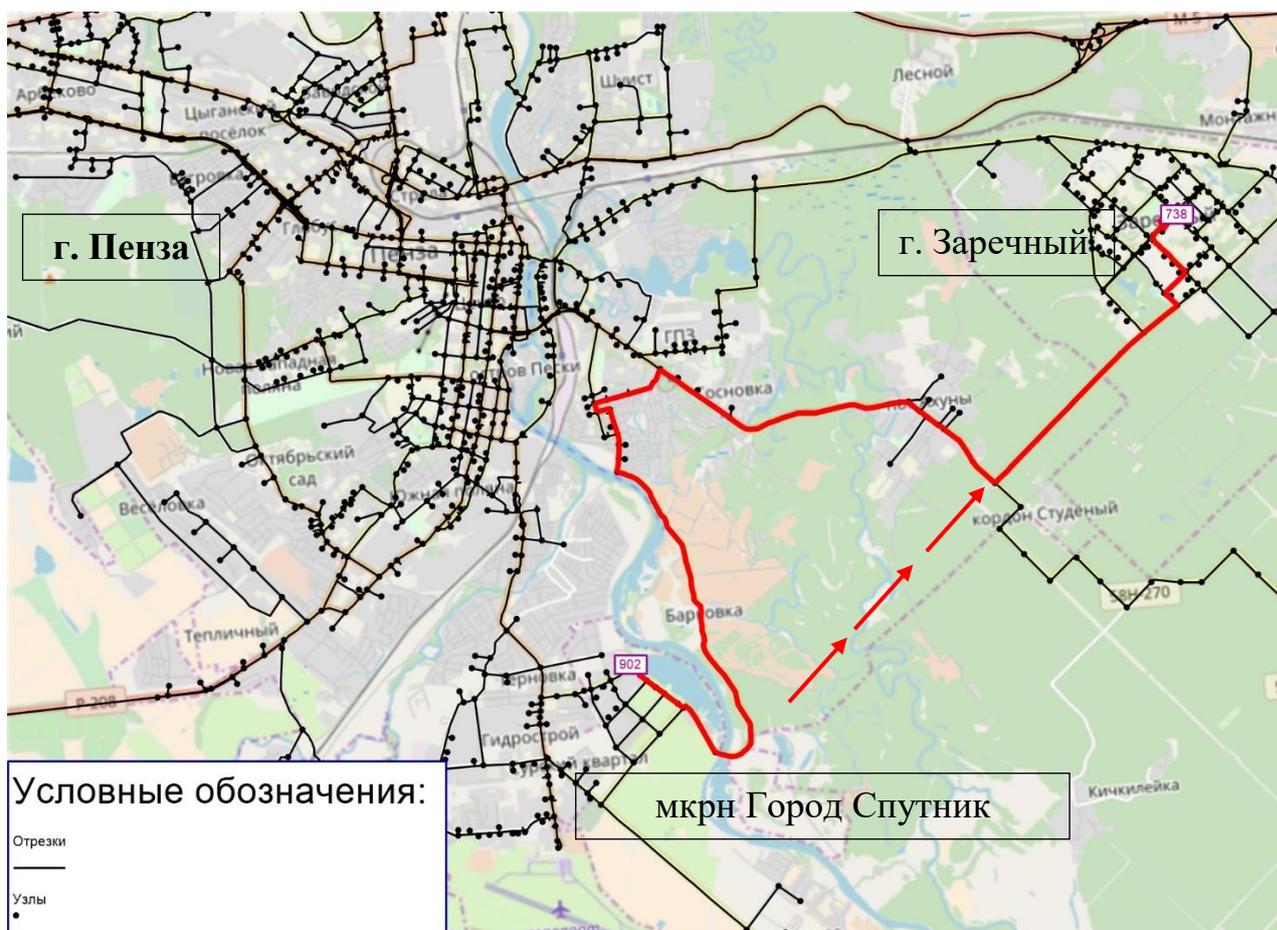


Рисунок 8 – Кратчайший путь от микрорайона Город Спутник к городскому округу Заречный

Анализ транзитных путей юг –северо-восток выявил необходимость формирования новых обходных транспортных путей минуя центральную часть города Пензы. На рисунке 9 представлен основной кратчайший путь юг – северо-восток.

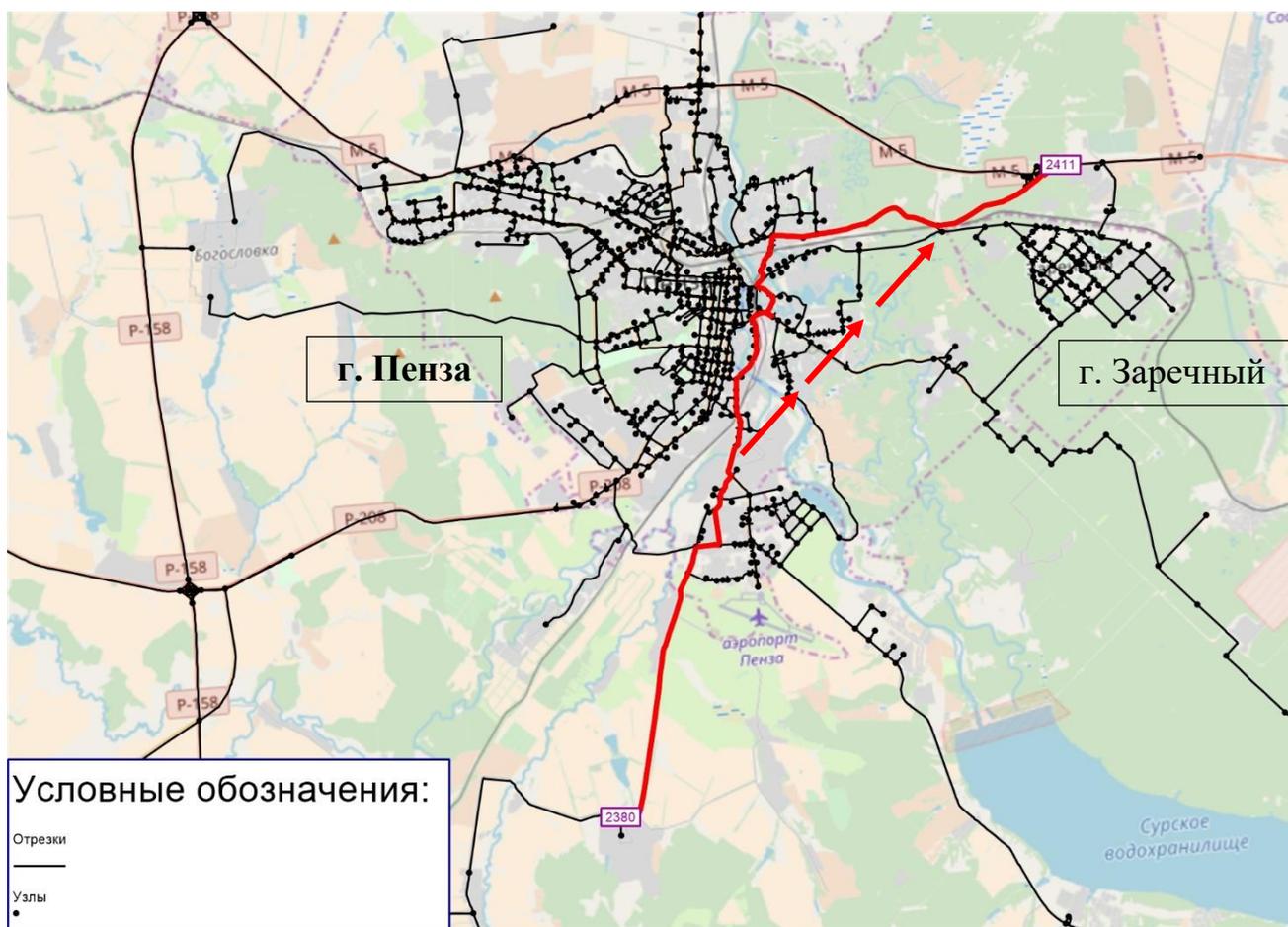


Рисунок 9 – Существующий транзитный путь юг – северо-восток в городском округе Пенза

В связи с высокой загруженностью центральной части города Пенза, выявлена необходимость формирования новых кратчайших связей в микрорайоне Маньжурия. На рисунке 10 изображен существующий кратчайший путь между частями микрорайона.

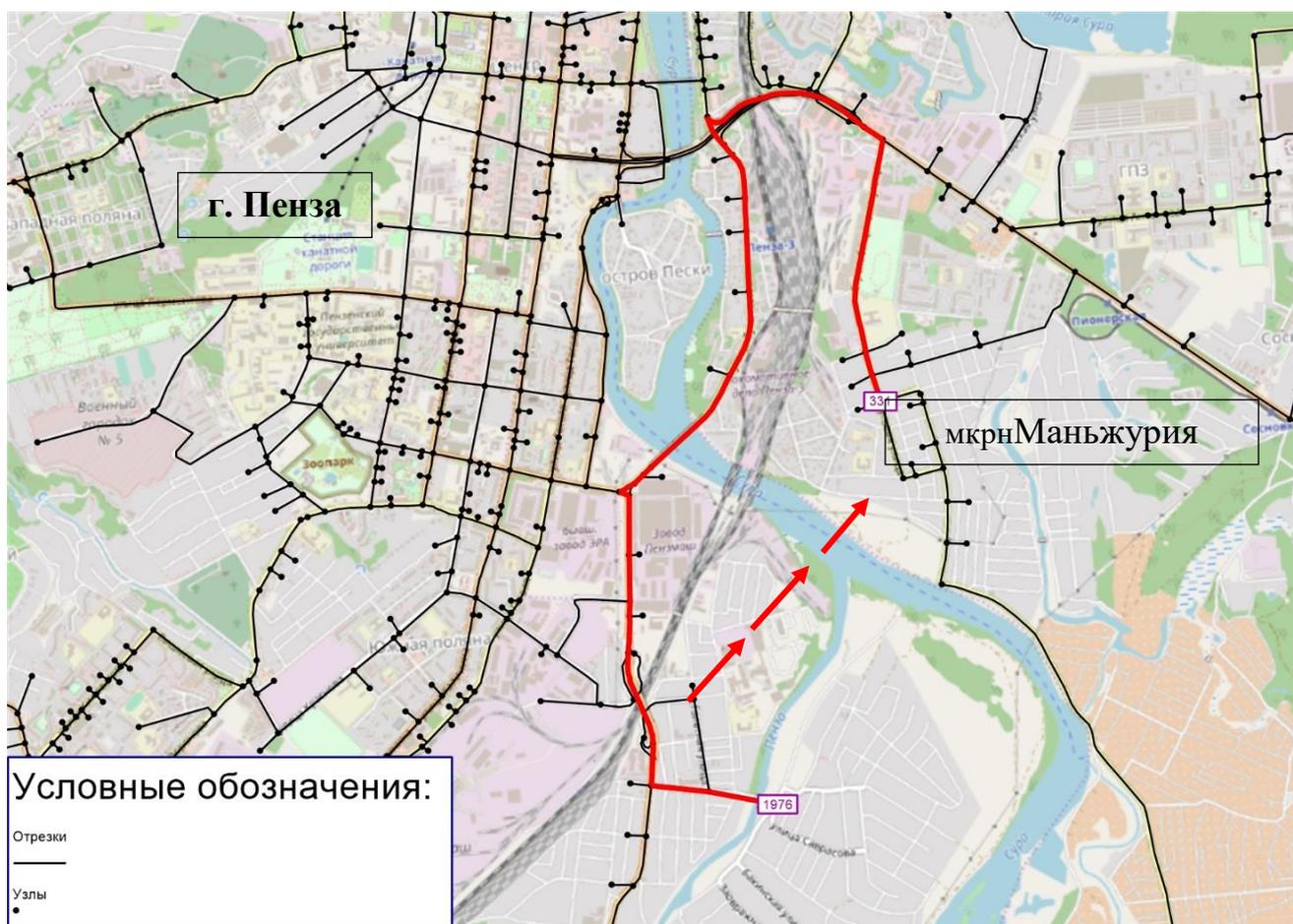


Рисунок 10 – Существующий кратчайший путь между частями микрорайона Маньжурия

Пропускная способность улиц городского округа Пенза неравномерна по территории города. С учетом современного спроса и нехватки пропускной способности в городе формируются устойчивые регулярные заторы в пиковые периоды. Уровень загрузки основных магистральных улиц составляет 60–80% от их номинальной пропускной способности. Имеются участки где пропускная способность полностью исчерпана. Такие участки УДС требуют работ по реконструкции с целью повышения пропускной способности. В рамках предварительных исследований выявлены следующие основные недостатки пропускной способности УДС городского округа Пенза. Выявлена нехватка пропускной способности на следующих участках: ул. Строителей от ТЦ «Проспект» до ТЦ «Весна», ул. Байдукова от ул. Литвинова до ул. Островная, ул. Чаадаева, мосто-

вое сооружение по ул. Антонова, ул. Входная, ул. Аустрина от пос. Бессоновка при движении к городу Пенза.

Проблемы регулярного заторообразования на УДС и неэффективного функционирования транспортных узлов представлена рядом узлов и перегонами улиц. Неудовлетворительные условия по критерию загруженности имеются на следующих перегонах: ул. Антонова, ул. Измайлова, ул. Стрельбищенская, ул. Суворова, ул. Калинина, ул. Гагарина, ул. Бекешская.

Неэффективное функционирование транспортных узлов установлено на следующих пересечениях: ул. Стрельбищенская и ул. Измайловская, ул. Измайлова и ул. Антонова, ул. Чаадаева и ул. Долгорукова, ул. Ленинградская и ул. Мира, ул. Бакунина и ул. Кулакова, ул. Суворова и ул. Кулакова, ул. Ростовского и ул. Терновского, ул. Мира и ул. Окружная, ул. Тернопольская и просп. Строителей.

Анализ текущего уровня БДД на территории городского округа Пенза позволил выявить основные проблемные пересечения на которых наблюдается системное снижение БДД: пересечение ул. Тернопольской – Рахманинова, пересечение ул. Терновского – Сухумской, - пересечение дороги дублёра ул. Окружной и ул. Зеленодольской, пересечение ул. Луначарского – Толстого, пересечение ул. Володарского-М. Горького, пересечение ул. Пушкина – Ставского, пересечение ул. Суворова – Кулакова, пересечение ул. Кураева – Красная.

В рамках исследования были выявлены проблемы в пешеходной инфраструктуре. Список объектов с неудовлетворительным качеством пешеходной инфраструктуры представлен следующими объектами: ул. Мебельная, ул. Новоказанская, ул. Воронова, ул. Луговая, ул. Стрельбищенская, ул. Совхозная, ул. Медицинская, ул. Лермонтова, ул. Новороссийская, ул. Тимирязева, ул. Петровская, ул. 40 - лет Октября, ул. Мереняшева, ул. Ладожская.

1.2.2. Предварительный визуальный экспресс-анализ работы транспортной инфраструктуры

В целях оценки качества транспортной инфраструктуры, была проведена визуальная оценка элементов транспортной сети городского округа Пенза. На рисунках 11 – 15 представлено текущее состояние ключевых транспортных узлов.



Рисунок 11 – Фотография пересечения ул. Ижевского – ул. 40-лет Октября



Рисунок 12 – Фотография пересечения
ул. Лермонтова – ул. Куйбышева – ул. Советская



Рисунок 13 – Фотография пересечения ул. Радужная – ул. Светлая



Рисунок 14 – Фотография пересечения ул. Суворова - ул. Чехова



Рисунок 15 – Фотография пересечения ул. Терновского- ул. Ростовская

Визуальным способом было определено, что транспортная инфраструктура города неравномерна и есть участки УДС с низким качеством дорожного покрытия.

Основная часть визуально обследованных технических средств организации дорожного движения на территории городского округа Пенза находятся в удовлетворительном состоянии и выполняют возложенную на них функцию по информационному обеспечению участников дорожного движения и регулированию транспортных потоков [9]. Часть технических средств организации дорожного движения требует обновления и замены.

Предварительный анализ текущей ситуации позволил выявить и систематизировать участки улиц с неудовлетворительным состоянием дорожного покрытия: ул. Измайлова, ул. Луговая, ул. Планетная, ул. Демьяна Бедного, ул. Ново-Казанская, ул. Литвинова, ул. Пушкина, ул. Луначарского, ул. Долгая, Тарханова, Ул. Чаадаева, Большой Сурийский мост, ул. Байдукова, ул. Аустрина, путепровод Толстовский, ул. Куйбышева, ул. Гагарина, ул. 8-марта, пр. Победы, Ул. Ладожская, ул. Строителей, ул. Ульяновская, ул. Дружбы, ул. Клары Цеткин, ул. Минская, ул. Антонова, Ул. Чебышева, ул. Кривозерье, ул. Тамбов-

ская, ул. Куйбышева, ул. Рябова, ул. Сухимская, ул. Карпинского, ул. Красноярская, ул. Галетная.

1.2.3. Определение основных дефицитов качества транспортной системы городского округа Пенза

В рамках данной работы были выделены следующие основные показатели качества транспортной системы городского округа Пенза:

Транспортная доступность – показатель затрат времени на транспортные сообщения между различными пунктами в пределах систем группового расселения. Определяется на основе немультимодальной модели.

Уровень обслуживания – комплексный показатель экономичности, удобства, и безопасности движения, характеризующий состояние транспортного потока. Определяется на основе немультимодальной модели.

Среднее время реализации транспортных корреспонденций – показатель отражающий среднее время, затрачиваемое человеком на совершение одной транспортной корреспонденции. Определяется на основе предварительной немультимодальной модели [2].

Качество транспортного предложения – показатель, отражающий способность элементов транспортной инфраструктуры удовлетворять существующий транспортный спрос. Определялся на основе визуальных наблюдений.

В таблице 2 представлены предварительный анализ наличия либо отсутствия дефицита качества транспортной инфраструктуры.

Таблица 2 – Таблица дефицитности показателей качества транспортной инфраструктуры

Показатель	Описание наличие либо отсутствие дефицита качества
Транспортная доступность	Наличие дефицита. Имеются территории в агломерации которые требуют улучшения транспортной доступности с городским округом Пенза.
Уровень обслуживания на территории городского округа	Наличие дефицита. В настоящее время наблюдается уровень обслуживания С с переходом к D или F. Уровень С соответствует коэффициенту загрузки 0,3 - 0,7. Уровень D соответствует уровню загрузки 0,7 – 1. Уровень D характеризуется

	не устойчивое состояние потока в районах с загруженными пересечениями.
Среднее время реализации транспортных корреспонденций на территории городского округа	Наличие дефицита. Внутри городского округа среднее время реализации корреспонденций для 17% пользователей имеет среднее время реализации корреспонденций более 40 минут.
Качество транспортного предложения	Наличие дефицита. На основе предварительных визуальных осмотров установлено, что транспортная инфраструктура требует проведения работ по повышению качества дорожного покрытия.

1.3. Экспресс-анализ методов повышения качественных показателей работы транспорта городского округа Пенза

Для целей повышения основных качественных показателей работы транспорта городского округа можно выделить следующие подходы:

- строительством и реконструкция объектов транспортной инфраструктуры (дорог, улиц, мостовых сооружений, туннелей и пр.);
- развитие системы мультимодальных перевозок с акцентом на городском общественном транспорте общего пользования;
- создание элементов интеллектуальных транспортных систем.

Строительство новых элементов УДС требует вложения значительных капитальных ресурсов, но при этом обеспечивает высокую эффективность работы транспортной системы при должном обосновании расположения новых элементов [10].

Развитие систем мультимодальных перевозок позволяет в значительной степени снизить загруженность городской сети за счет перераспределения транспортного спроса на более эффективный подвижной состав в виде городского общественного транспорта.

Создание элементов ИТС включает в себя интеграцию в транспортную систему современных технологий управления с телематикой и предназначенной для автоматизированного поиска и принятия наиболее эффективных сценариев управления транспортной системой и ее элементами. Система позволяет обеспечить высокий уровень качества обслуживания пользователей транспортной системой [3].

В целях улучшения качества работы транспортной инфраструктуры на внутригородской сети в соответствии с результатами исследования предполагается реализовать ряд мероприятий (рисунок 16).

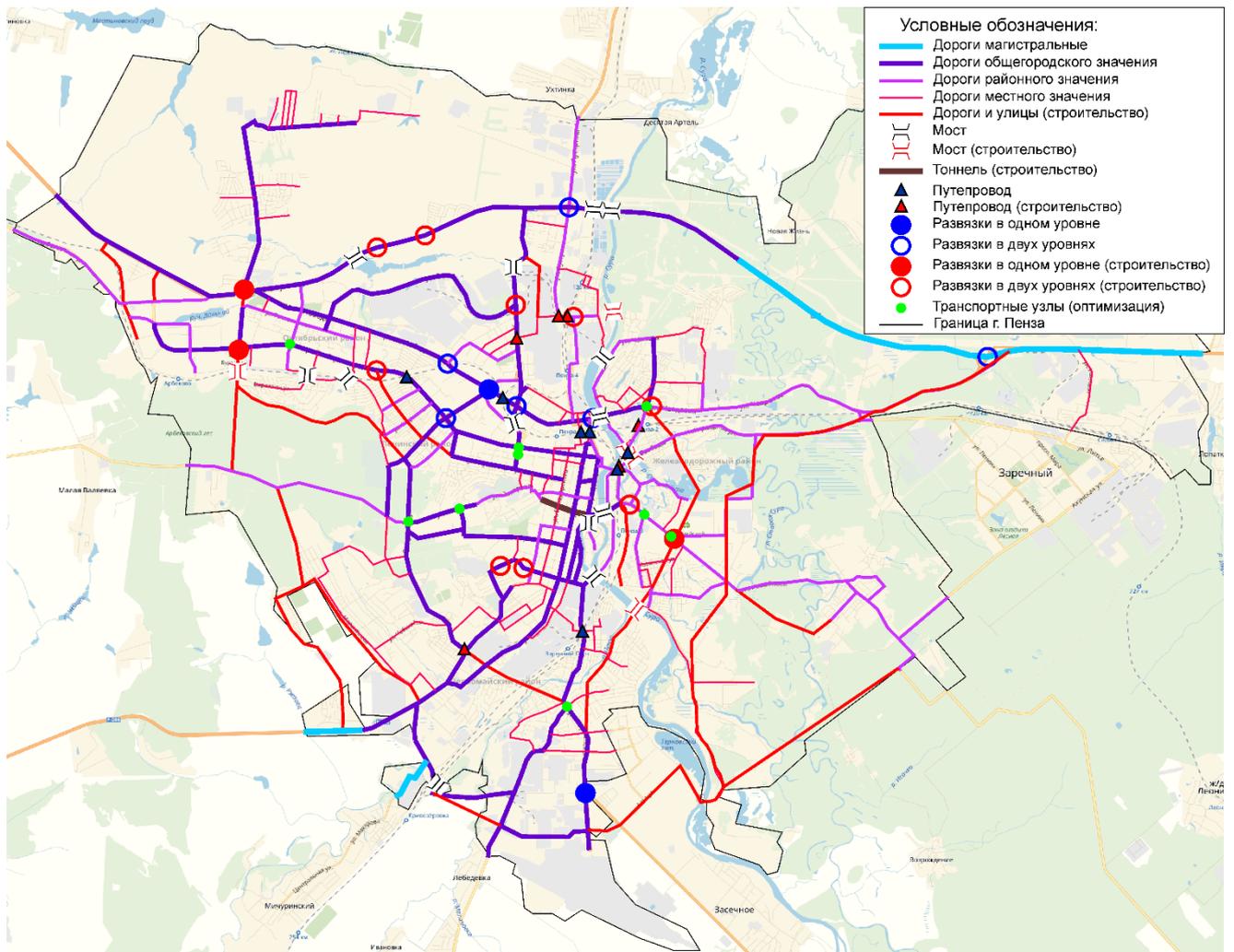


Рисунок 16 – Схема мероприятий по повышению эффективности качественных показателей работы транспорта городского округа Пенза

2. Оптимизированный набор мероприятий краткосрочной перспективы, подлежащий реализации на территории городского округа Пенза, в том числе мероприятий признанных эффективными и подлежащих выполнению на территории городского округа Пенза мероприятий, уже находящихся на различной стадии проработки и реализации

В таблице 3 предварительно определены основные мероприятия направленные на повышения эффективности качественных показателей работы транспорта городского округа Пенза.

Таблица 3 – Предварительный список мероприятий по повышению качества работы транспортной системы городского округа Пенза

№ п/п	Наименование мероприятия	Тип работ	Срок
1	Реконструкция автомобильной дороги от ул. 40 лет Октября до ул. Центральная (1 этап) (дата готовности проектной документации 1.09.2018)	Реконструкция	2019
2	Реконструкция улично-дорожной сети г.Пензы. Реконструкция моста через р. Суру в створе улицы Бакунина с реконструкцией подходов к нему от ул. Урицкого до ул. Злобина (дата готовности проектной документации 1.07.2018)	Реконструкция	до 2021 года
3	Строительство общегородской магистрали от II микрорайона Арбеково до микрорайона малоэтажной застройки «Заря» в г. Пензе с примыканием к федеральной автомобильной дороге М-5 «Урал» (дата готовности проектной документации 30.11.2018)	Строительство	2018-2021 годы
4	Автомобильная дорога по ул. Чкалова, г. Пенза капитальный ремонт (дата готовности проектной документации 15.10.2018)	Капитальный ремонт	2021
5	Строительство автодороги в микрорайоне, расположенном между пос. Нефтяник и пос. Заря	Строительство	2021
6	Строительство автодороги в районе ул. Бадигина	Строительство	2021
7	Реконструкция дороги по ул. Новоселов, г.Пенза реконструкция (дата готовности проектной документации 30.11.2018)	Реконструкция	2021
8	Ремонт покрытия проезжей части по автодорогам поселений агломерации	Текущий ремонт	2019

ВЫВОДЫ

В рамках данного этапа НИР проведен экспресс-анализ текущего состояния работы транспорта городского округа Пензы с учетом совместной работы с транспортной инфраструктурой прочих муниципальных образований, расположенных в границах Пензенской городской агломерации.

Выявлены наиболее проблемные аспекты текущего и перспективного состояния транспортной инфраструктуры городского округа.

Проведен предварительный визуальный экспресс-анализ работы транспортной инфраструктуры. Установлено, что основная часть визуально обследованных технических средств организации дорожного движения на территории городского округа Пенза находятся в удовлетворительном состоянии и выполняют возложенную на них функцию по информационному обеспечению участников дорожного движения и регулированию транспортных потоков. Часть технических средств организации дорожного движения требует обновления и замены. Предварительный анализ текущей ситуации позволил выявить и систематизировать участки улиц с неудовлетворительным состоянием дорожного покрытия.

На данном этапе определены основные показатели качества транспортной системы городского округа Пенза. Представлен предварительный анализ наличия дефицита качества транспортной инфраструктуры.

Проведен экспресс-анализ методов повышения качественных показателей работы транспорта городского округа Пенза и представлен набор мероприятий краткосрочной перспективы по развитию транспортной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. PTV Visum 14 Руководство пользователя: PTV AG, A+S, 2014 – 890 с.
2. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
3. Горев А.Э., Беттгер К., Прохоров А.В., Гизатуллин Р.Р Основы транспортного моделирования: Практическое пособие. – СПб.: ООО «ИПК «КОСТА», 2015. – 168 с.
4. Брайловский Н.О., Грановский моделирование транспортных систем. – М.: Наука, 1977. – 408 с.
5. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие / Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А., Холодов Я.А., Шамрай Н.Б.; Приложения: Бланк М.Л., Гасникова Е.В., Замятин А.А. и Малышев В.А., Колесников А.В., Райгородский А.М; Под ред. А.В. Гасникова. — М.: МФТИ, 2010. — 362 с.
6. Лившиц В.В. Математическая модель случайно-детерминированного выбора и ее применение для расчета трудовых корреспонденций // Автоматизация процессов градостроительного проектирования, 1973. с. 39-57.
7. Сильянов В.В., Ерёмин В.М., Муравьёва Д.И. Имитационное моделирование транспортных потоков в проектировании дорог. М.: МАДИ, 1961-119 с.
8. OpenStreetMap [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openstreetmap.org>, свободный. – Загл. с экрана.
9. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст]. – введ. 2006-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011.

10. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения. Справочник / Пер. с англ.; У. Ренкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.