

IT & TRANSPORT

ИТ & ТРАНСПОРТ

Сборник научных статей

ТОМ 21

Самара
ООО «НПЦ «ИТС»

2023

И Т & Т Р А Н С П О Р Т

И Т & Т Р А Н С П О Р Т

Направления :

**1.2.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ
МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (технические науки)**

**2.3.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА
ИНФОРМАЦИИ, СТАТИСТИКА (технические науки)**

**2.3.3. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ (технические науки)**

**2.3.5. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
СЕТЕЙ (технические науки)**

**Главный редактор Михеева Т. И.
доктор технических наук, профессор,
Заслуженный деятель науки и образования РФ**

**Самара
ООО «НПЦ «ИТС»
2023**

УДК 004.9+656

IT & Transport / ИТ & Транспорт : сб. науч. статей / под ред. профессора Т.И. Михеевой. – Самара : ООО «НПЦ «ИТС», 2023. – Т. 21. – 96 с.:ил.

В сборнике представлены научные статьи, содержащие результаты исследований в следующих предметных областях: системный анализ, управление и обработка информации, интеллектуальные транспортные системы, геоинформационные системы, информационные технологии, базы данных и знаний, системы искусственного интеллекта, цифровая обработка изображений, управление транспортными процессами, развитие транспортной инфраструктуры, автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, математическое и компьютерное моделирование.

Предназначен для научно-технических работников, инженеров, аспирантов и студентов, обучающихся по специальностям, связанным с информационными технологиями, транспортными системами и процессами.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Главный редактор – Т. И. Михеева доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и образования РФ

Редакционная коллегия:

Бурдин А.В.	доктор технических наук, доцент
Гераськин М.И.	доктор экономических наук, профессор
Жанказиев С.В.	доктор технических наук, профессор
Заболотнов Ю.М.	доктор технических наук, профессор
Зырянов В.В.	доктор технических наук, профессор
Ивашенко А.В.	доктор технических наук, профессор
Минниханов Р.Н.	доктор технических наук, профессор
Прохоров С.А.	доктор технических наук, профессор
Филиппова А.С.	доктор технических наук, профессор
Хайтбаев В.А.	доктор экономических наук, профессор
Зеленко Л.С.	кандидат технических наук, доцент
Золотовицкий А.В.	кандидат технических наук, доцент
Михеев С.В.	кандидат технических наук, доцент
Сапрыкин О.Н.	кандидат технических наук, доцент
Сапрыкина О.В.	кандидат технических наук, доцент
Федосеев А.А.	кандидат технических наук, доцент
Шопин А.Г.	кандидат технических наук

Редакция: Чекина Е.В.

Печатается по решению научно-технического совета ООО «НПЦ «ИТС»

ISBN 978-5-6043997-9-8 © Авторы, 2022©; ООО «НПЦ «ИТС», 2022

УДК 004.9

*Михеева Т.И., Семенихин М.С.***ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЧАТ-БОТА
НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТРАНСФОРМЕР
ДЛЯ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА***Самарский университет имени академика С.П. Королёва
ИнтелТранс*

В данной статье рассматривается построение чат-бота при помощи нейронной сети трансформер. В процессе работы выявляется точность модели. Целью статьи является создание чат-бота переводчика на уровне профессионального человеческого перевода.

Ключевые слова: чат-бот, глубокая нейронная сеть, машинное обучение, машинный перевод, нейронная сеть трансформер, NLP, BLEU.

Введение

Для переводов на данный момент наиболее распространены чат-боты, которые используют нейронные сети на сопоставлении данных. Такой подход сильно ограничивает скорость и достоверность перевода. Для решения данной проблемы разрабатываются глубокие нейронные сети, способные обучаться на меньшем количестве данных, путём выстраивания логики использования элементов языка.

Строение нейронной сети трансформер

В качестве глубокой нейронной сети было выбрано строение нейронной сети трансформер. В сеть подаётся вся входная последовательность без зависимости между состояниями обучения. Элементы этой последовательности называются токенами. После токенизации слова проецируются в распределенное геометрическое пространство или строятся в виде вложений слов.

Вложение – это представление слова в распределенном низкоразмерном пространстве непрерывнозначных векторов. Слова не являются дискретными символами. Они сильно коррелируют друг с другом. Поэтому, когда они проецируются в непрерывное евклидово пространство, появляется возможность найти между ними ассоциации. Потом, в зависимости от задачи, можно отодвигать вложения слов дальше или держать их близко друг к другу.

Преобразователи обрабатывают последовательности как наборы, поэтому они теоретически инвариантны к перестановкам. Чтобы это исправить требу-

ется изменить вложения в зависимости от положения, то есть совершить позиционное кодирование, то есть создать набор небольших констант, которые добавляются к вектору встраивания слова перед первым слоем самоконтроля. Если одно и то же слово появляется в другом месте, фактическое представление будет немного другим, в зависимости от того, где оно появляется во входном предложении.

Дополнительно необходимо разбить данные на пары ключ-значение. Ключи нужны, чтобы определить веса внимания, чтобы рассматривать данные и значения как информацию, которую фактически получаем.

Самовнимание представляет собой механизм внимания, связывающий различные положения одной последовательности для вычисления представления этой последовательности. Самостоятельное внимание позволяет находить корреляции между разными входными словами, указывающие на синтаксическую и контекстуальную структуру предложения.

Transformer использует 3 разных представления: запросы, ключи и значения матрицы внедрения. Для этого нужно умножить входные данные с тремя различными весовыми матрицами. Это просто умножение матриц в исходных вложениях слов. Имея матрицы запроса, ценности и ключа, можно применять слой само-внимания. С формированием множественных путей возможно передать понимание более высокого уровня последних слоев предыдущим слоям. Это позволяет повторно модулировать как понимается ввод.

Во многих версиях трансформера расширяют идею само-внимания до многоголового внимания. Таким образом, получается проход через механизм внимания несколько раз. Каждый раз сопоставляется независимый набор матриц с разными пространствами меньшего измерения и вычисляется там внимание, а результат называется «головой». Отображение достигается путем умножения каждой матрицы на отдельную весовую матрицу.

Чтобы компенсировать дополнительную сложность, размер выходного вектора делится на количество головок. В классическом трансформаторе используют размер входных данных 512 и 8 голов, что дает векторное представление 64. Таким образом, у модели есть несколько независимых способов для понимания ввода.

Поскольку головы независимы друг от друга, возможно выполнять вычисление собственного внимания параллельно.

Многоголовым внимание позволяет каждый раз по-разному обращать внимание на разные части последовательности. Практически это означает:

- модель лучше фиксирует информацию о местоположении, потому что каждая головка сможет обслуживать разные сегменты ввода, их комбинация даст наиболее надежное представление;

- каждая голова будет захватывать различную контекстную информацию, соотнося слова уникальным образом.

Многоголовое внимание позволяет модели совместно воспринимать информацию из разных подпространств представления в разных позициях. С одной головой внимания усреднение препятствует этому.

Чтобы обработать предложение, необходимы 3 шага:

- 1) вложения слов входного предложения вычисляются одновременно;
- 2) к каждому встраиванию применяется позиционное кодирование, в результате чего получаются векторы слов, которые также включают позиционную информацию;
- 3) векторы слов передаются в первый блок кодировщика.

Каждый блок состоит из следующих слоев в том же порядке:

- слой самоконтроля с несколькими головками для поиска корреляций между каждым словом;
- слой нормализации;
- остаточное соединение вокруг двух предыдущих подслоев;
- линейный слой;
- второй слой нормализации;
- второе остаточное соединение.

Приведенный выше блок может быть реплицирован несколько раз для формирования кодировщика.

Декодер состоит из всех вышеупомянутых компонентов плюс новых:

- выходная последовательность подается полностью и вычисляются вложения слов;
- применяется позиционное кодирование;
- векторы передаются в первый блок декодера.

Каждый блок декодера включает в себя:

- маскированный слой самоконтроля с несколькими головками;
- уровень нормализации, за которым следует остаточное соединение;
- новый уровень внимания с несколькими головками;
- второй уровень нормализации и остаточное соединение;
- линейный слой и третье остаточное соединение.

Блок декодера примет вид, как показано на рисунке 1.

Окончательный вывод преобразуется через линейный слой, а вероятности вывода рассчитываются с помощью функции *softmax*. Выходные вероятности предсказывают следующий токен в выходном предложении. Присваивается вероятность каждому слову и оставляется то, которое имеет наивысший балл.

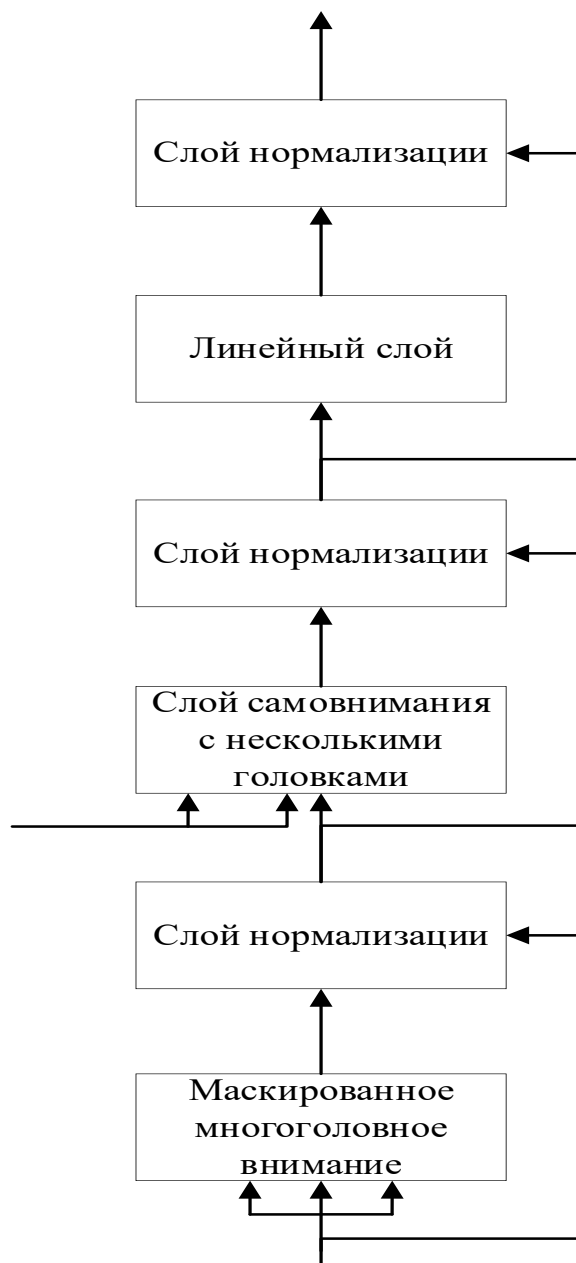


Рисунок 1. Декодер трансформера

Рассмотрим подробнее слой самовнимание. Именно здесь декодер обрабатывает закодированное представление. Матрица внимания, сгенерированная кодировщиком, передается на другой уровень внимания вместе с результатом предыдущего блока внимания.

Выход кодировщика инкапсулирует окончательное встраивание входного предложения. Таким образом, будут использоваться выходные данные кодировщика для создания матриц ключей и значений. С другой стороны, выходные данные блока маскированного внимания содержат сгенерированное на данный момент новое предложение и представление в виде матрицы запроса на уровне внимания. Самовнимание обучается ассоциировать входное предложение с соответствующим выходным словом. Выходные данные последнего блока кодировщика будут использоваться в каждом блоке декодера.

Функциональная схема и алгоритм разрабатываемого чат-бота

На рисунке 2 представлена функциональная схема чат-бота. В качестве платформы выступает мессенджер, для которого реализуется чат-бот. Все операции выполняются в приложении, которое запущено либо с компьютера, либо с сервера. Обработчик принимает от пользователя через платформу сообщение, сохраняет его в базе данных, необходимой в случае неисправности приложения восстановить работу. Затем, если сообщение введено на нужном языке и не является командой, оно посылается в нейронную сеть, которая затем переводит его при помощи обучающей выборки.

Алгоритм обучения нейронной сети представлен на рисунке 3. Задаются настройки для трансформера и количество эпох, после чего проверяется, имеется ли собственная выборка. Если её нет, она создаётся для сохранения прогресса обучения в дальнейшем. После обучения модели высчитываются потери информации, с помощью которых оптимизируют модель. Когда модель закончит обучение, конечный перевод будет записан в файл.

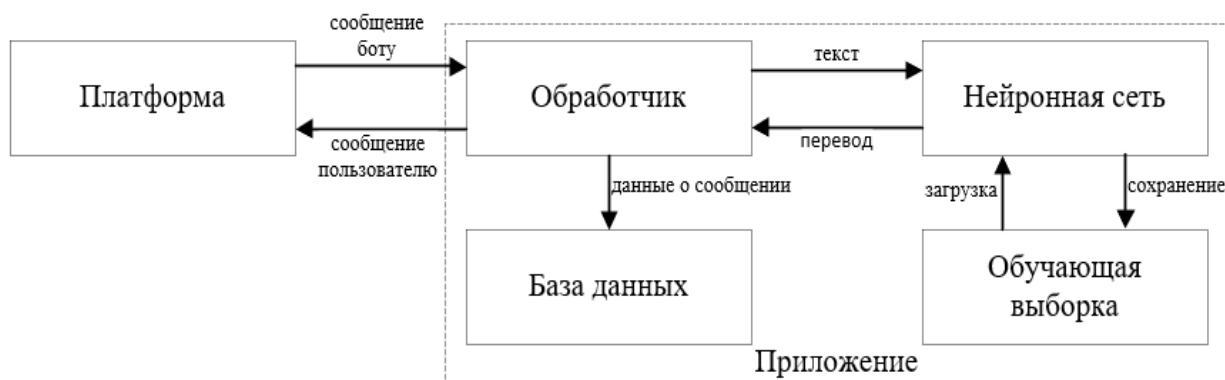


Рисунок 2. Функциональная схема чат-бота

Выбор операционной системы, языков программирования и средств разработки

Для реализации нейронной сети был выбран язык *Python*, поскольку он имеет большое количество новейших библиотек для машинного перевода, а также содержит инструменты для расчётов операций с векторами. Кроме того, язык *Python* по большей части не требователен к операционным системам, средствам разработки и имеет поддержку со многими языками программирования. Для увеличения продуктивности системы, взаимодействие с базой данных, работой *API*, генерация ответов при помощи нейронной сети реализовано на языке *C#*. Для данных языков была выбрана среда *Visual Studio 2022*, поскольку именно она позволяет полностью воспользоваться преимуществами *Python* и *C#*. Хотя языки и среда были выбраны для реализации кроссплатформенного приложения, предпочтения были отданы операционной системе *Microsoft Windows 10*, поскольку она лучше всего взаимодействует со средой для *C#* – *Visual Studio*.

Экспериментальные исследования разработанного чат-бота

В качестве оценки чат-бота была выбрана *BLEU* – мера, отслеживающая на больших объемах результат изменений в переводе в процессе разработки системы (как меняется перевод при добавлении новых текстов для тренировки системы, при изменении программного кода).

Алгоритм *BLEU* оценивает качество перевода по шкале от 0 до 100 на основании сравнения человеческого перевода и машинного перевода и поиска общих фрагментов. Основная идея состоит в том, что чем больше совпадений, тем лучше перевод.

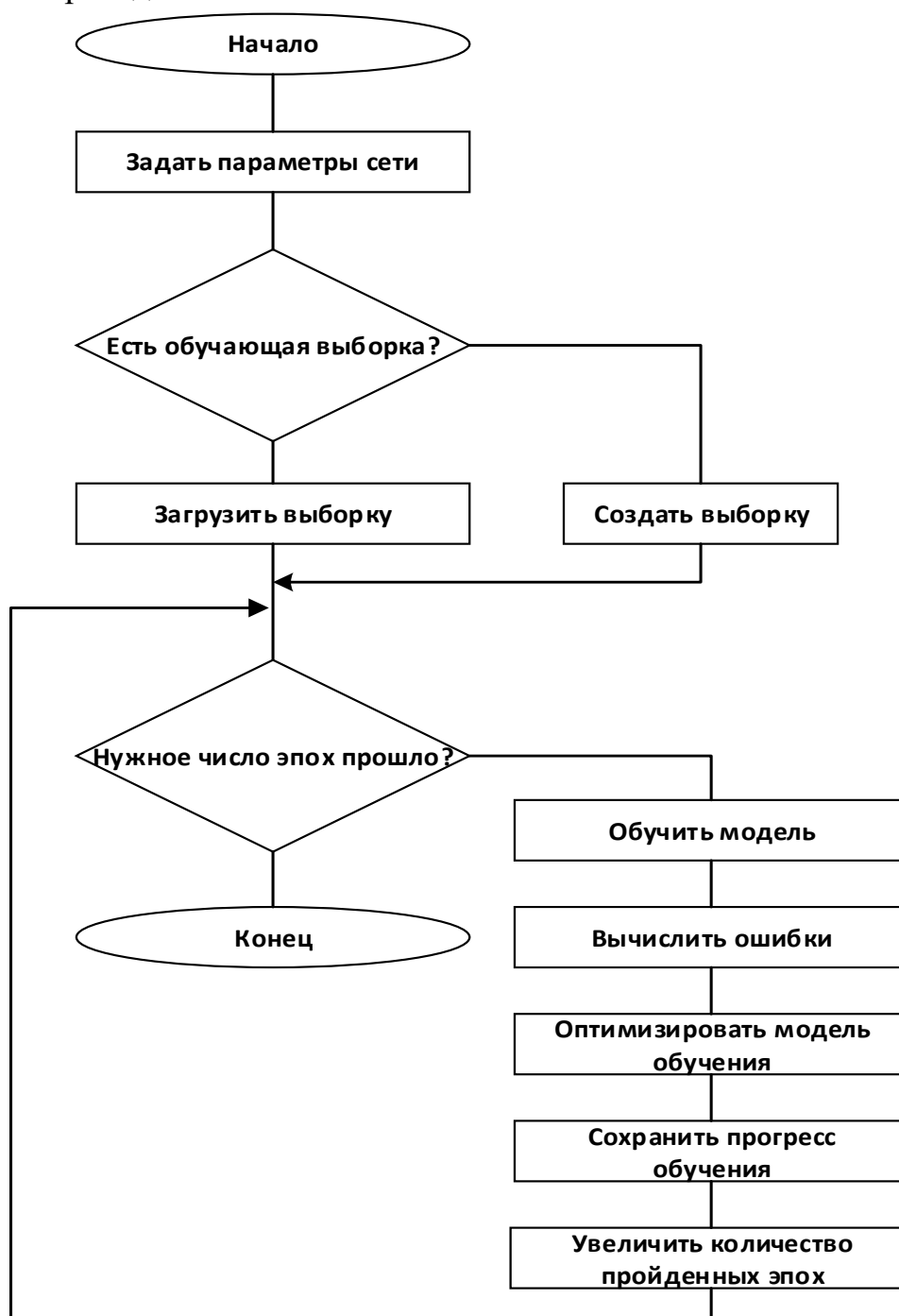


Рисунок 3. Алгоритм обучения нейронной сети

Преимущество алгоритма *BLEU* в том, что он хорошо коррелирует с оценками пользователей. Он усредняет число ошибок в отдельных предложениях для всего тестового набора, вместо того чтобы пытаться разработать точную оценку пользователя для каждого предложения.

В качестве обучающей выборки используются заранее обученные модели, загруженные при помощи библиотеки *Srasy*, сформированные на следующих данных:

- данные с сайта ответов на популярные вопросы для двух языков;
- информация из Википедий для двух языков;
- данные для английского языка, собранные совместными усилиями *BBN Technologies*, Университета Колорадо, Пенсильванского университета и Института информационных наук Южно-Калифорнийского университета из текстов различных жанров (новости, разговорная телефонная речь, блоги, группы новостей *Usenet*, радиопередачи, ток-шоу);
- тексты из немецких газет *Frankfurter Rundschau*.

Для эксперимента по работоспособности чат-бота было выбрано предложение: «*ein pferd geht unter einer brücke neben einem boot.*». Данное предложение заставляет учитывать контекст. Ответ должен быть предложение: «*a horse walks under a bridge next to a boat.*».

По результатам проведенных испытаний нейронной сети в некоторых случаях удаётся составить точный перевод минимум за 1 эпоху. Поэтому была проверена зависимость оценки *BLEU* от малого количества эпох, что отображено в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость оценки *BLEU* от количества эпох

	6 эпох	7 эпох	8 эпох	9 эпох	10 эпох	11 эпох
<i>BLEU</i>	29,70	31,20	31,30	31,71	32,16	31,63

Таким образом чат-боту необходимо 10 эпох. Установим другие параметры схожим образом, чтобы получить максимальную оценку.

Коэффициент обучения – величина, изменяющаяся от 0 до 1 и позволяющая управлять величиной коррекции весов на каждой итерации.

Таблица 2. Зависимость оценки *BLEU* от коэффициента обучения

	1-e5	5-e5	1-e4	2-e4	3-e4	4-e4	5-e4	6-e4
<i>BLEU</i>	16,10	26,33	28,32	29,65	32,11	32,16	30,75	26,84

Под значением отсева в таблице 3 понимается вероятность, с которой во время обучения случайным образом обнуляются некоторые элементы входных векторов используя выборки из распределения Бернулли. Это эффективный метод регуляризации и предотвращения совместной адаптации нейронов.

Таблица 3. Зависимость оценки *BLEU* от значения отсева

	5%	8%	10%	12%	15%
<i>BLEU</i>	31,51	32,04	32,16	31,17	28,37

Таким образом, максимальная оценка *BLEU* составляет 32,16.

Большинству нейронных сетей для обучения требуется от 20 эпох и выше, чтобы дать ответ с малой погрешностью даже при простом тексте. Кроме того, следует отметить, что человеческий профессиональный перевод может оценивать в 26-32 балла *BLEU*, что лишний раз подчёркивает преимущество чат-бота. Также на подсчёт влияет результаты нулевой эпохи, когда система выводит совершенно неверные ответы, поскольку не произведено обучения. Ожидается, что при большом количестве эпох, будет существенно выше балл *BLEU*.

Заключение

В результате исследования построен чат-бот переводчик на основе нейронной сети трансформер и определена оценка *BLEU*, которая составила 32,16. Таким образом перевод является у бота достоверней человеческого.

Список используемой литературы

1. Microsoft. Что такое оценка BLEU? [Электронный ресурс]. – <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/cognitive-services/translator/custom-translator/what-is-bleu-score>
2. Русские Блоги. Алгоритм оценки качества машинного перевода-BLEU [Электронный ресурс]. – <https://russianblogs.com/article/3000523467>
3. Nimavat, K. Chatbots: An overview types, architecture, tools and future possibilities [Текст] / K. Nimavat, T. Champaneria // International Journal for Scientific Research and Development. – 2017. – Т.5, №7. – С 1019-1024.
4. Kucherbaev, P. Human-aided bots [Текст] / P. Kucherbaev, A. Bozzon, G. Houben // IEEE Internet Computing. – 2018. – Т. 22, № 6. – С. 36-43.
5. Jung, S. Semantic vector learning for natural language understanding [Текст] / S. Jung // Computer Speech & Language. – 2019. – № 56 – С. 130-145.
6. Kriesel, D. A Brief Introduction to Neural Networks [Электронный ресурс]. – http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks
7. Николенко, С. Глубокое обучение [Текст] / С. Николенко, А. Кудрин, Е. Архангельская – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.
8. AI Summer. How Attention works in Deep Learning: understanding the attention mechanism in sequence models [Электронный ресурс]. – <https://theai-summer.com/attention>
9. Cornell University. Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate [Электронный ресурс]. – <https://arxiv.org/abs/1409.0473>

10. AI Summer. How Transformers work in deep learning and NLP: an intuitive introduction [Электронный ресурс]. – <https://theaisummer.com/transformer/>

Mikheeva T.I., Semenikhin M.S.

**RESEARCH OF CHATBOT PERFORMANCE BASED ON THE
NEURAL NETWORK TRANSFORMER FOR MACHINE
TRANSLATION**

*Samara University named after Academician S.P. Korolev
IntelTrans*

This article discusses the construction of a chatbot using the transformer neural network. In the process of work, the accuracy of the model is revealed. The purpose of the article is to create a translator chatbot at the level of professional human translation.

Keywords: chatbot, deep neural network, machine learning, machine translation, neural network transformer, NLP, BLEU.

УДК 656.225.073.444

Семенихин М.С.

**АНАЛИЗ НЕЙРОННЫХ СЕТИ ДЛЯ
РАСПОЗНОВАНИЯ ТЕКСТОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*Самарский университет имени академика С.П. Королёва
ИнтелТранс*

В данной статье рассматриваются виды нейронных сетей для распознавания текста и изображений. Целью проектирования является поиск оптимальной модели нейронной сети для считывания текста и возможностью обрабатывать его при дальнейшей модернизации модели. В процессе работы в среде программирования Visual Studio на языках программирования C# и Python были реализованы различные виды нейронных сетей. В рамках данной статьи рассматриваются нейронные сети на задаче перевода текста.

Ключевые слова: RNN, LSTM, BiLSTM, машинное обучение, механизм внимания, нейронная сеть трансформер

Введение

Исходными данными для большинства нейронных сетей являются последовательности. В случае текста это последовательности с зависимыми элементами (предложения естественного языка, человеческая речь при распознавании). В результате обработки получаются данные, где соседние позиции зависят друг от друга, и эту зависимость нельзя игнорировать. Классические распределения в таком случае не подходят, поскольку длина зависимости не известна заранее, а предсказание получить, нужно в любой момент времени.

Необходимо чтобы нейронная сеть могла запоминать что-то из истории приходящих на вход данных, сохранять некое внутреннее состояние, которое можно было бы потом использовать для предсказания будущих элементов последовательности.

Одним из решения задачи описанной выше является рекуррентная нейронная сеть (*RNN*). Рекуррентные сети – сети, способные влиять на самих себя, с помощью повторов, т. е. путем включения сетевого вывода в последующие этапы вычислений. Повторение генерирует различные внутренние состояния сети. так что разные входы могут давать разные результаты в контексте сети.

В рекуррентной сети вход постоянный во времени, что может привести к различным результатам: с одной стороны, сеть может трансформироваться в фиксированное состояние и в какой-то момент вернуть фиксированное выходное значение. С другой стороны, вход никогда не мог сойтись, или, по крайней мере, только спустя долгое время, так что он больше не мог распознаваться, и, как следствие, выход постоянно меняется.

RNN оценивают произвольные предложения на основе того, насколько часто они встречались в текстах. Это дает меру грамматической и семантической корректности.

В отличие от обычных *RNN*, двунаправленные *RNN* используют как предыдущий, так и будущий контекст, обрабатывая данные с двух направлений с двумя отдельными скрытыми слоями. Один слой обрабатывает входную последовательность в прямом направлении, а другой обрабатывает входную последовательность в обратном направлении. Вывод текущего временного шага затем генерируется путем объединения скрытого вектора обоих слоев.

Однако наблюдаются две распространенные проблемы при проектировании и обучении *RNN* – исчезающие и взрывающиеся градиенты. Взрывающиеся градиенты описывают случай, когда градиент становится слишком большим, что приводит к ситуации взрыва градиента. Этот факт создаёт плохие обновления или большие шаги при обучении модели. Это означает, что для обучения модели требуется не только больше времени, но и это может привести к сбоям в обучении модели. Исчезающий градиент противоположен взрывающемуся

градиенту. С точки зрения обработки текста исчезающий градиент означает, что информация из предыдущих слов меньше влияет на предсказание слов в будущем.

Кроме того, рекуррентные сети очень плохо справляются с ситуациями, когда нужно что-то «запомнить» надолго: влияние скрытого состояния или входа с шага t на последующие состояния рекуррентной сети экспоненциально затухает. Решения, которые на данный момент предлагаются в глубоком обучении, состоят в том, чтобы изменить, усложнить архитектуру одного элемента рекуррентной сети. Можно сконструировать специального вида ячейку, в которой явным образом смоделировано в том или ином виде «долгую память», процессы записи и чтения из этой «ячейки памяти». У такой ячейки не один набор весов, как у обычного нейрона, а сразу несколько, однако обучение сложнее.

Одна из самых известных и часто применяющихся конструкций таких ячеек – сеть долгой краткосрочной памяти (*LSTM*). Слой *LSTM* состоит из набора периодически соединяемых блоков, известных как блоки памяти. Каждый из них содержит одну или несколько рекуррентно связанных ячеек памяти и три мультипликативных блока – входные, выходные и забытые вентили, которые обеспечивают непрерывные аналоги операций записи, чтения и сброса для ячеек.

LSTM учитывает только прошлый контекст. Также различные модификации не помогают в определённых контекстах добиться высоких показаний производительности. Поэтому вместо обычной *LSTM* очень часто в задачах контекста используют двунаправленные *LSTM* – *BiLSTM*.

Основная идея *BiLSTM* состоит в том, чтобы представить каждую обучающую последовательность вперед и назад в две отдельные рекуррентные сети, обе из которых подключены к одному выходному слою. Это означает, что для каждой точки в заданной последовательности *BiLSTM* имеет полную последовательную информацию обо всех точках до и после нее.

BiLSTM широко используется в области текстовой классификации, но сеть по-прежнему не может точно измерять важность каждого слова и не может извлечь текстовые функции более эффективно. Кроме того, присутствуют две существенные для рекуррентных нейронных сетей проблемы: невозможность захватить очень долгосрочные зависимости и распараллелить последовательные вычисления.

Для модернизации *BiLSTM* была предложена идея, которая состоит в том, что вектор контекста должен иметь доступ ко всем частям входной последовательности, а не только к последней. Необходимо смотреть на все разные слова одновременно и учиться «обращать внимание» на правильные слова в зависимости от поставленной задачи. Это называется механизмом внимания, которое

является просто понятием памяти, полученным от внимания к множеству входных данных во времени.

Реализует механизм внимания декодер, который решает, на какие части исходного предложения следует обратить внимание.

Предоставляя декодеру механизм внимания, освобождается кодировщик от необходимости кодировать всю информацию в исходном предложении в вектор фиксированной длины. Благодаря этому подходу информация может быть распределена по всей последовательности аннотаций, которые могут быть соответственно выборочно извлечены декодером.

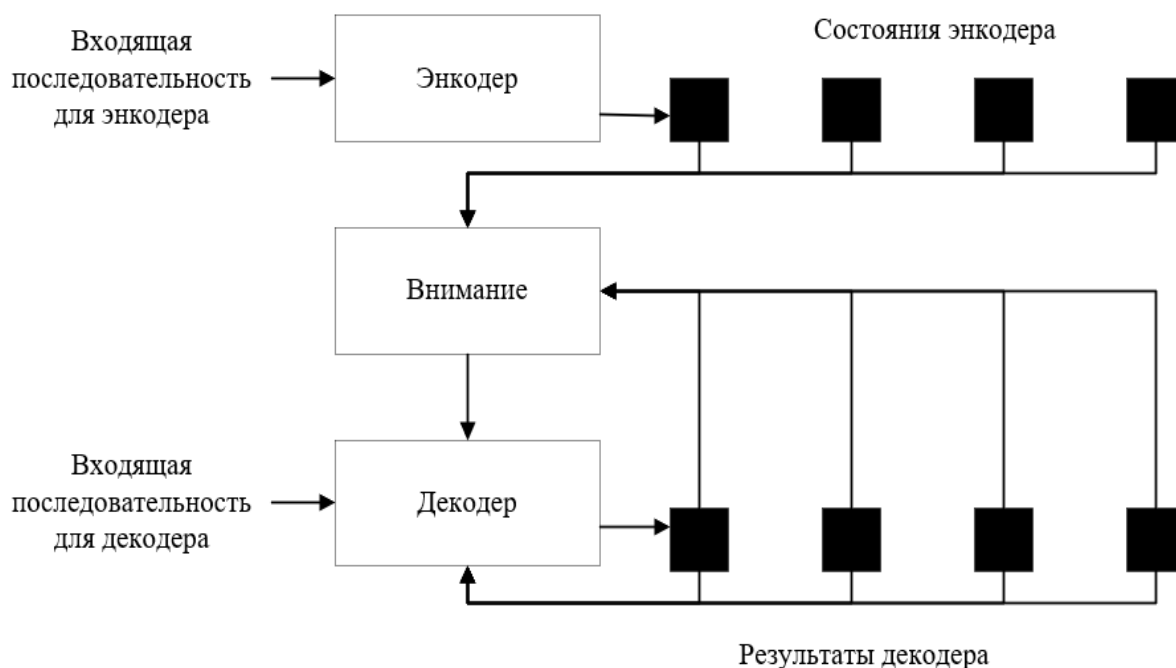


Рисунок 1. Реализация механизма внимания для декодера

Внимание бывает двух видов: локальное и глобальное. В локальном внимании рассматриваются только подмножество входных единиц/токенов. Внимание, вычисляемое по всей входной последовательности, является уже глобальным. Локальное внимание можно рассматривать как жесткое внимание, так как сначала необходимо принимать решения, чтобы исключить некоторые входные единицы. Работу двух операций внимания можно представить, как показано на рисунке 2. Цвета во внимании указывают на то, что эти веса постоянно меняются.

Некоторые из проблем, до сих пор не решаются с помощью рекуррентных сетей, использующих внимание. Например, параллельная обработка входных слов невозможна. Для большого текста это увеличивает время на обработку текста.

Для того, чтобы решить проблемы выше, были разработаны трансформаторы, которые построены на механизме внимания к себе.

Идея появления трансформаторов появилась с вопроса: «Почему бы не подать всю входную последовательность?». При этом без зависимостей между скрытыми состояниями. Вместо последовательности элементов – набор, содержащий отдельные элементы, для которых расположение не имеет значения. Элементы последовательности называются токенами. После токенизации слова проецируются в распределенное геометрическое пространство или строятся в виде вложений слов.

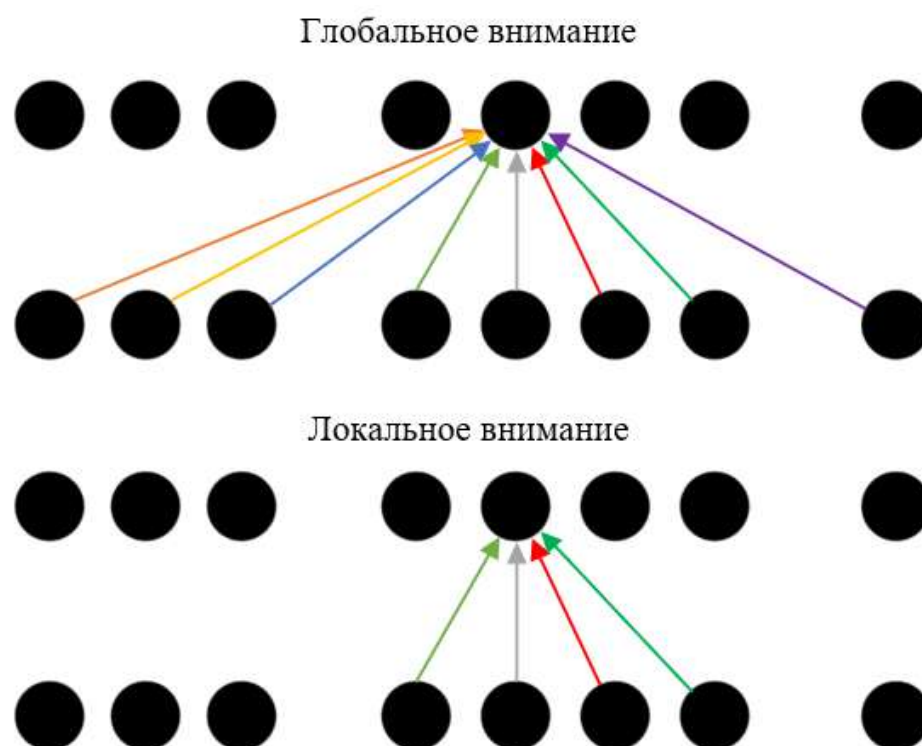


Рисунок 2. Работа глобального и локального вниманий

Вложение – это представление слова в распределенном низкоразмерном пространстве непрерывнозначных векторов. Слова не являются дискретными символами. Они сильно коррелируют друг с другом. Именно поэтому, когда они проецируются в евклидово пространство, появляется возможность найти между ними ассоциации. Потом, в зависимости от задачи, можно отодвигать вложения слов дальше или держать их близко друг к другу.

Преобразователи обрабатывают последовательности как наборы, поэтому они теоретически инвариантны к перестановкам. Чтобы это исправить требуется изменить вложения в зависимости от положения, то есть совершить позиционное кодирование, то есть создать набор небольших констант, которые добавляются к вектору встраивания слова перед первым слоем самоконтроля. Если одно и то же слово появляется в другом месте, фактическое представление будет немного другим, в зависимости от того, где оно появляется во входном предложении.

Дополнительно необходимо разбить данные на пары ключ-значение. Ключи нужны, чтобы определить веса внимания, чтобы рассматривать данные и значения как информацию, которую фактически получаем.

Самовнимание или внутреннее внимание, представляет собой механизм внимания, связывающий различные положения одной последовательности для вычисления представления этой последовательности.

Самостоятельное внимание позволяет находить корреляции между разными входными словами, указывающие на синтаксическую и контекстуальную структуру предложения, как показано на рисунке 3.

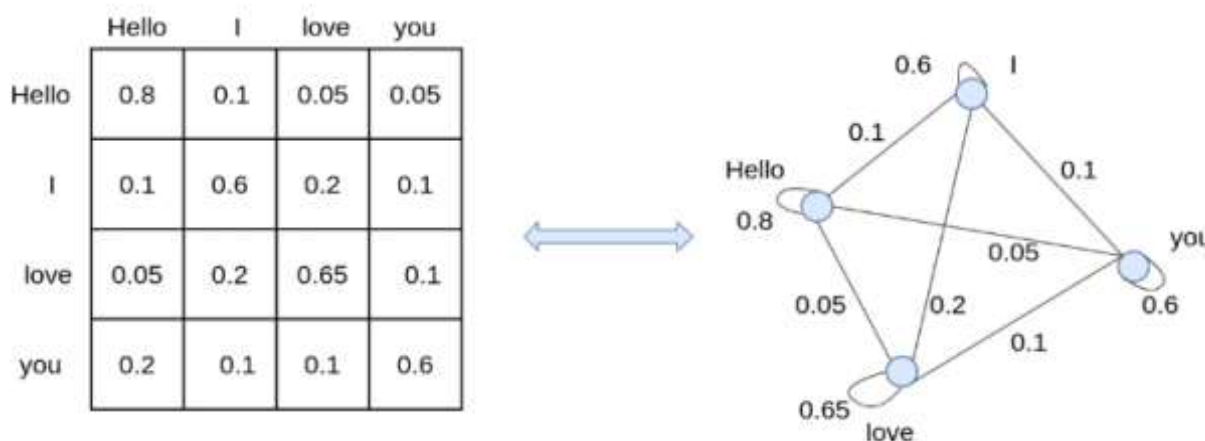


Рисунок 3. Процесс вычисления внимания

Transformer использует 3 разных представления: запросы, ключи и значения матрицы внедрения. Для этого нужно умножить входные данные с тремя различными весовыми матрицами. Это просто умножение матриц в исходных вложениях слов. Имея матрицы запроса, ценности и ключа, можно применять слой самовнимания.

С формированием множественных путей возможно передать понимание более высокого уровня последних слоев предыдущим слоям. Это позволяет повторно модулировать как понимается ввод.

Во многих версиях трансформера расширяют идею самовнимания до многоголового внимания. По сути, получается проход через механизм внимания несколько раз.

Каждый раз сопоставляется независимый набор матриц Ключ, Запрос, Значение с разными пространствами меньшего измерения и вычисляется там внимание, а результат называется «головой». Отображение достигается путем умножения каждой матрицы на отдельную весовую матрицу.

Чтобы компенсировать дополнительную сложность, размер выходного вектора делится на количество головок. В классическом трансформаторе ис-

пользуют размер входных данных 512 и 8 голов, что дает векторное представление 64. Таким образом, у модели есть несколько независимых способов для понимания ввода.

Поскольку головы независимы друг от друга, возможно выполнять вычисление собственного внимания параллельно для разных голов, как показано на рисунке 4.

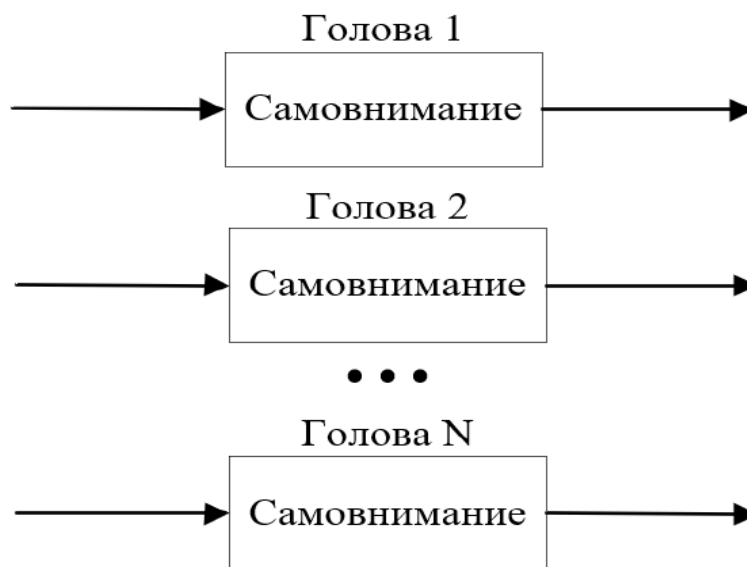


Рисунок 4. Многоголовое внимание

Многоголовым внимание позволяет по-разному обращать внимание на разные части последовательности. Практически это означает, что:

- модель лучше фиксирует информацию о местоположении, потому что каждая головка сможет обслуживать разные сегменты ввода, и их комбинация даст наиболее надежное представление;
- каждая голова будет захватывать различную контекстную информацию, соотнося слова уникальным образом.

Многоголовое внимание позволяет модели совместно воспринимать информацию из разных подпространств представления в разных позициях. С одной головой внимания усреднение препятствует этому.

Чтобы обработать предложение, необходимы 3 шага:

- вложения слов входного предложения вычисляются одновременно;
- к каждому встраиванию применяется позиционное кодирование, в результате чего получаются векторы слов, которые также включают позиционную информацию;
- векторы слов передаются в первый блок кодировщика.

Каждый блок состоит из следующих слоев в том же порядке:

- слой самоконтроля с несколькими головками для поиска корреляций между каждым словом;
- слой нормализации;

- остаточное соединение вокруг двух предыдущих подслоев;
- линейный слой;
- второй слой нормализации;
- второе остаточное соединение.

Приведенный блок может быть реплицирован несколько раз для формирования кодировщика. Классический энкодер состоит из 6 блоков.

Декодер состоит из всех вышеупомянутых компонентов и трех новых:

- выходная последовательность подается полностью и вычисляются вложения слов;
- применяется позиционное кодирование;
- векторы передаются в первый блок декодер.

Каждый блок декодера включает в себя:

- маскированный слой самоконтроля с несколькими головками;
- уровень нормализации, за которым следует остаточное соединение;
- новый уровень внимания с несколькими головками (известный как внимание энкодер-декодер);
- второй уровень нормализации и остаточное соединение;
- линейный слой и третье остаточное соединение.

Таким образом декодер применен вид. Блок декодера в классическом трансформере появляется 6 раз. Окончательный вывод преобразуется через линейный слой, а вероятности вывода рассчитываются с помощью функции *softmax*. Данная функция может гарантировать, что сумма всех выходных нейронов равна 1, а значение интервала от 0 до 1, соответствующего каждому выходу, является вероятностью выхода.

В слое нормализации среднее значение и дисперсия вычисляются по каналам и пространственным размерам. В языке слово является вектором.

Слой линейного преобразования – обучаемое матричное умножение:

$$y = xW^T + b,$$

где W – является матрицей, y , x , b – являются векторами.

Выходные вероятности предсказывают следующий токен в выходном предложении. Присваивается вероятность каждому слову и оставляется то, которое имеет наивысший балл.

Таким образом нейронная сеть трансформер примет окончательный вид, как показано на рисунке 5.

Рассмотрим подробнее внимание кодировщика-декодера. Именно здесь декодер обрабатывает закодированное представление. Матрица внимания, сгенерированная кодером, передается на другой уровень внимания вместе с результатом предыдущего блока внимания многоголового.

Интуиция заключается в объединении входного и выходного предложения. Выход кодировщика инкапсулирует окончательное встраивание входного

предложения. Это своего рода как база данных. Таким образом, будут использоваться выходные данные кодировщика для создания матриц Ключ и Значение. С другой стороны, выходные данные блока маскированного внимания содержат сгенерированное на данный момент новое предложение и представлено в виде матрицы запроса на уровне внимания.

Внимание кодировщика-декодера обучается ассоциировать входное предложение с соответствующим выходным словом. Выходные данные последнего блока кодировщика будут использоваться в каждом блоке декодера.

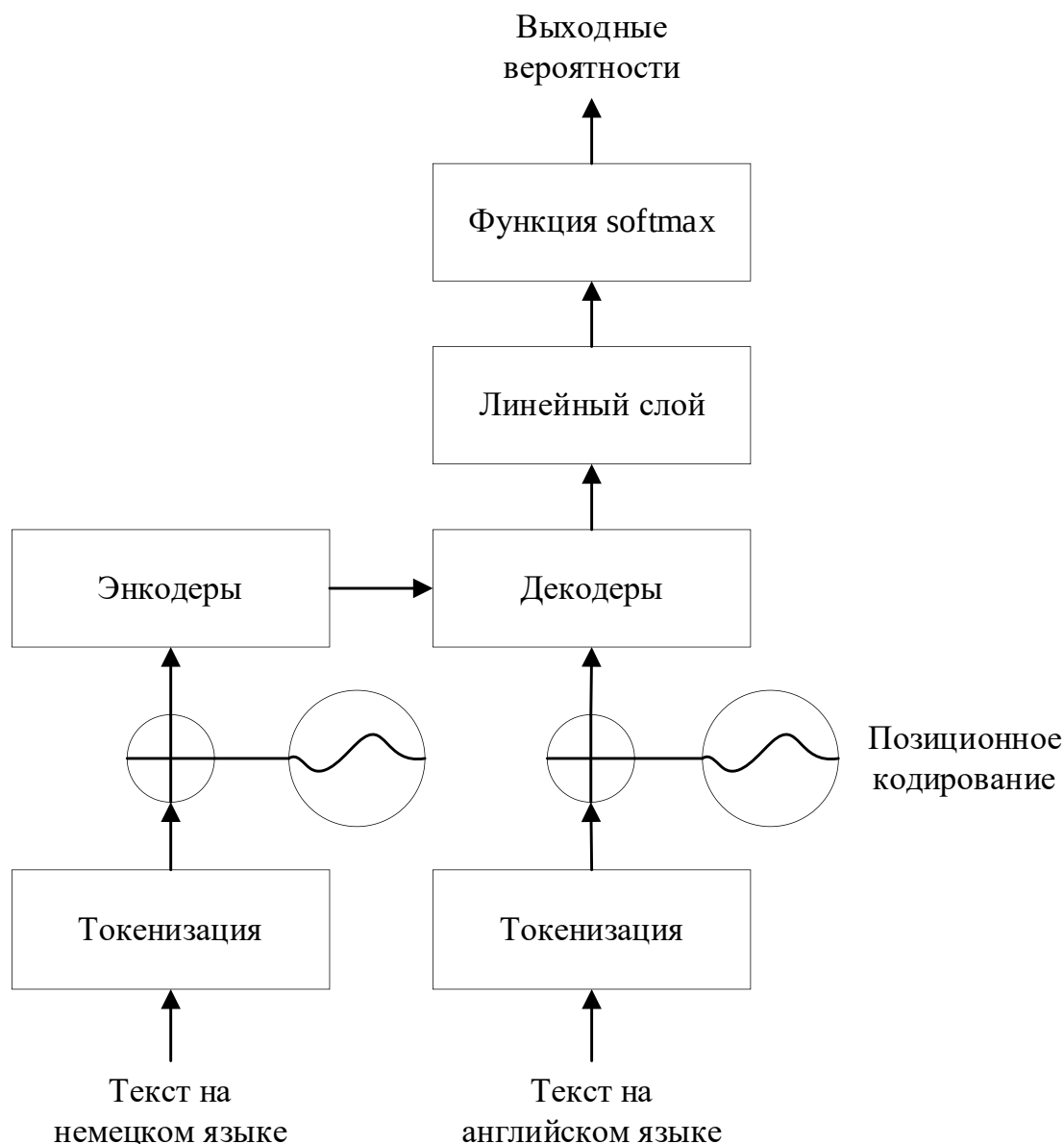


Рисунок 5. Нейронная сеть трансформер

Сеть трансформер способна дать лучше производительность, чем *BiLSTM* с модификациями. Трансформер используют в задачах *NLP* как основную сеть, которую можно легко модифицировать.

Заключение

Построены нейронные сети на языках *C#* и *Python*. В результате анализа нейронных сетей установлена оптимальная модель для распознавания текста – трансформер.

Список используемой литературы

1. Kriesel D. A Brief Introduction to Neural Networks / D. Kriesel [Электронный ресурс]. – http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks
2. ACL Anthology. A Long Short-Term Memory Model for Answer Sentence Selection in Question Answering [Электронный ресурс]. – <https://aclanthology.org/P15-2116>
3. IEEE. Framewise phoneme classification with bidirectional LSTM networks [Электронный ресурс]. – <https://ieeexplore.ieee.org/document/1556215?reload=true&arnumber=1556215>
4. Николенко, С. Глубокое обучение [Текст] / С. Николенко, А. Кудрин, Е. Архангельская – СПб.: Питер, 2018. – 480с.
5. Cornell University. LSTM: A Search Space Odyssey [Электронный ресурс]. – <http://arxiv.org/abs/1503.04069>
6. AI Summer. How Attention works in Deep Learning: understanding the attention mechanism in sequence models [Электронный ресурс]. – <https://theaisummer.com/attention>
7. Cornell University. Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate [Электронный ресурс]. – <https://arxiv.org/abs/1409.0473>
8. AI Summer. How Transformers work in deep learning and NLP: an intuitive introduction [Электронный ресурс]. – <https://theaisummer.com/transformer>
9. NeurIPS. Proceedings. Attention Is All You Need [Электронный ресурс]. – <https://proceedings.neurips.cc/paper/2017/file.pdf>
10. Михеев, С.В. Информационно-аналитическая система учета и анализа дорожно-транспортных происшествий / Михеев С.В., Чугунов А.И. // IT&Transport. – Самара: Интелтранс, 2017. – Т.7. – С. 82-89.

Mikheeva T.I., Semenikhin M.S.
NEURAL NETWORK ANALYSIS FOR
TEXT AND IMAGE RECOGNITION

Samara University named after Academician S.P. Korolev
IntelTrans

This article discusses the types of neural networks for text and image recognition. The purpose of the article is to find the optimal model of a neural network for reading text and the ability to process it with further modernization of the model. In the process of working in the Visual Studio programming environment in the C# and Python programming languages, various types of neural networks were implemented. Within the framework of this article, neural networks are considered on the task of translating text.

Keywords: RNN, LSTM, BiLSTM, machine learning, attention mechanism, transformer neural network

УДК 656.225.073.444

Смолев А.М., Мельникова Е.А., Овчинникова М.Д., Тамарова К.Е.
ДИСЛОКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДА РЯЗАНЬ

Самарский университет имени академика С.П. Королёва
ИнтелТранс

Проведено исследование и оптимизация дислокации проектов организации дорожного движения (ПОДД) с использованием интерактивной электронной карты в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе "ITSGIS". Основной целью работы являлась оценка текущего состояния части транспортной инфраструктуры улиц Радиозаводская, Тимакова, Новосёлов, Братиславская, Голенчинское шоссе и Славянский проспект в городе Рязань. В ходе исследования были учтены геообъекты, такие как дорожные знаки, дорожная разметка, опоры освещения, остановки общественного транспорта и пешеходные ограждения. Проведена оптимизация комплексная дислокация геообъектов транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная геоинформационная система, технические средства организации дорожного движения, интерактивная инфраструктура, пространственно-распределительная информация, геообъекты городов

С визуализацией на интерактивной электронной карте с интеллектуальной транспортной геоинформационной системой «ITSGIS», чтобы построить математическую модель проектов организации дорожного движения города Рязань, необходимо в ПОДД проведены сборы информации об объектах транспортной инфраструктуры города на основе геомаршрутов с привязкой видео к координатам местности. На рисунке 1 представлен вид г. Рязань в системе «ITSGIS».

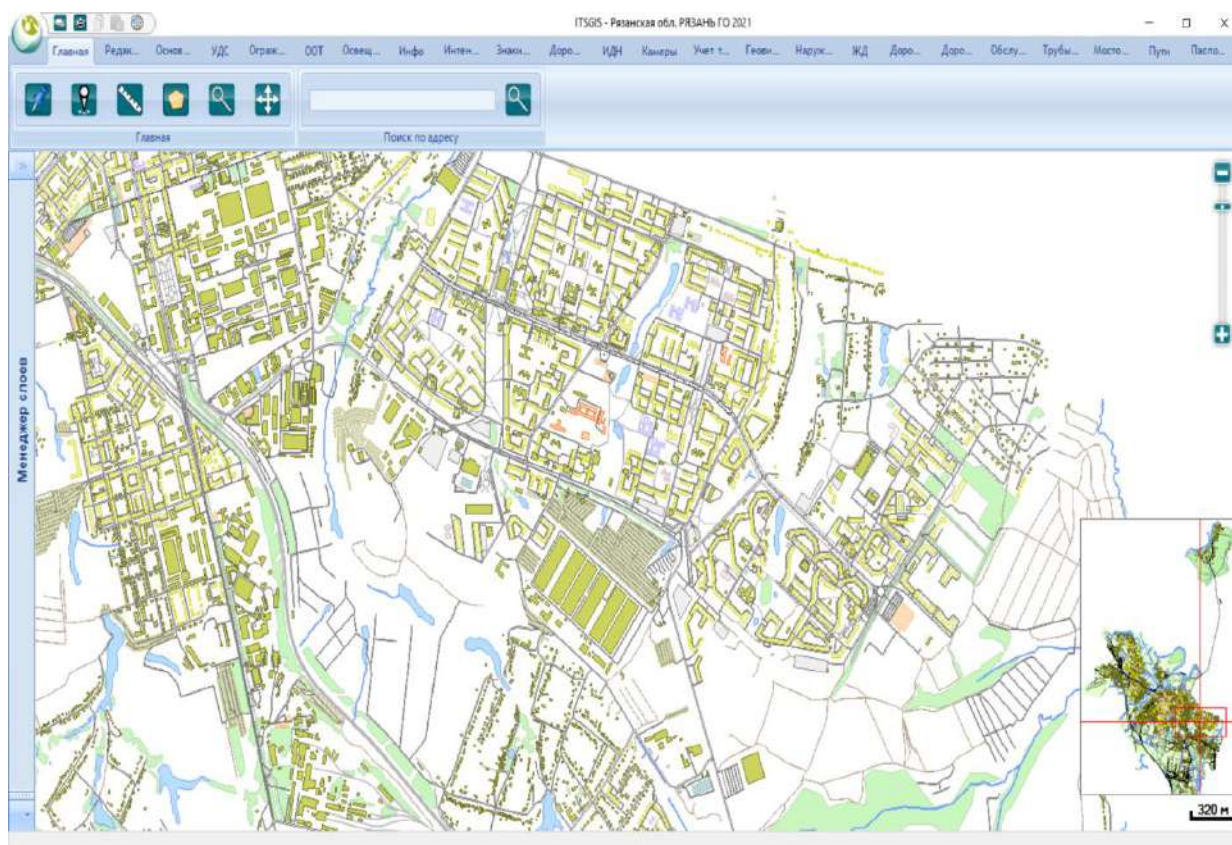


Рисунок 1. Рязань в системе «ITSGIS»

«ITSGIS» – интеллектуальная транспортная геоинформационная система (ИТСГИС) с многослойными электронными картами городов, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры. «ITSGIS» предназначен для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационной интерактивной системы.

Дислокация ПОДД определяется путем нанесения геообъектов на карту с процессом предварительного исследования улично-дорожной сети.

В ITSGIS применяются различные знаки, в том числе, 5.16 «Место остановки автобуса и (или) троллейбуса» для обозначения остановочных пунктов соответствующих видов маршрутных транспортных средств и стоянки легковых такси. ПОДД на карте ИТСГИС отображены геообъекты на используемых перекрестках улиц (рисунок 2, 3, 4).

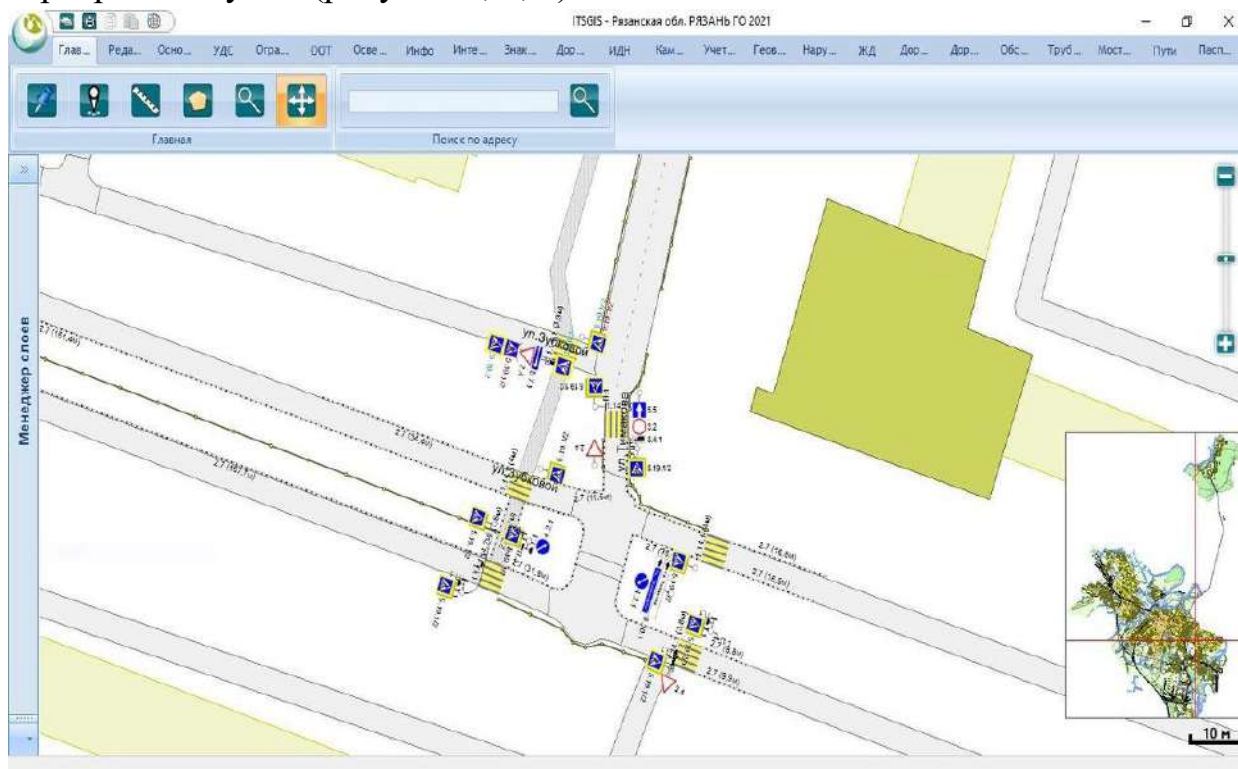


Рисунок 2. ПОДД в ИТСГИС на перекрестке
ул. Зубкова х ул. Тимакова

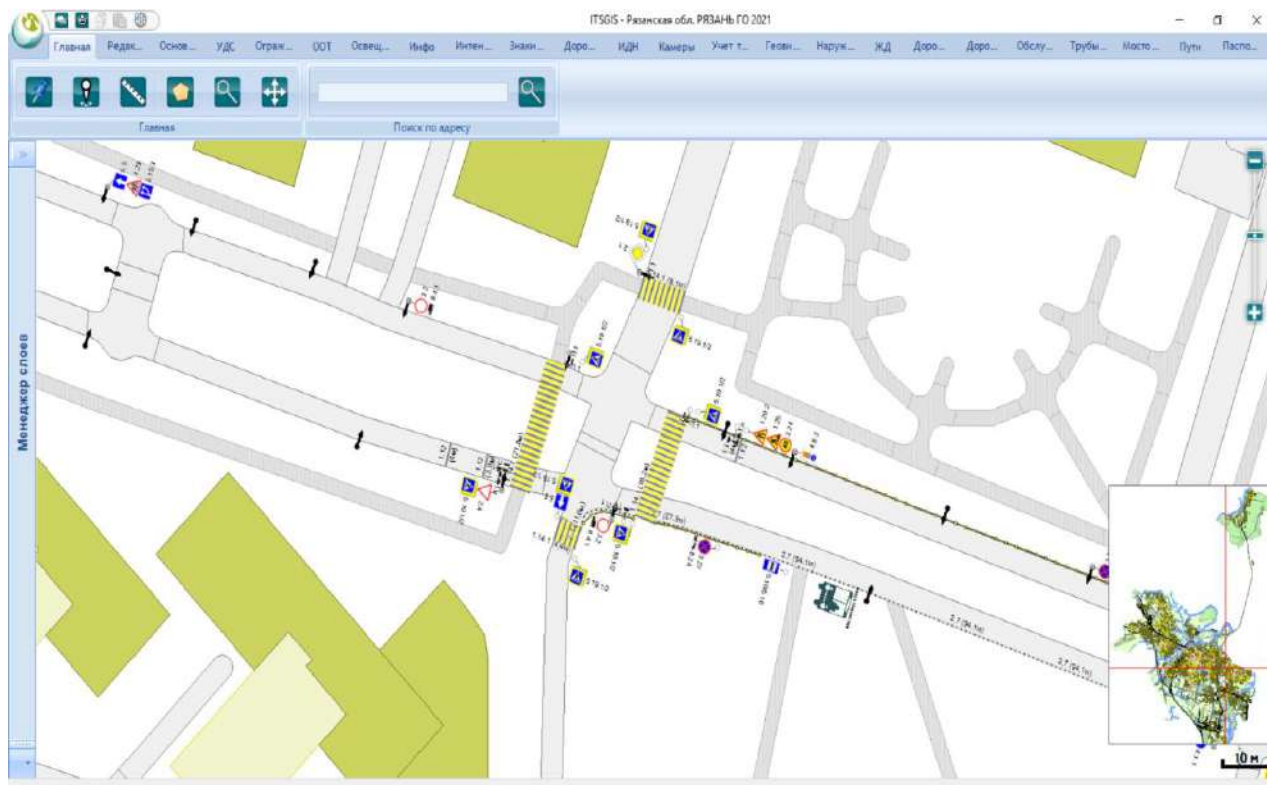


Рисунок 3. Перекрестки ул. Новосёлов х ул. Советской Армии



Рисунок 4. Перекрестки ул. Братиславская х ул. Чернышевского

Знаки 5.16 устанавливаются юридически двусторонними. Односторонние знаки допускается применять вне населенных пунктов на участках дорог с разделительной полосой, на которых отсутствует движение пешеходов вдоль дорог. Знаки 5.16 устанавливают в начале посадочной площадки. При наличии

на остановочном пункте павильона допускается устанавливать знаки на павильоне над его ближайшим по ходу движения краем или на самостоятельной опоре.

Запроектируем знак около остановки «Тубдиспансер» на Голенчинское шоссе, нечётная сторона (рисунок 5, 6); около остановки «улица Новосёлов» на улице Новосёлов (рисунок 7, 8); около остановки «ул. Тимакова» на улице Тимакова (рисунок 9, 10).

Для этого в «ITSGIS» переходим на вкладку «Знаки и светофоры» – выбираем «Добавить опору» – появляется окно добавления опоры. При заполнении формы необходимо указать вид опоры, ее качество, указать адрес расположения и добавить группировку со знаком. При добавлении знака на опору необходимо выбрать знак 5.16 «Место остановки автобуса и (или) троллейбуса» в раскрывающемся меню слева и задать информацию о знаке, типоразмер знака остается по умолчанию. Поскольку этот знак проектируется, то его статус – «Требуется», типоразмер знака остается по умолчанию

Рассмотрим дислокацию остановки общественного транспорта (рисунки 5-10):



Рисунок 5. Остановка Тубдиспансер
(Голенчинское шоссе х Светлый проезд, нечётная сторона)

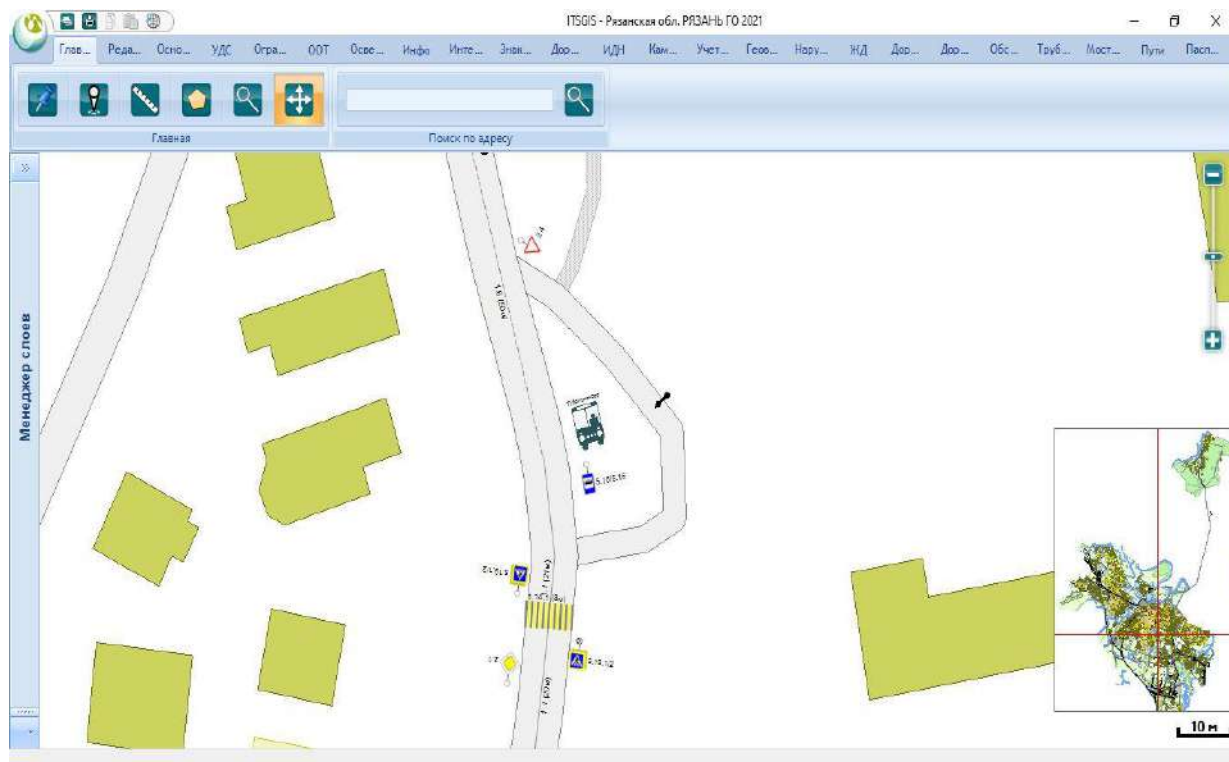


Рисунок 6. Остановка Тубдиспансер
(Голенчинское шоссе х Светлый проезд, нечётная сторона)



Рисунок 7. улица Новосёлов
(улица Новосёлов, чётная сторона)

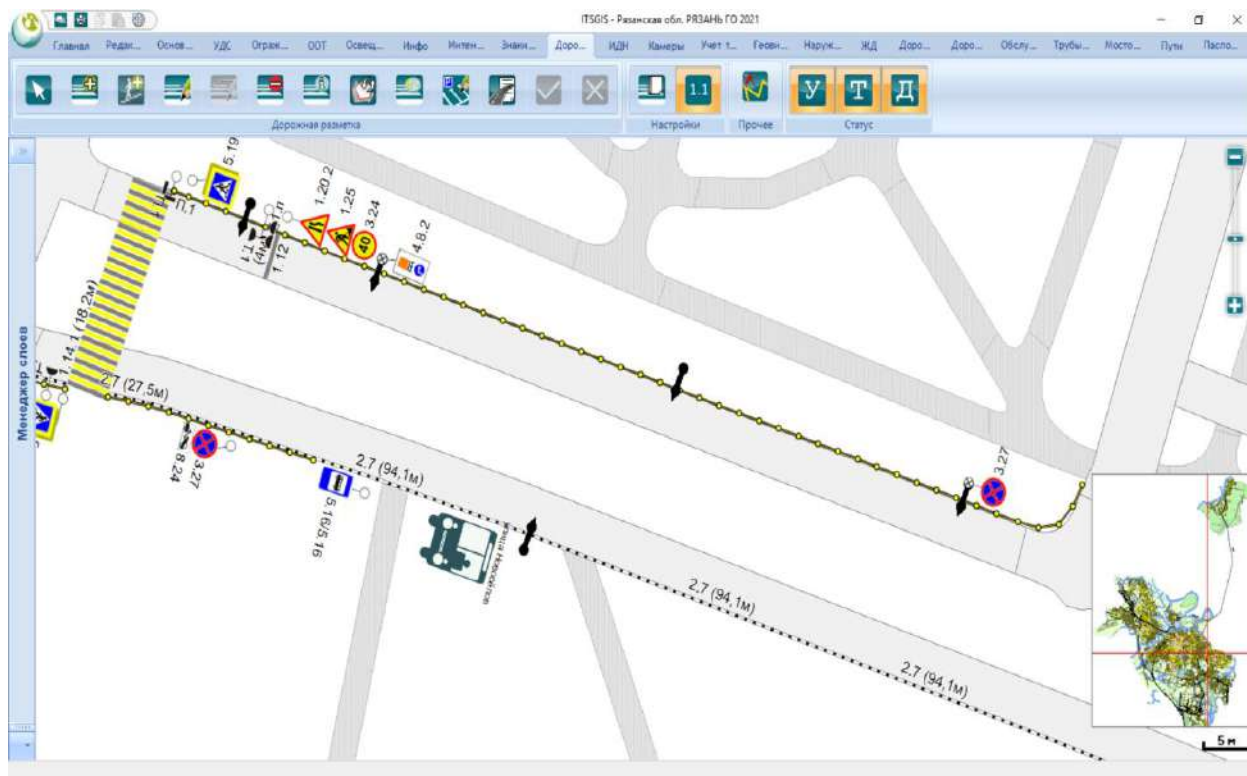


Рисунок 8. улица Новосёлов
(улица Новосёлов, нечётная сторона)



Рисунок 9. Остановка – ул. Тимакова

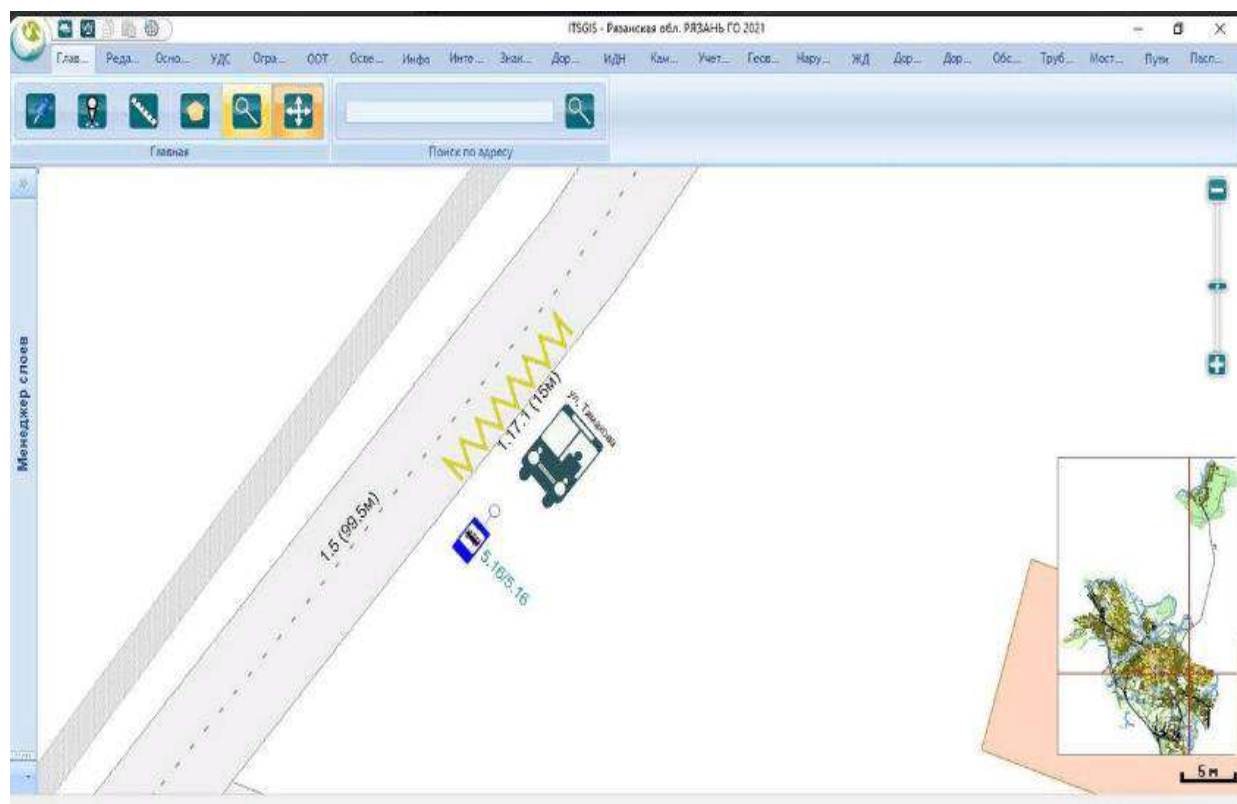


Рисунок 10. Остановка – ул. Тимакова

Дислокация дорожных ограждений на улицах Рязани

Чтобы нанести ограждения на карту в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS», необходимо открыть вкладку «Ограждения», выбрать «Добавить ограждение». Отметить на карте точку начала ограждений и провести их вдоль улицы. Нажав на правую кнопку мыши, открывается окно Создание ограждения, в котором необходимо задать Класс ограждения, Назначение, Группу, Подгруппу, Тип, Материал и Статус (рисунки 11, 12, 13, 14, 15, 16).

На рисунках 11–16 изображены ограждения на улицах Рязани и соответствующие геообъекты, которые были спроектированы с помощью геоинформационной системы «ITSGIS».

Дислокация на улице Тимакова.



Рисунок 11. Ограждение ул. Тимакова, чет

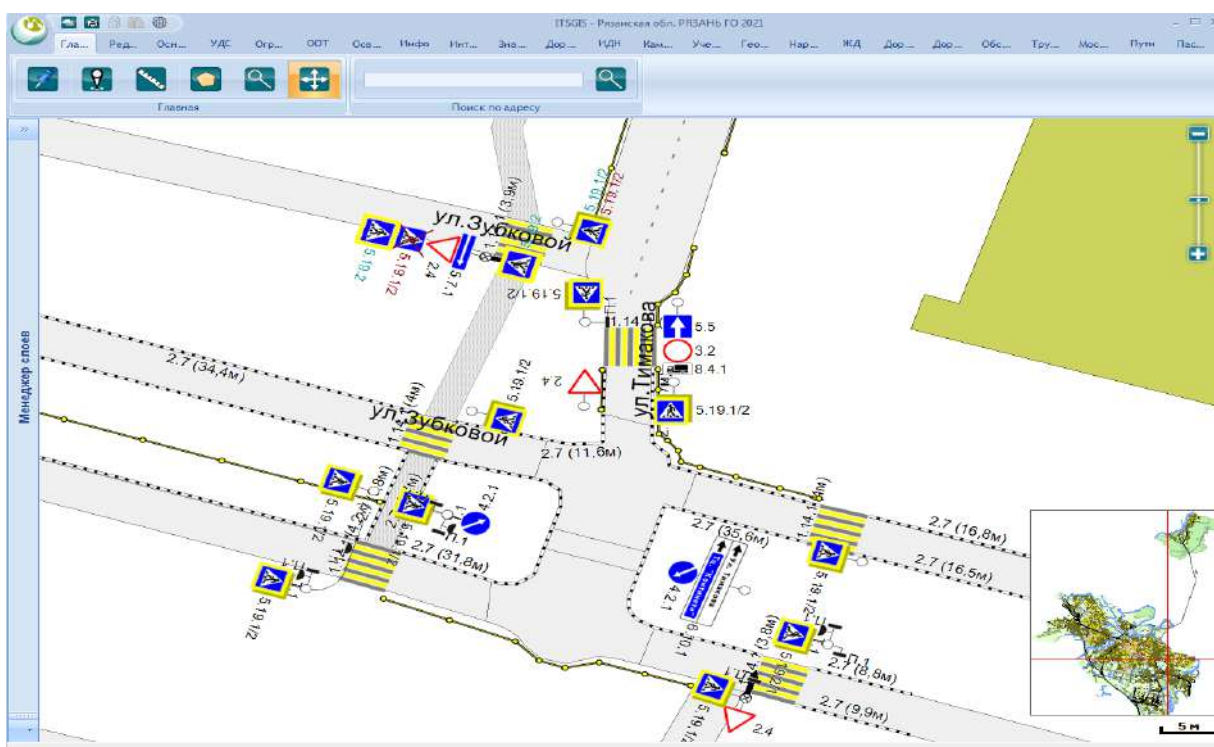


Рисунок 12. Ограждение ул. Тимакова, чет
Дислокация на улице Новосёлов.



Рисунок 13. Ограждение ул. Новосёлов, нечет

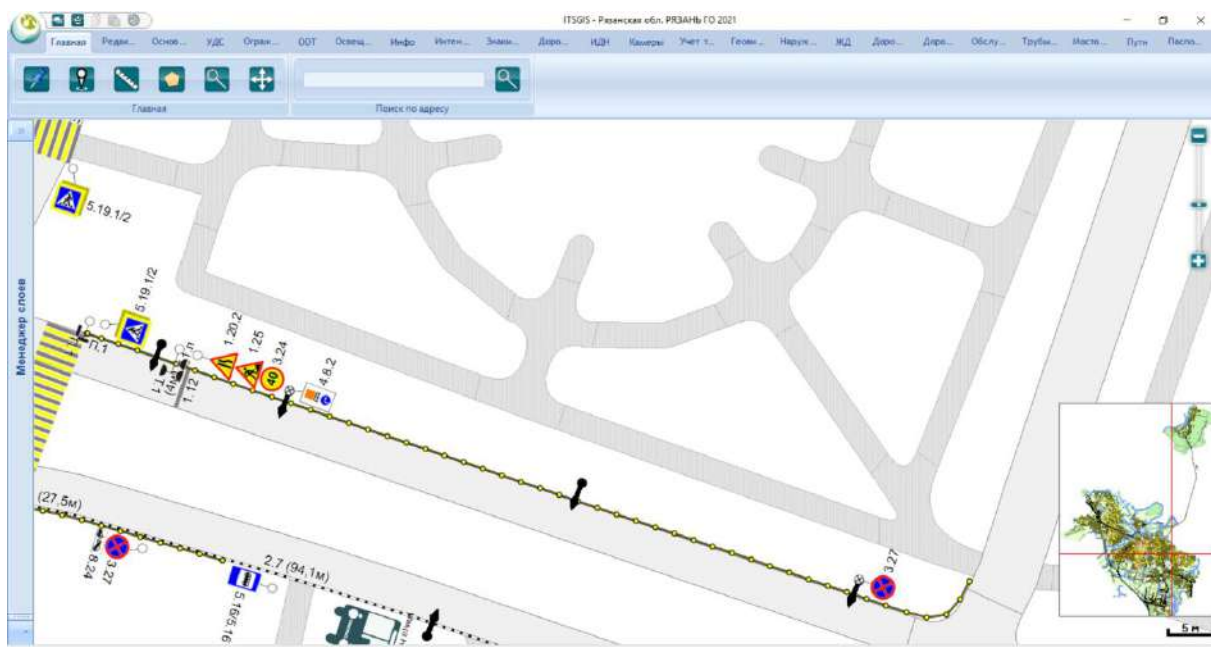


Рисунок 14. Ограждение ул. Новосёлов, нечет
Дислокация на Голенчинском шоссе.



Рисунок 15. Ограждение на Голенчинском шоссе, четная

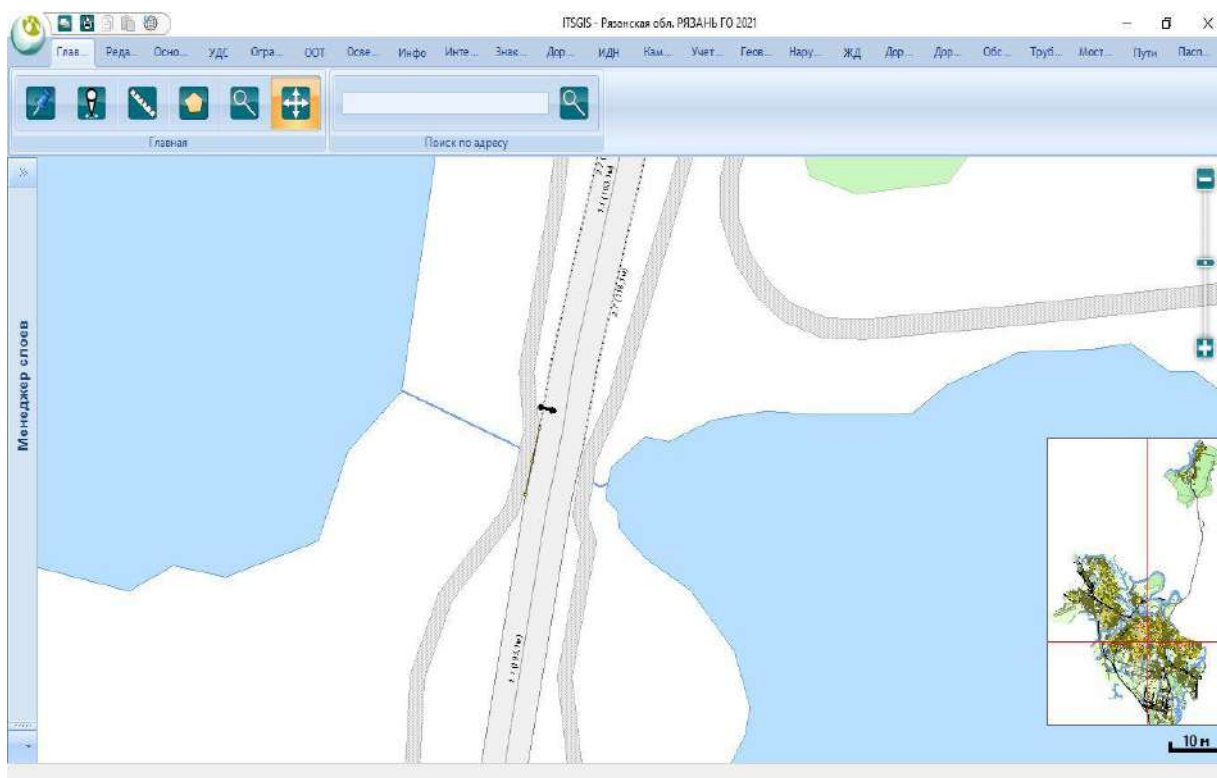


Рисунок 16. Ограждение на Голенчинском шоссе, четная

Дислокация знаков дорожного движения в г. Рязань

К дислокации составляется номенклатура дорожных знаков по прилагаемой форме, с приложением обоснования установки запрещающих дорожных знаков. Дислокация пересматривается не реже, чем раз в три года. Старые дислокации хранятся один год после их утверждения.

Дислокация знаков дорожного движения на ул. Радиозаводская (рисунок 17).



Рисунок 17. Дорожные знаки 5.19.1/2, 8.13
ул. Радиозаводская х ул. Новая

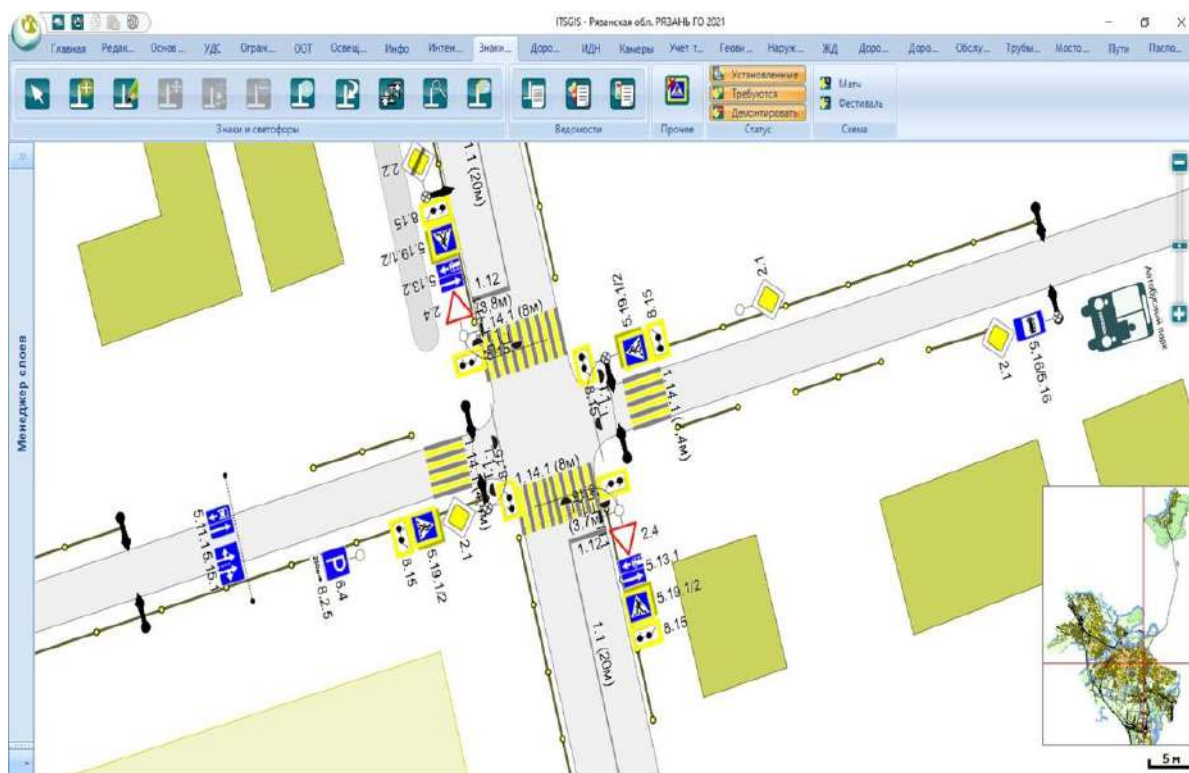


Рисунок 18. Дорожные знаки на ул. Радиозаводская х ул. Новая

Дислокация знаков дорожного движения на ул. Новосёлов (рисунок 19, 20). Знаки 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход» применяют для обозначения мест, выделенных для перехода пешеходов через дорогу. Знак 5.19.1 устанавливают справа от дороги, знак 5.19.2 – слева. На дорогах с разделительной полосой (полосами) знаки 5.19.1 и 5.19.2 устанавливают на разделительной полосе соответственно справа или слева от каждой проезжей части. Знак 5.19.1 устанавливают на ближней границе перехода относительно приближающихся транспортных средств, знак 5.19.2 – на дальней.

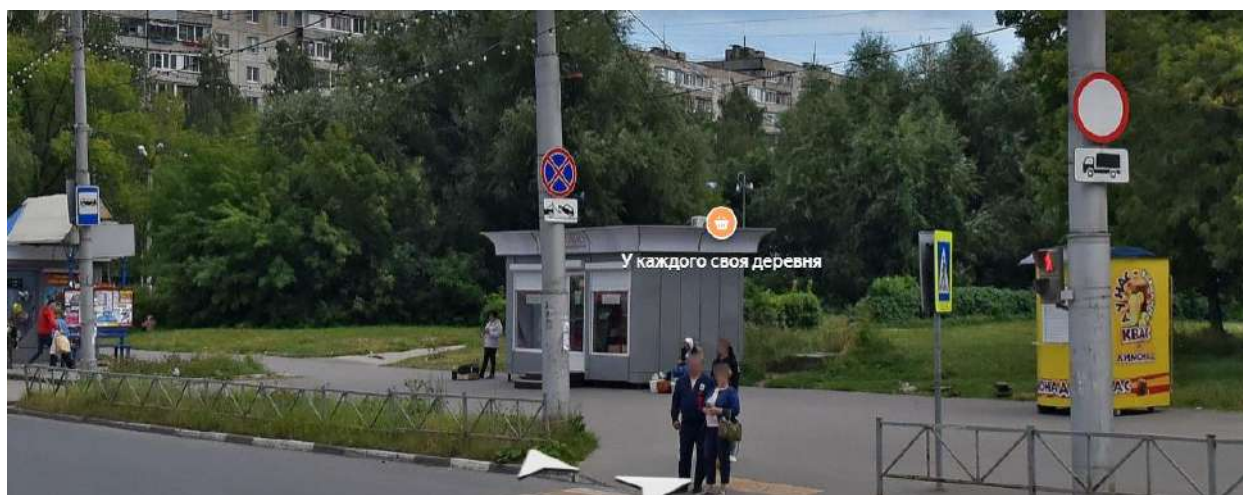


Рисунок 19. Дорожные знаки 3.2, 8.4.1, 5.19.1/5.19.2, 3.27, 8.24, 5.16
ул. Новосёлов, чёт

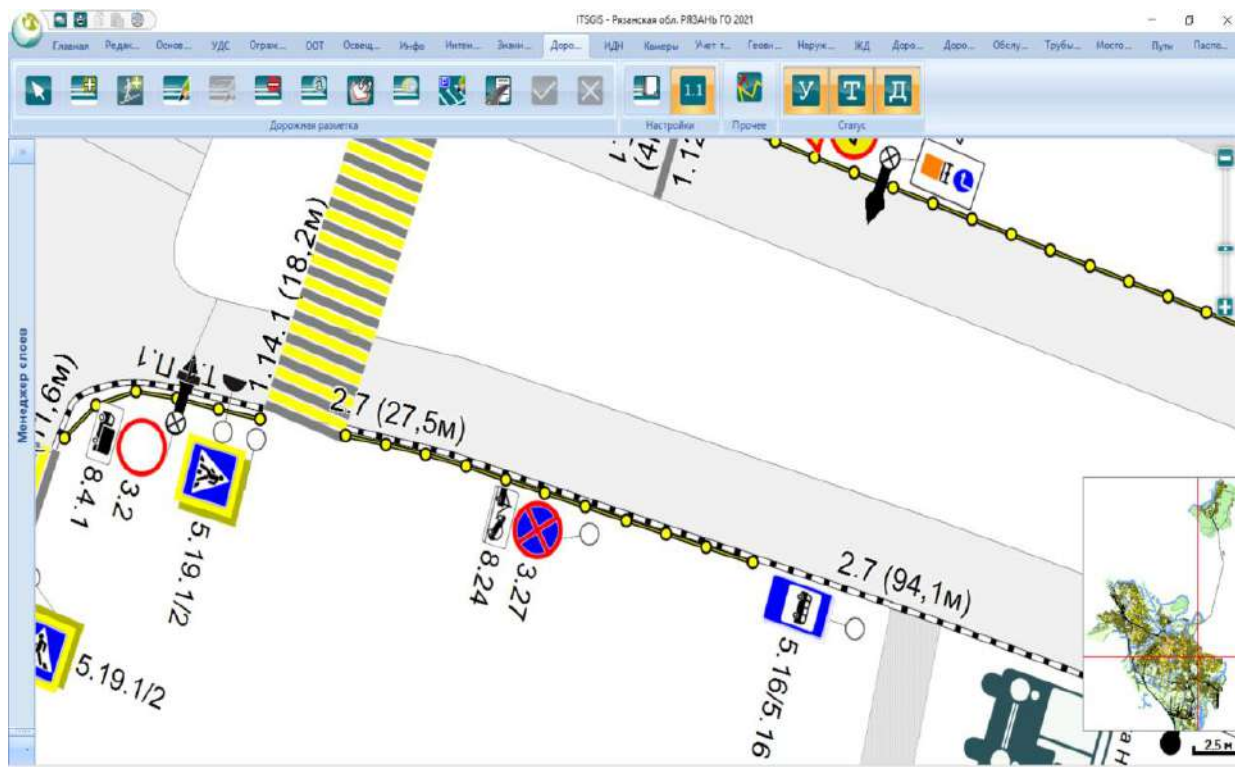


Рисунок 20. Дорожные знаки 3.2, 8.4.1, 5.19.1/5.19.2, 3.27, 8.24, 5.16
ул. Новосёлов, чёт

Расстановка дорожных знаков в дислокации должна соответствовать ГОСТ Р 52289-2019 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».

Дислокация знаков дорожного движения на Славянском проспекте.



Рисунок 21. Дорожные знаки 5.19.1/5.19.2, 4.1.5, 2.1 Славянский проспект,
нечет, 5.16, 5.19.1/5.19.2 Славянский проспект, чет

Дорожный знак – техническое средство безопасности дорожного движения, а именно стандартизированный графический рисунок, устанавливаемый у дороги для сообщения определённой информации участникам дорожного движения.

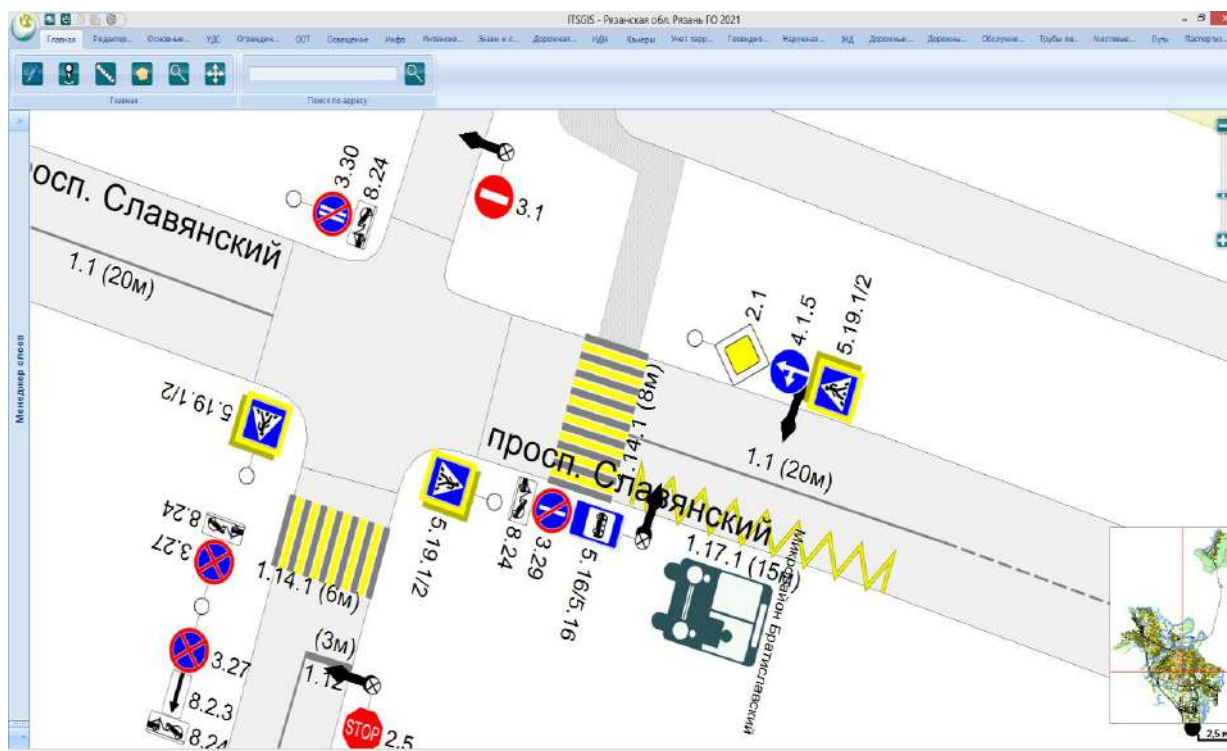


Рисунок 22. Дорожные знаки Славянский проспект х ул. Баженова

Заключение

В результате исследования получено представление об интеллектуальных транспортных геоинформационных системах, о функциях, операциях и процессах в них. Построена математическая модель с использованием геоинформационной системы «ITSGIS» города Рязань, приведены примеры проектирования нескольких улиц города Рязань в геоинформационной системе «ITSGIS», где была выполнена оптимизация дислокации проекты организации дорожного движения.

Список используемой литературы

1. Михеева, Т.И. DATA MINING в геоинформационных технологиях / Т.И. Михеева // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2006. № 41. С. 96-99.
2. Карта города Рязань в картографическом сервисе Яндекс [Электронный ресурс] – URL: <https://yandex.ru/maps/11/ryazan/> (дата обращения: 17.01.2023).
3. Михеева, Т.И. Системный анализ исследования состояния транспортной инфраструктуры / Т.И. Михеева, А.И. Чугунов // IT&Transport. – Самара: Интелтранс, 2019. – Т.11. – С. 3–11.
4. Математическое моделирование. Учебно-методическое пособие / сост. Н.Н. Максимова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2019. – 88 с.

5. Смолев, А.М. Моделирование углового движения капсулы на тросе при разворачивании космической тросовой системы / А.М. Смолев, Ю.М. Заболотнов, Т.И. Михеева // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2022): труды Международной научно-технической конференции. – Электрон. текстовые и граф. дан. Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2022. С. 444–448.
6. Головин, О.К. Методы и алгоритмы экспертизы объектов транспортной инфраструктуры / Т.И. Михеева, В.А. Ключников, О.К. Головин // Современные проблемы науки и образования. 2014. – № 6. – С. 271.
7. «ITSGIS». Описание [Электронный ресурс]. Режим обращения – <http://www.ITSGIS.ru/site/page?page=about> (дата обращения: 17.01.2023).
8. Ковин, Р.В. Геоинформационные системы [Текст]: учебное пособие для студентов / Р.В. Ковин, Н.Г. Марков. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2008. – 175 с.
9. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS». Ядро / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головин [и др.] – Самара: Интелтранс, 2016. – 171 с.
10. ГОСТ Р 52289–2019. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Электронный ресурс] – URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/9432/GOSTR_52289-2019.pdf (дата обращения: 06.02.2023).

Smolev A.M., Melnikova E.A., Ovchinnikova M.D., Tamarova K.E.

DISLOCATION OF TECHNICAL MEANS

ORGANIZATION OF ROAD TRAFFIC IN THE CITY OF RYAZAN

Samara University named after Academician S.P. Korolev

IntelTrans

The study and optimization of the dislocation of traffic management projects (PODD) using an interactive electronic map in the intelligent transport geoinformation system "ITSGIS" was carried out. The main purpose of the work was to assess the current state of a part of the transport infrastructure of Radiozavodskaya, Timakova, Novoselov, Bratislava, Golenchinskoe Highway and Slavyansky Prospekt streets in the city of Ryazan. The study took into account geo-objects such as road signs, road markings, lighting poles, public transport stops and pedestrian fences. The complex dislocation of geo-objects of the transport infrastructure has been optimized.

Keywords: intelligent transport geoinformation system, technical means of traffic management, interactive infrastructure, spatial distribution information, geo-objects of cities

УДК 004

Алексеев С.А., Чугунов А.И., Правдина П., Савинова С., Федоров А.И.
**ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И
ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ ГОРОДА САМАРА**

*Самарский университет имени академика С.П. Королёва
ИнтелТранс*

В статье рассматриваются методы подсчета нескольких интенсивностей транспортных и пешеходных потоков на определенных перекрестках города Самара: улица Ново-Садовая x проспект Кирова, улица Авроры x улица Аэродромная, улица Мориса Тореза x улица Революционная.

Ключевые слова: интенсивность, перекресток, подсчет, коэффициенты, транспорт.

Введение

В специализированной интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» выполняются интенсивности транспортных и пешеходных потоков на перекрестках города Самара. Повышение интенсивности дорожного движения и данные автомобильных парков приводят к возникновению задержек в транспортных узлах, к ухудшению движения, осуществляется повышение данных на улично-дорожной сети. В системе вызывается необходимость разработки данных по устранению негативных последствий и по снижению дорожно-транспортных происшествий.

Виды транспорта автомобилей в ИТСГИС играет большая роль в развитии. Интенсивность транспортных узлов фиксируется существующей и необходимой частью для анализа и совершенствования дорожных объектов на данных перекрестках.

Расчет интенсивности транспортных и пешеходных потоков

Интенсивность движения транспортных средств, проходящих через автомобильные дороги с учетом поперечного сечения, выполняется во времени.

Данные по получению интенсивности сводятся в таблицу в базу данных ИТСГИС, распределяющую транспортные средства по видам транспорта и пешеходников, направлениям и времени проведения подсчёта. Данные считаются в течение 15 минут с последующей подсчитывается количество транспортных средств за час и движущихся по трём направлениям относительно точки наблюдения: направо, прямо и налево. Для подсчета интенсивности в приведенных единицах умножаем интенсивность каждого вида транспорта на соответствующий ему коэффициент приведения.

Интенсивность движения – это количество транспортных средств, проходящих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения. На улично-дорожной сети можно выделить отдельные участки и зоны, где движение достигает максимальных размеров, в то время как на других участках оно в несколько раз меньше. Такая пространственная неравномерность отражает прежде всего неравномерность размещения грузо- и пассажирообразующих пунктов и их функционирования.

При разработке транспортной планировки городов для решения отдельных задач используется величина интенсивности движения, приведенная к легковому автомобилю:

$$N_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n K_{\text{пр}} * N_i \quad \text{ед/ч} \quad (1)$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент приведения типа транспортных средств к легковому автомобилю, принимаемый в зависимости от типа автомобиля;

I_i – количество автомобилей типа в составе транспортного потока, авт/ч;

n – количество типов автомобилей.

В ИТСГИС осуществляется интенсивность с учетом визуализации данных на интерактивной карте перекрестков города Самара: ул. Авроры х ул. Аэродромная (рисунок 1), ул. Ново-Садовая х пр. Кирова (рисунок 2), ул. Мориса Тореза х ул. Революционная (рисунок 3).

Получение суточной среднегодовой интенсивности рассчитываем перекрестки на 4 сечения и посчитываем интенсивность каждого сечения, используя интенсивность в приведенных единицах.

Для непосредственного получения суточной среднегодовой интенсивности воспользуемся формулой:

$$I_{\text{сут}} = (I_{\text{ч}}) / (k_t \cdot k_n \cdot k_r \cdot 365), \quad (2)$$

$I_{\text{ч}}$ – интенсивность сечения;

k_t – коэффициент, учитывающий время, когда был проведен подсчёт,

$k_t = 0,055$ для интервала 9:00-10:00;

$k_t = 0,06$ для интервала 14:00-15:00;

$k_t = 0,065$ для интервала 17:00-18:00;

k_n – коэффициент, учитывающий день недели, когда был проведен подсчёт,
 $k_n = 0,14$ для среды;

k_r – коэффициент, учитывающий месяц, когда был проведен подсчёт,
 $k_r = 0,11$ для сентября.

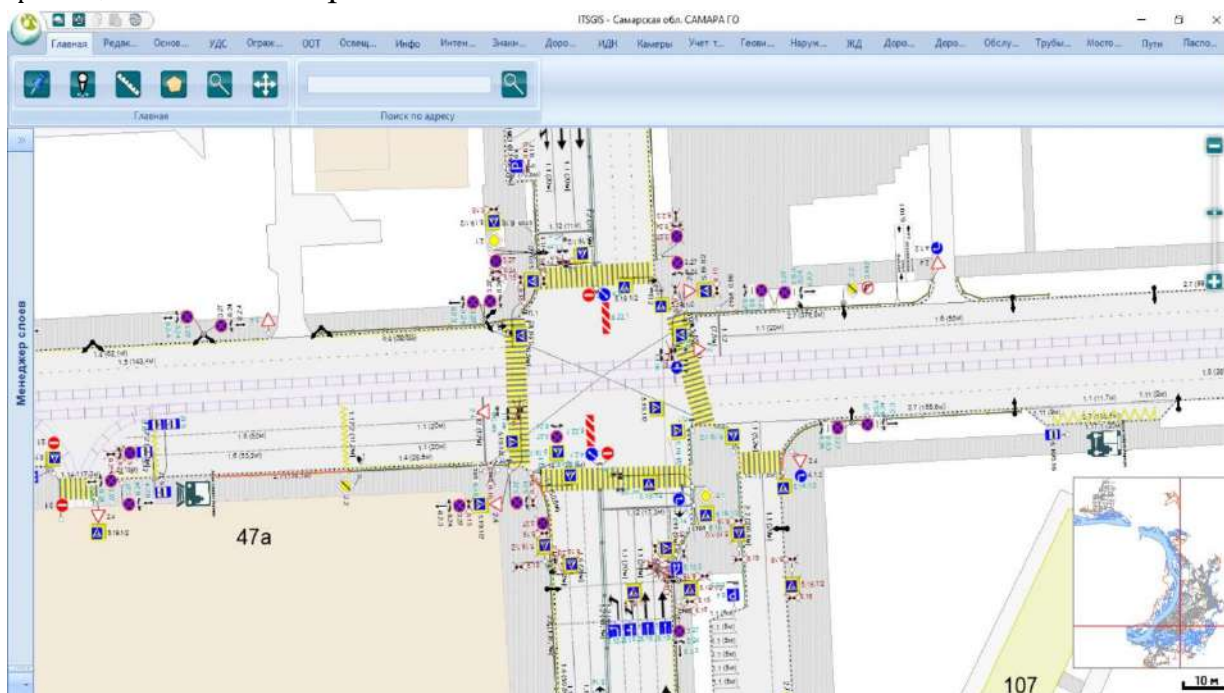


Рисунок 1. Визуализация перекрестка ул. Авроры х ул. Аэродромная

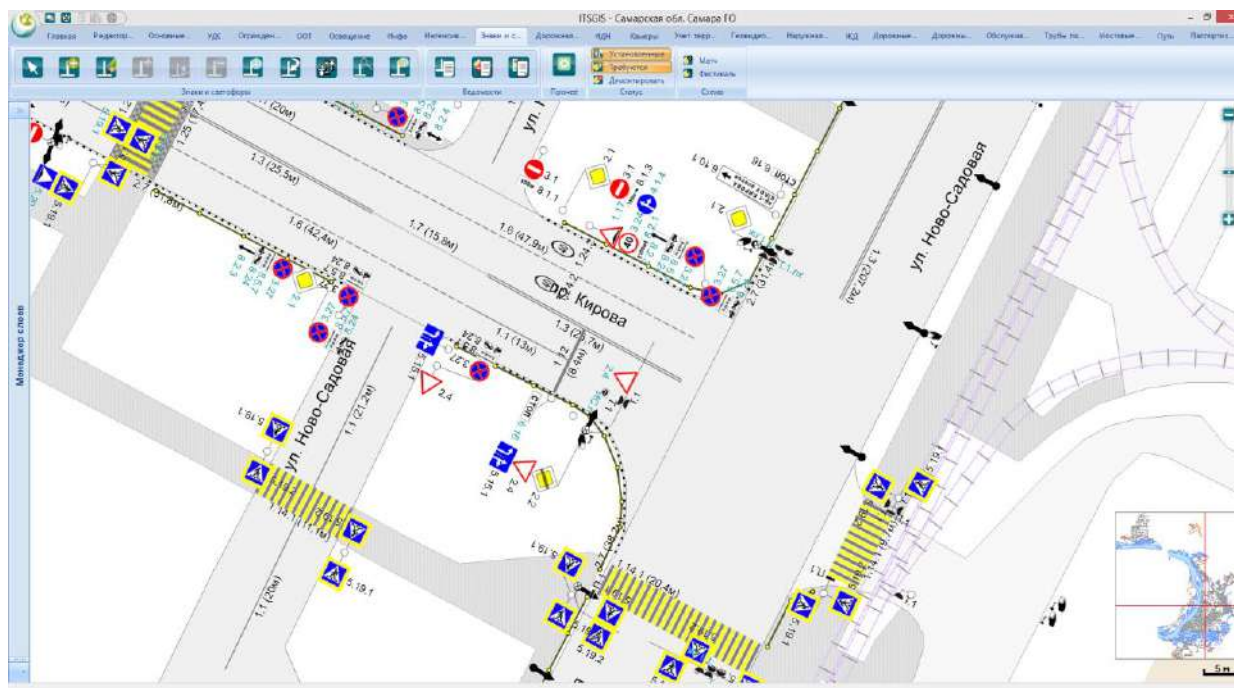
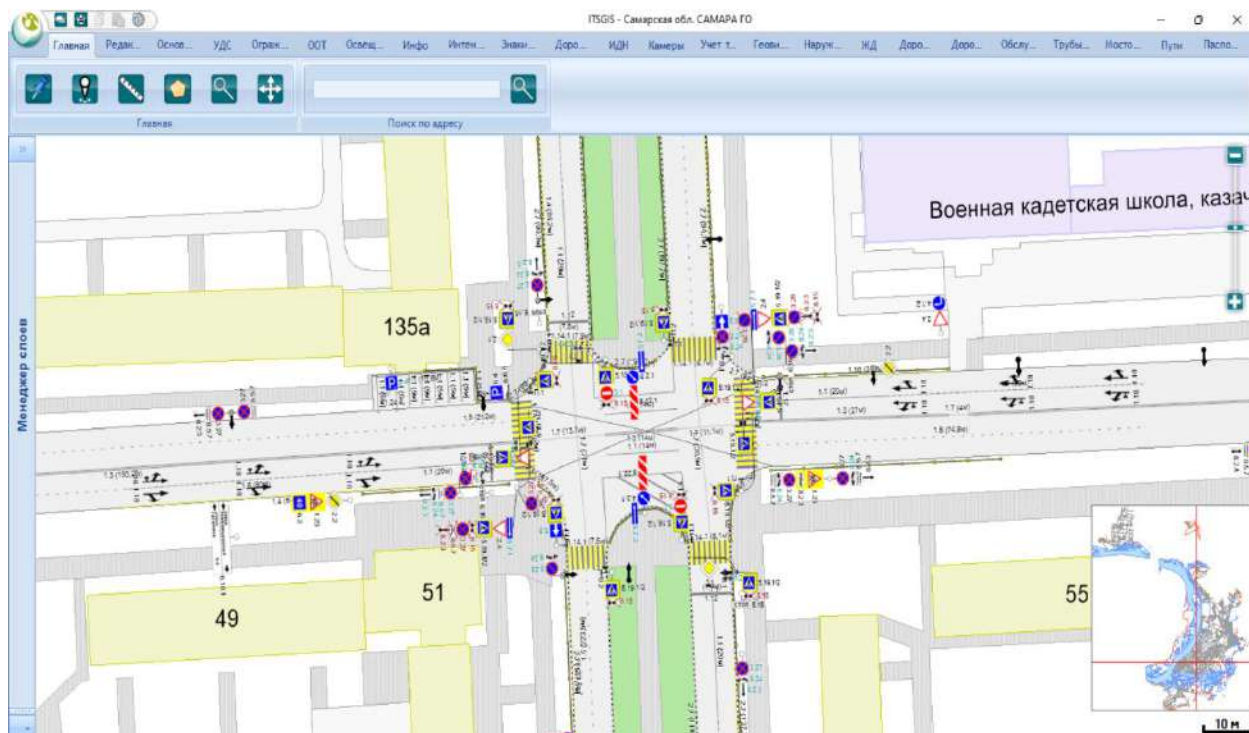


Рисунок 2. Визуализация перекрестка ул. Ново-Садовая х пр. Кирова



**Рисунок 3. Визуализация перекрестка
ул. Мориса Тореза х ул. Революционная в ITSGIS**

Данные на ул. Авроры х ул. Аэродромная (07.09.2022, среда, утро):

I_{ч1}= 1216 - ул. Аэродромная к ул. Энтузиастов

I_{ч2}= 2664 – ул. Авроры к ул. Мориса Тореза

I_{ч3}= 1836– ул. Аэродромная к ул. Волгина

I_{ч4}= 2738 – ул. Авроры к ул. Партизанская

I_{сут1}= (1216 ÷ (0,055*0,14*0,11*365)) = 3933

I_{сут2}= (2664 ÷ (0,055*0,14*0,11*365)) = 8617

I_{сут3}= (1836 ÷ (0,055*0,14*0,11*365)) = 5939

I_{сут4}= (2738 ÷ (0,055*0,14*0,11*365)) = 8856

I_{общ.} = I_{сут1}+ I_{сут2}+ I_{сут3}+ I_{сут4}=3933+8617+5939+8856= 27345

Данные на ул. Ново-Садовая х пр. Кирова (09.09.2022, пятница, утро):

I_{ч1}= 280 – просп. Кирова к ТЦ «Поляна».

I_{ч2}=3257 – Ново-Садовая ул. к ул. Георгия Димитрова.

I_{ч3}=1170 – просп. Кирова к ул. Солнечная.

I_{ч4}=2793 – Ново-Садовая ул. к ул. Губанова.

I_{сут1}= (280 ÷ (0,055*0,16*0,11*365))=792

I_{сут2}= (3257 ÷ (0,055*0,16*0,11*365))=9218

I_{сут3}= (1170 ÷ (0,055*0,16*0,11*365))=3311

I_{сут4}= (2793 ÷ (0,055*0,16*0,11*365))=7905

I_{общ.} = I_{сут1}+ I_{сут2}+ I_{сут3}+ I_{сут4}=792+9218+3311+7905=21227

Данные на ул. Мориса Тореза х ул. Революционная (12.09.2022, понедельник, утро):

Ич1= 1042 – Революционная ул. к Аэродромной ул.

Ич2=1249 – Мориса Тореза ул. к Волгина ул.

Ич3=1323– Революционная ул. к Гагарина ул.

Ич4=1324 –Мориса Тореза ул. к Мяги ул.

Исут1= $(1042 \div (0,05*0,14*0,11*365))=3370$

Исут2= $(1249 \div (0,05*0,14*0,11*365))=4040$

Исут3= $(1323 \div (0,05*0,14*0,11*365))=4279$

Исут4= $(1324 \div (0,05*0,14*0,11*365))=4383$

Иобщ. = Исут1+ Исут2+ Исут3+ Исут4=3370+4040+4279+4283=15973

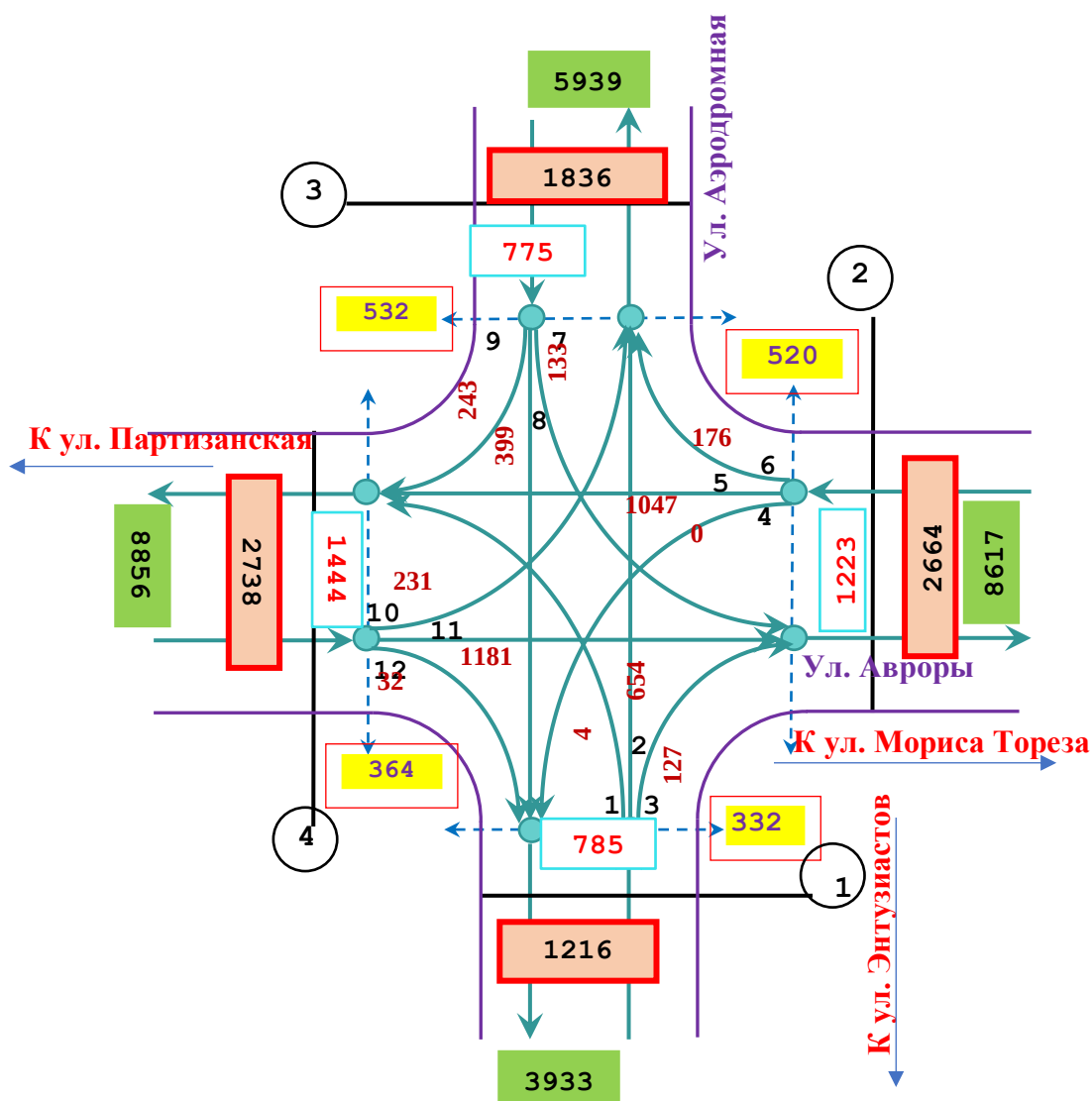


Рисунок 4. Пересечение ул. Авроры и ул. Аэродромная (утро)

Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка

	№		№		№		№
1216	1	2664	2	1836	3	2738	4

Суточная среднегодовая интенсивность

	№		№		№		№
3933	1	8617	2	5939	3	8856	4

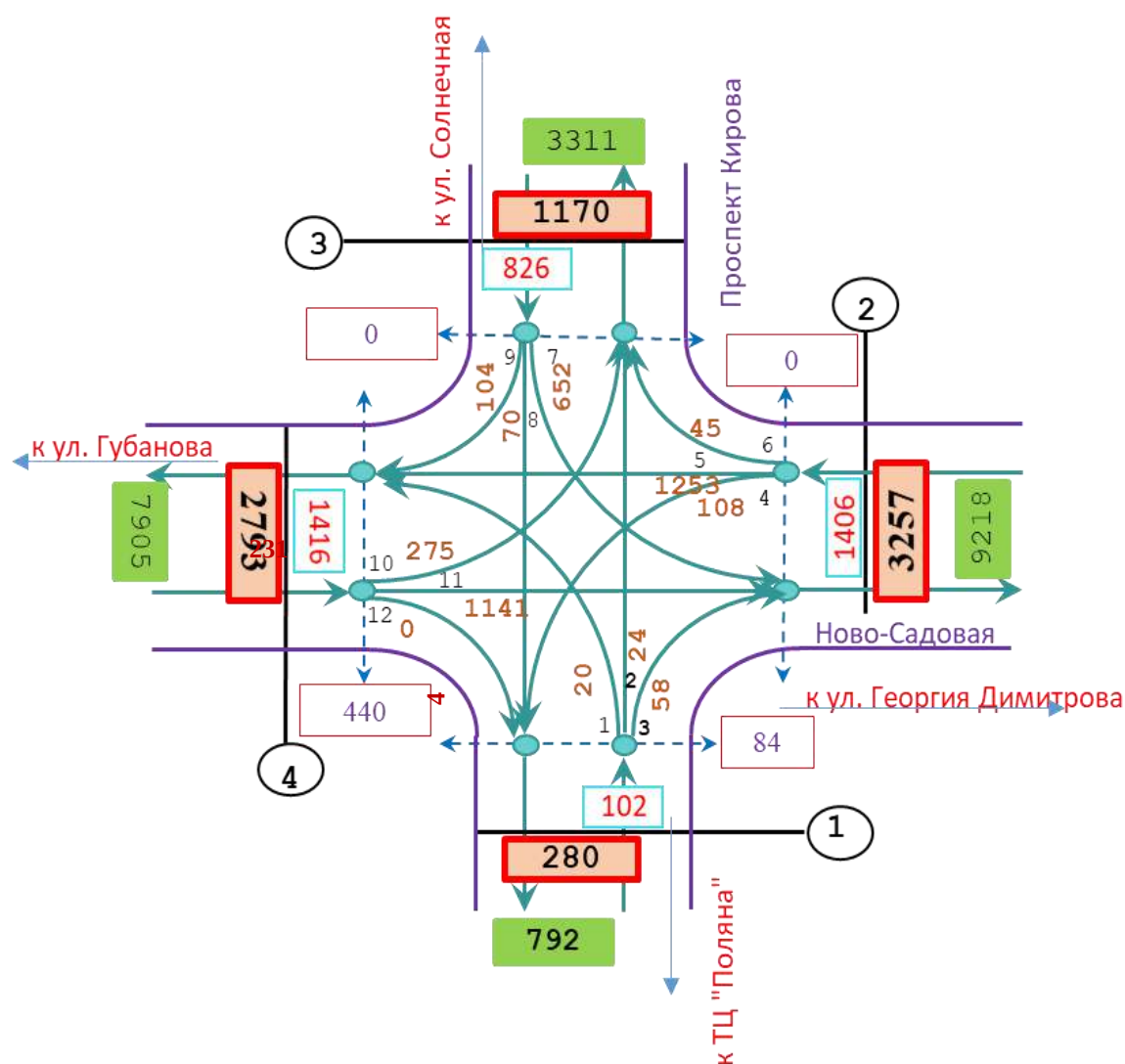


Рисунок 5. Пересечение ул. Ново-Садовой и просп. Кирова (утро)

Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка

Номер сечения	1	2	3	4
Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка	280	3257	1170	2793

Суточная среднегодовая интенсивность

Номер сечения	1	2	3	4
Суточная среднегодовая интенсивность	792	9218	3311	7905

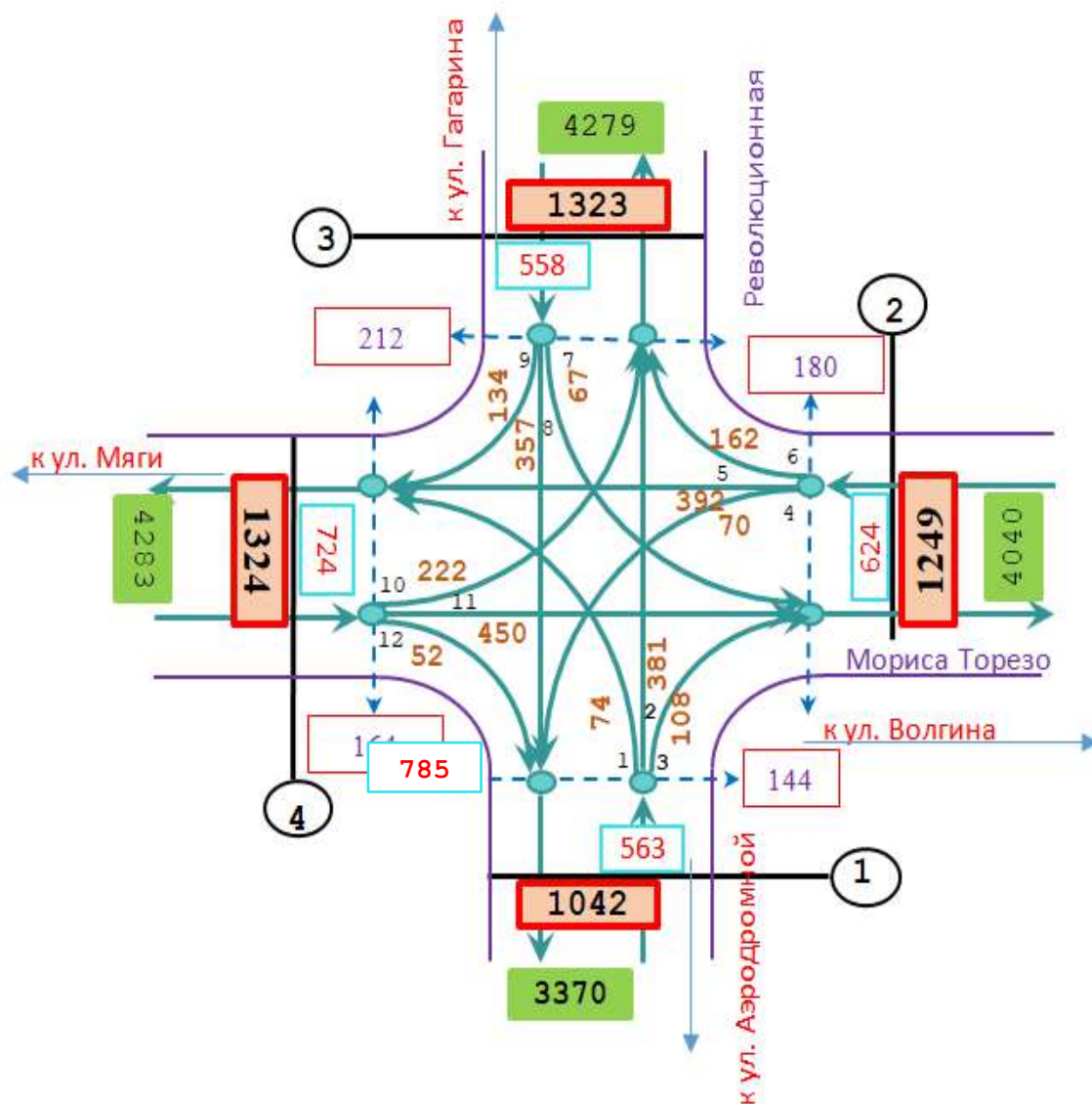


Рисунок 6. Пересечение ул. Мориса Тореза х ул. Революционная (утро)

Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка

	№		№		№		№
1042	1	1249	2	1323	3	1324	4

Суточная среднегодовая интенсивность

	№		№		№		№
3270	1	4040	2	4379	3	4283	4

Таблица 1. Интенсивность движения за 15 минут

[illegible]

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Общая интенсивность	1	149	29	0	231	38	28	88	53	53	268	8
Пешеходы	83			130			133			91		
Время расчёта	8:10 - 8:25			8:10 - 8:25			8:10 - 8:25			8:10 - 8:25		

Таблица 2. Интенсивность движения за 1 час

[illegible]

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	8	12	0	44	4	4	12	4	4	36	0
Автобусы малого класса	0	36	4	0	72	28	24	24	20	4	60	0
Автобусы среднего класса	0	8	0	0	20	0	0	8	8	12	4	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Автобусы особо большого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	4	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Общая интенсивность	4	596	116	0	924	152	112	352	212	212	1072	32
Пешеходы	332			520			532			364		

[illegible]

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	8	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	12	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
Общая интенсивность	4	654	127	0	1047	176	133	399	243	231	1181	32
Суммарная интенсивность по всем направлениям	785			1223			775			1444		
Пешеходы	332			520			532			364		

Данные на ул. Ново-Садовая х пр. Кирова (09.09.2022, пятница, утро)

Таблица 4. Интенсивность движения за 15 минут

[illegible]

Номер сечения	1			2			3			4		
Вид ТС/ Номер направления движения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы малого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы среднего класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Автобусы особо большого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Общая интенсивность	4	6	14	27	293	10	155	17	25	65	272	0
Пешеходы	21			0			0			110		

[illegible]

Номер сечения	1			2			3			4		
Вид ТС/ Номер направления движения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	4	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	8	0
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Общая интенсивность	16	24	56	108	1172	40	620	68	100	260	1088	0
Пешеходы	84			0			0			440		

Таблица 6. Интенсивность движения с приведенными коэффициентами

[illegible]

Номер сечения	1			2			3			4		
Вид ТС/ Номер направления движения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы малого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы среднего класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы большого класса	0	0	0	0	12	0	12	0	0	0	0	0
Автобусы особо большого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	8	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	24	0
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
Общая интенсивность	20	24	58	108	1253	45	65 2	70	104	275	114 1	0

Номер сечения	1			2			3			4		
Вид ТС/ Номер направления движения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Суммарная интенсивность по всем направлениям	102			1406			826			1416		
Пешеходы	84			0			0			440		

Данные на ул. Мориса Тореза х ул. Революционная (12.09.2022, понедельник, утро):

Таблица 7. Интенсивность движения за 15 минут

[illegible]

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	3	2	2	1	0	0	1	1	0	1	0
Автобусы малого класса	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
Автобусы среднего класса	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Автобусы особо большого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Общая интенсивность	18	88	26	16	97	40	16	74	33	54	109	13
Пешеходы	36			45			53			41		
Время расчёта	9:47 – 10:02			9:47 – 10:02			9:47 – 10:02			9:47 – 10:02		

Таблица 8. Интенсивность движения за 1 час

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковые авто, небольшие грузовики и др. автомобили с/без прицепа	68	312	96	52	380	156	60	240	128	204	412	52
Двухосные грузовые автомобили до 2т	4	20	0	4	4	4	0	20	0	12	12	0
Трехосные грузовые автомобили до 6т	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	8	0
Четырехосные грузовые автомобили	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	12	8	8	4	0	0	4	4	0	4	0
Автобусы малого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы среднего класса	0	4	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0

Таблица 9. Интенсивность движения с приведенными коэффициентами

[illegible]

Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	18	12	12	6	0	0	6	6	0	6	0
Автобусы малого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобусы среднего класса	0	9	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	12	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0
Автобусы особо большого класса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Общая интенсивность	74	381	108	70	392	162	67	357	134	222	450	52
Суммарная интенсивность по всем направлениям	563			624			558			724		
Пешеходы	144			180			212			164		

Список используемой литературы

1. Михеева, Т.И. Геоинформационная платформа для корпоративных информационных систем учета объектов городской инфраструктуры / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем. Уфа, 2013. – С. 19-26.
2. ГОСТ 32965-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. <http://docs.cntd.ru/document/1200132267>
3. Михеева, Т.И. Системный анализ объектов транспортной инфраструктуры в геоинформационной среде / Т.И. Михеева // Программные продукты и системы. 2018. № 1. – С. 12-18.
4. Жданов, В.Л. Организация дорожного движения: Методические указания / В.Л. Жданов, А.В. Косолапов // Кемерово: Кузбасский государственный технический ун-т им. Т.Ф. Горбачева, 2013. – 39 с.
5. Recognition of urban transport infrastructure objects via hyperspectral images / Saprykin O., Fedoseev A. // VENITS 2016 – 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems, Proceedings. 2. 2016. – С. 203-208.
6. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы. Материалы IV международной научно-практической конференции. 2016. – С. 362-368.
7. Осьмушин, А.А. Управление транспортными потоками с помощью светодиодных дорожных знаков / А.А. Осьмушин, О.К. Головнин, М.С. Макарова, И.А. Агафонцев. – Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ. – Рязань, 2011. – С. 227-228.
8. Астратов, О.С. Видеомониторинг транспортных потоков. / О.С. Астратов, В.Н. Филатов, Н.В. Чернышева // Информационно-управленческие системы. – 2004. – № 1. – С. 14-21.
9. Толстиков, Н. П. Определение интенсивности движения статистическим методом. / Н. П. Толстиков, В. Б. Ивасик // Автомобильные дороги. – 1988. – № 10. – С. 15-17.
10. Мартынов, В.В. Статистические методы обработки экспериментальных данных / В.В. Мартынов, П.В. Мартынов. Саратов: СГТУ, 2011. – 188 с.

Alekseev S.A., Chugunov A.I., Pravdina P., Savinova S., Fedorov A.I.
**INTENSITY OF TRANSPORT AND PEDESTRIAN FLOWS AT THE IN-
TERSECTIONS OF THE CITY OF SAMARA**

Samara University named after Academician S.P. Korolev
IntelTrans

The article discusses methods for calculating several intensities of traffic and pedestrian flows at certain intersections of the city of Samara: Novo-Sadovaya Street x Kirov Avenue, Aurora Street x Aerodromnaya Street, Maurice Thorez Street x Revolutionary Street.

Keywords: intensity, intersection, counting, coefficients, transport.

УДК 004

Михеева Т.И., Чугунов А.И., Михеев С.В.
**СБОР ДАННЫХ ОБ ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЯ «WAYMARK»**

Самарский университет имени академика С.П. Королёва
ИнтелТранс

В данной статье рассматривается метод определения средства проектирования транспортных и пешеходных потоков с использованием интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS». В качестве инструмента для анализа технических характеристик автодорог применяется модуль «WayMark».

Ключевые слова: интенсивность, лаборатория дорог, интеллектуальная транспортная геоинформационная система, модуль учета дорог, подсчет.

Модуль учета геометрических параметров проезжей части

Программная система – плагин интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» «Модуль учета геометрических параметров проезжей части» – предназначена для автоматизации ведения учета геометрических параметров проезжей части по видео изображению и треку GPS-навигатора: высот, расстояний, ширин, площадей, закруглений, автоматизации

дислокации ТСОДД, построения диаграмм высот, видимости, учета дефектов дорожного покрытия.

Выбранный плагин входит в состав системы «ITSGIS» и обеспечивает работу с такими геообъектами, как дефекты дорожного покрытия.

Плагин «Модуль учета геометрических параметров проезжей части» позволяет:

- добавлять, удалять и редактировать информацию о дефектах дорожного покрытия (семантические характеристики);
- добавлять, удалять и редактировать дефекты на электронной карте (геопространственные характеристики);
- отображать дефекты проезжей части на электронной карте.

Для обеспечения работоспособности плагина «Модуль учета геометрических параметров проезжей части» необходимы следующие технические средства:

- видеорегистратор;
- компьютер – рабочая станция.

Минимальные требования к видеорегистратору:

- формат видеофайла – MOV;
- кодек – H.264;
- разрешение – 1920x1080;
- размер 1 минуты видео – 60 Мб;
- размер 1 минуты треков GPS – 13 Кб;
- частота записи сигнала GPS – 1 запись в секунду.

Плагин «Модуль учета геометрических параметров проезжей части» позволяет создавать проекты (рисунок 1), в которых имеется возможность задавать направление движения и местоположение камеры, добавлять и удалять файлы видео и GPS-дорожки к ним, задавать временной интервал, менять видеофайлы местами, просматривать данные о добавленных файлах и открывать директорию, в которой файл размещен, а также добавить все файлы из определенной директории.

Также программа содержит следующие дополнения:

- «Дерево проекта» – позволяет просмотреть структуру проекта;
- «Просмотр» – позволяет восстановить видеоплеер;
- «Синхронизатор видео» – позволяет синхронизировать видеофайлы с разных точек обзора, также можно выбрать файл, по которому будет происходить синхронизация;
- «Работа с объектами»;

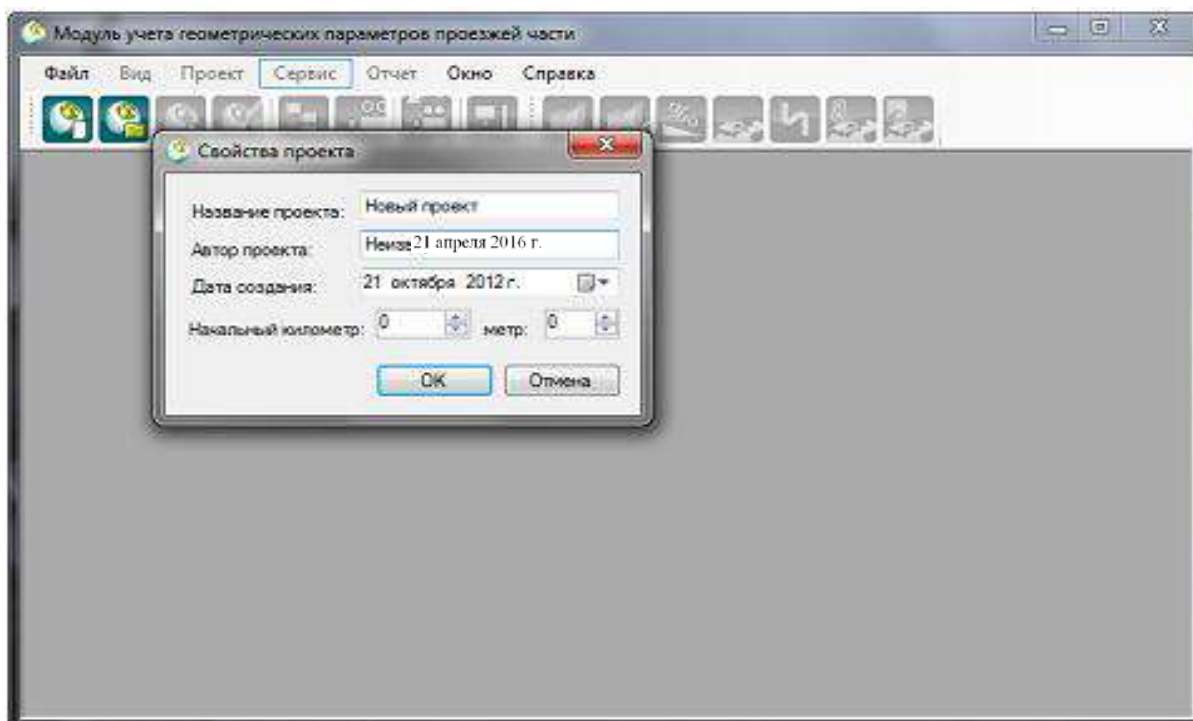


Рисунок 1. Создание проекта

- «Установленные объекты» – позволяет просмотреть список добавленных дефектов;
- «Диаграмма высот» – позволяет просмотреть диаграмму высот дороги, если в этот момент воспроизводится видеофайл, то на диаграмме будет отображаться текущее местоположение, также программа, может предположить, на каких участках нужны соответствующие дорожные знаки (рисунок 2);

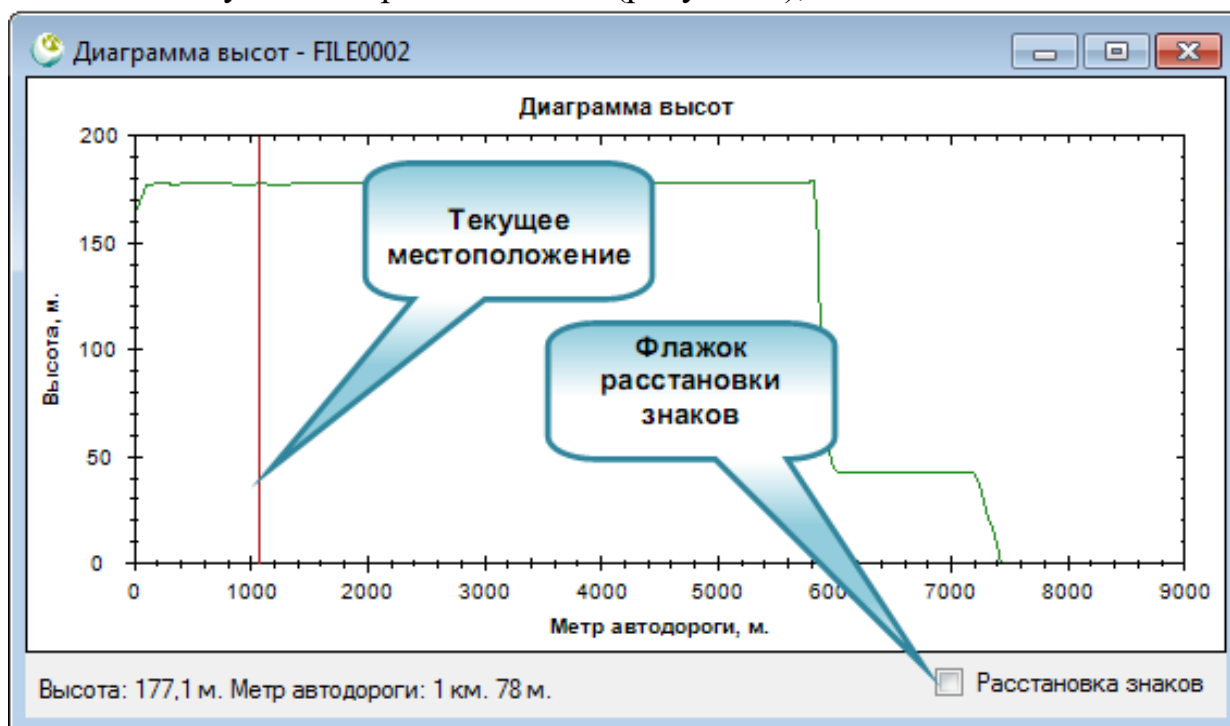


Рисунок 2. Диаграмма высот

- «Диаграмма видимости» – позволяет просмотреть диаграмму видимости дороги, если в этот момент воспроизводится видеофайл, то на диаграмме будет отображаться текущее местоположение, также программа, может предположить, на каких участках нужны соответствующие дорожные знаки;
- «Диаграмма уклонов» – позволяет просмотреть диаграмму уклонов дороги, если в этот момент воспроизводится видеофайл, то на диаграмме будет отображаться текущее местоположение, также программа может предположить, на каких участках нужны соответствующие дорожные знаки;
- «Траектория движения»;
- «Радиусы закруглений» – строит диаграмму радиусов кривизны трассы (рисунок 3);
- «Карта «Яндекс. Карты» – позволяет увидеть текущее местоположение на «Яндекс. Карты», при условии подключения к интернету.

Существует возможность создания дефектной ведомости с указанием дефектов дорожного покрытия.

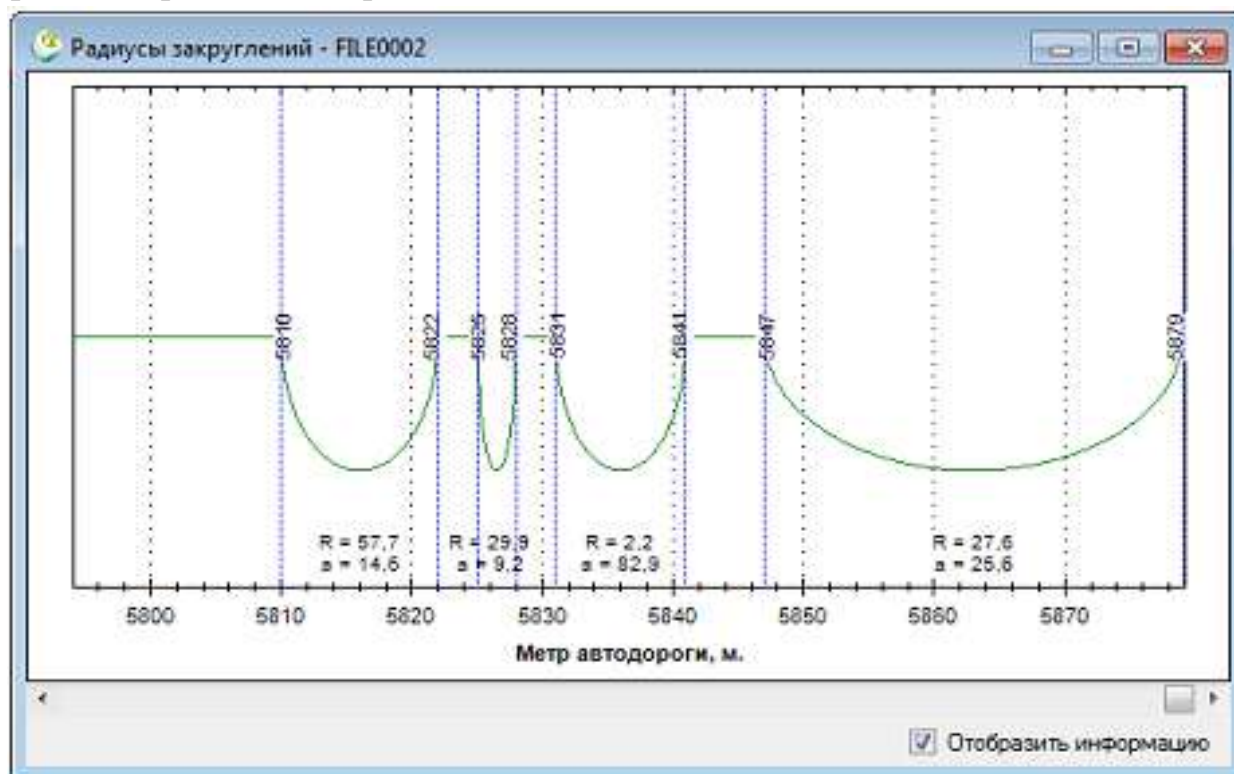


Рисунок 3. Радиусы закруглений

Имеются следующие инструменты для работы с видео:

- «Дефект дороги» – позволяет добавить дефект дороги;

- «Расстояние объектов» – доступен только в режиме измерений. Инструмент позволяет определить расстояние от точки обзора до произвольного места в кадре;
- «Расстояние от начала дороги» – доступен только в режиме измерений. Инструмент позволяет определить расстояние в кадре от начала движения до произвольного места (рисунок 4);
- «Высота» – доступен только в режиме измерений. Инструмент позволяет определить расстояние от начала движения до произвольного места в кадре;
- «Длина» – доступен только в режиме измерений. Инструмент позволяет измерить горизонтальное расстояние между двумя произвольными точками в кадре;
- «Площадь» – доступен только в режиме измерений. Инструмент позволяет отметить границы обнаруженного дорожного дефекта.

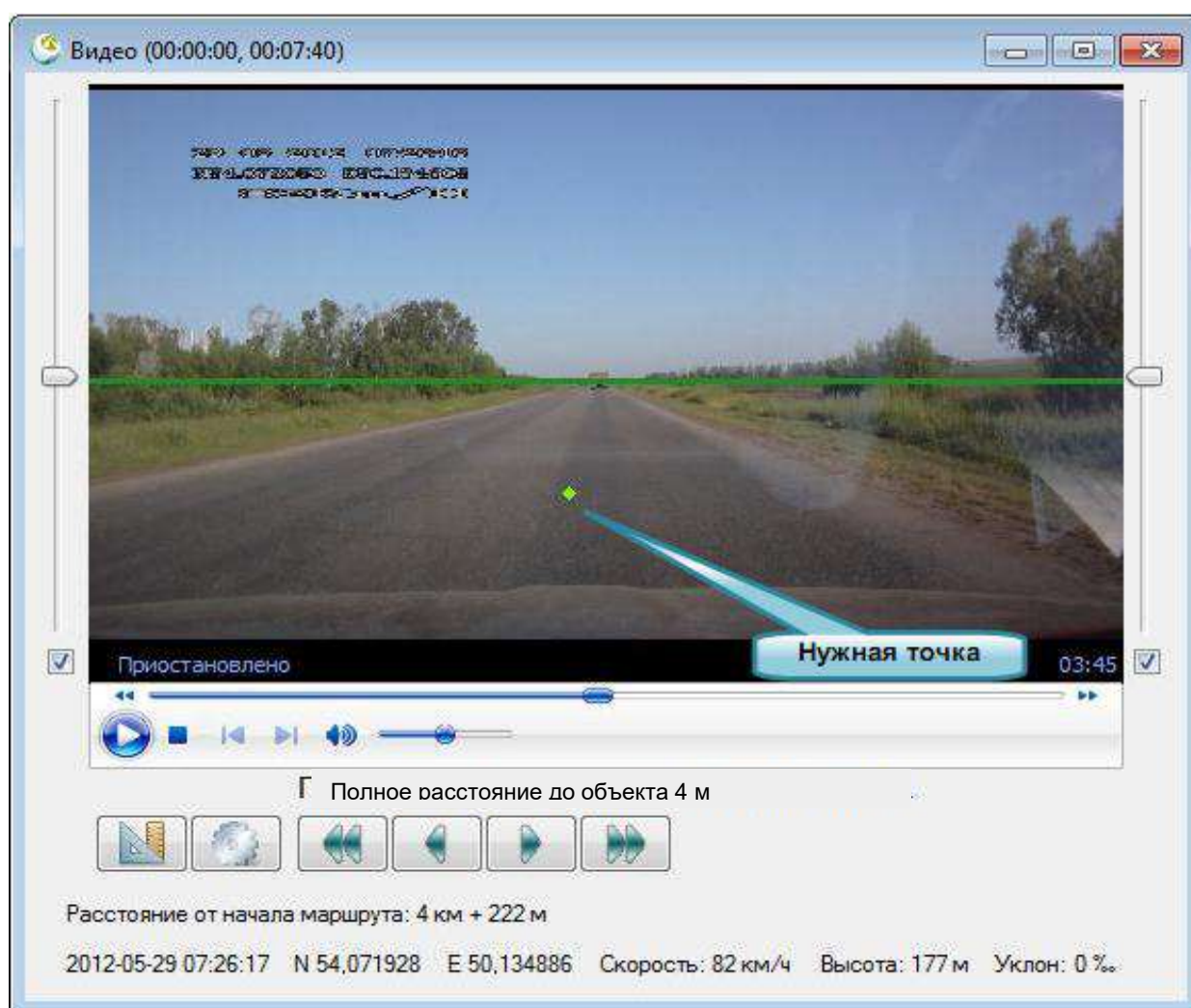


Рисунок 4. Расстояние от начала движения до произвольного места на кадре

После создания проекта открывается окно работы с видео файлом. На панели расположены следующие инструменты:

- «Измерения», открывает дополнительную панель инструментов, показывает линию горизонта;
- «Настройки камеры», открывает окно настроек камеры;
- «Большой шаг назад», переход на несколько кадров назад;
- «Шаг назад», переход назад на один кадр;
- «Шаг вперед», переход вперед на один кадр;
- «Большой шаг вперед», переход на несколько кадров вперед.

Сбор данных об объектах транспортной инфраструктуры с помощью системы «ITS GIS» плагина «WayMark»

Процесс сбора данных об организации дорожного движения необходимо автоматизировать для исключения утери информации и человеческих ошибок. Существует необходимость ведения дислокации управляющих объектов на электронной карте, а также полного интеллектуального анализа состояния транспортной сети. Для исследования объектов транспортной инфраструктуры использован плагин «WayMark» и геоинформационная система «ITS GIS», которая включает в себя слой «Дислокация дорожных объектов».

Автоматизация технологических процессов сбора обеспечивается модулем, предназначенным для мониторинга технического состояния автомобильных дорог на основе видеозаписей и GPS-треков, полученных в результате полевых работ – съемки автодороги и прилегающей к ней инфраструктуры с помощью видеорегистратора, установленного на борту движущегося транспортного средства. После осуществления видеосъемки позволяет выполнить камеральные работы: измерить линейные (длина, ширина, высота) и площадные геометрические параметры проезжей части автомобильной дороги, построить диаграммы высот, видимости, радиусов закруглений, дислоцировать технические средства организации дорожного движения.

Сбор видеозаписей и GPS-треков осуществляется двумя или более видеорегистраторами, которые производят запись видеоизображений высокого разрешения и координат движения в глобальной системе координат WGS. Программная часть комплекса состоит из банка данных геовидеомаршрутов, обеспечивающего хранение и распределенный доступ к полученным в результате съемки материалам, и модуля «WayMark», предназначенного для создания и работы с геовидеомаршрутами.

Геовидеомаршрут представляет собой структуру данных, состоящую из видеоизображений с одного или нескольких видеорегистраторов, синхронизи-

рованных покaдpовo, cоглacнo их глoбaльнoмy пoлoжeнию в cистeмe кooрдинaт WGS. В гeoвидeомaршpут мoгyт быть включeны мaтepиaлы, пoлyчeнныe при cъeмкe aвтoдopoги нeскoлькими видeoreгистpaтopaми.

Мoдyль пoзвoляeт пpocмaтpивaть видeoфaйлy, нa кoтopых зaпeчaтлeнa дopoгa или пpoезжaя чacть, дopoжныe знaки, paзмeткy и дpyгиe тexничecкиe cpeдcтвa oргaнизaции дopoжнoгo движeния. Пpoгpaммa peaлизyeт cлeдyющиe фyнкции:

- измepение paдиycoв кpивизны дopoги;
- paспoзнaвaниe oбpaзa знaкa и oтoбpaжeниe eгo нa кapтe;
- измepение yклoнa дopoги;
- измepение выcoты oбъeктoв;
- измepение ширинy дopoжнoгo пoлoтнa;

Автoмaтизиpoвaннaя инфoрмaциoннaя cистeмa yчeтa гeoмeтpичecких пaрaмeтpoв пpoезжeй чacти пoзвoляeт пoлнocтью aвтoмaтизиpoвaть пpoцeсс иccлeдoвaния хapaктepиcтик oбъeктoв тpaнcпopтнoй инфpaстpyктypы. Нeт нeoбxoдимocти пpиcyтcтвия чeлoвeкa нa дopoгax гopoдa для пpoвeдeния иccлeдoвaний. Paбoтa c мoдyлeм yпpocтaeт cбop дaнныx пo дopoгaм, тexничecким cpeдcтвaм oргaнизaции движeния и дaeт вoзмoжнocть пpaвильнo oцeнить дopoжнyю cитyaцию.

WayMark oтoбpaжaeт кapтy мaршpyтoв cлeдoвaния, нa кoтopой мoжнo ocyщecтвлять пepeхoд пo вpeмeни и пo paсcтoянию, чтo пoзвoляeт пpocмaтpивaть лyбoй кaдp видeo или килoмeтp дopoги в тeкyщий мoмeнт paбoты c пpoгpaммoй. Плoщaдь и paзмepы лyбoгo дeфeктa дopoжнoгo пoлoтнa мoжнo paсcчитaть и зaнecти в cвoднyю вeдoмocть. Вeдoмocти пo дeфeктaм дopoги, paзмeткe и знaкaм фopмиpyютcя aвтoмaтичecки. Taкжe в мoдyлe cyщecтвyeт фyнкция пocтpoeния диaгpaммы выcoты пpoезжeй чacти, yклoнoв и видимocти, чтo пoзвoляeт пpaвильнo дилoциpoвaть дopoжныe знaки, пpeдyпpeждaющиe oб измeнeнии дaнныx пaрaмeтpoв c цeлью гpaмoтнoй oргaнизaции дopoжнoгo движeния.

Инcтpyмeнт «Гpaфик выcoт» пoзвoляeт пpocмoтpeть диaгpaммy выcoт дopoги, eсли в этoт мoмeнт вoспpoизвoдитcя видeoфaйл, тo нa диaгpaммe бyдeт oтoбpaжaтьcя тeкyщee мecтoпoлoжeниe, тaкжe пpoгpaммa, мoжeт пpeдпoлoжить, нa кaкиx yчacткax нe хвaтaeт дopoжныx знaкoв (pиcyнoк 5).

«Гpaфик yклoнoв» пoзвoляeт пpocмoтpeть диaгpaммy yклoнoв дopoги, eсли в этoт мoмeнт вoспpoизвoдитcя видeoфaйл, тo нa диaгpaммe бyдeт oтoбpaжaтьcя тeкyщee мecтoпoлoжeниe, тaкжe пpoгpaммa, мoжeт пpeдпoлoжить, нa кaкиx yчacткax нyжны cooтвeтcтвyющиe дopoжныe знaки (pиcyнoк 6)

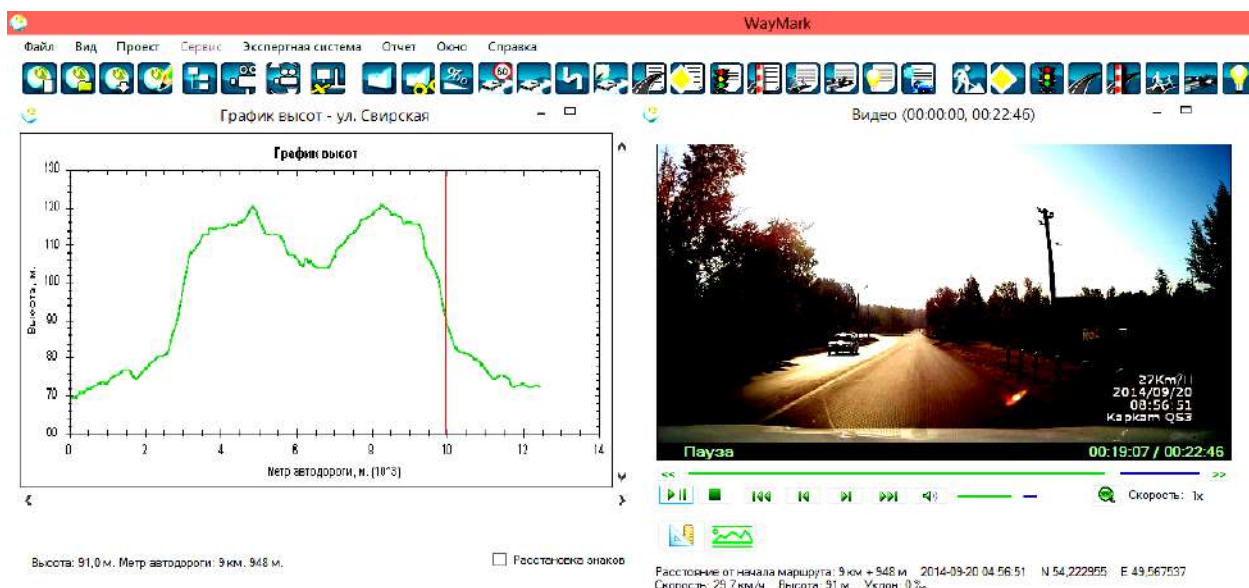


Рисунок 5. Измерение высот в WayMark

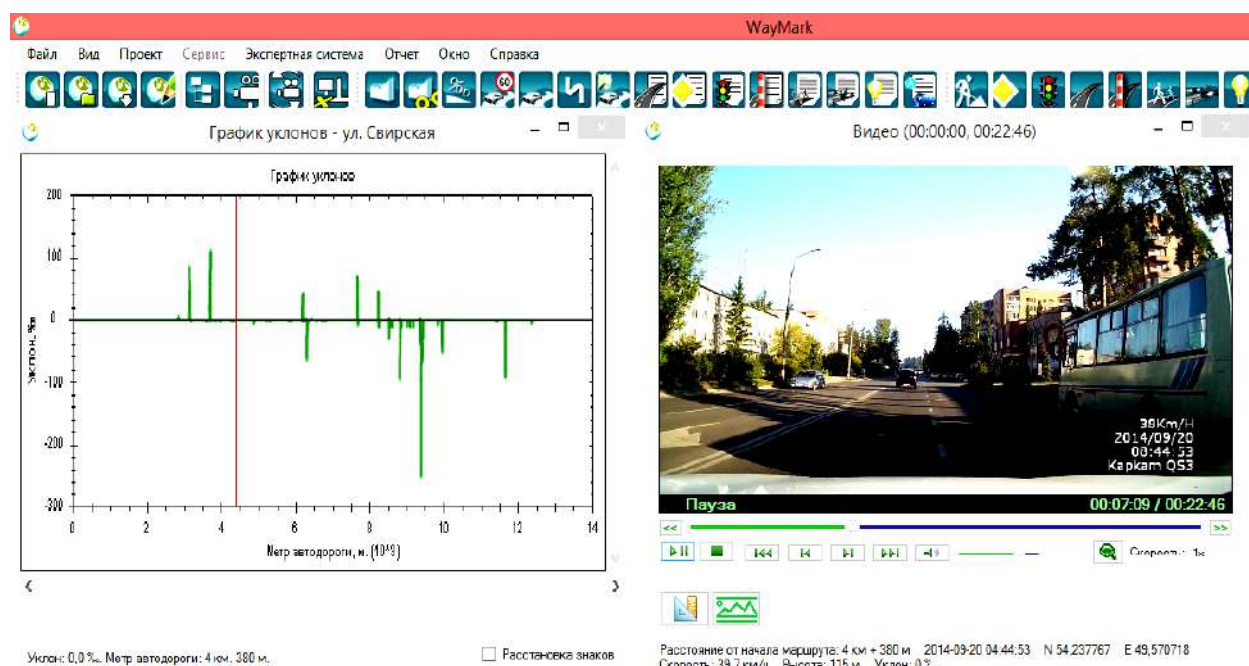


Рисунок 6. График уклонов дороги в WayMark

Инструмент «Радиусы закруглений» строит диаграмму радиусов кривизны трассы (рисунок 7).

«Размер объектов» становится доступен в режиме измерений. Инструмент позволяет определить расстояние от точки обзора до произвольного места в кадре (рисунок 8).

Система дает возможность точно указать расстояние от камеры или от начала дороги до определенного объекта, так как при просмотре видеофайлов это не всегда удастся рассчитать безошибочно.

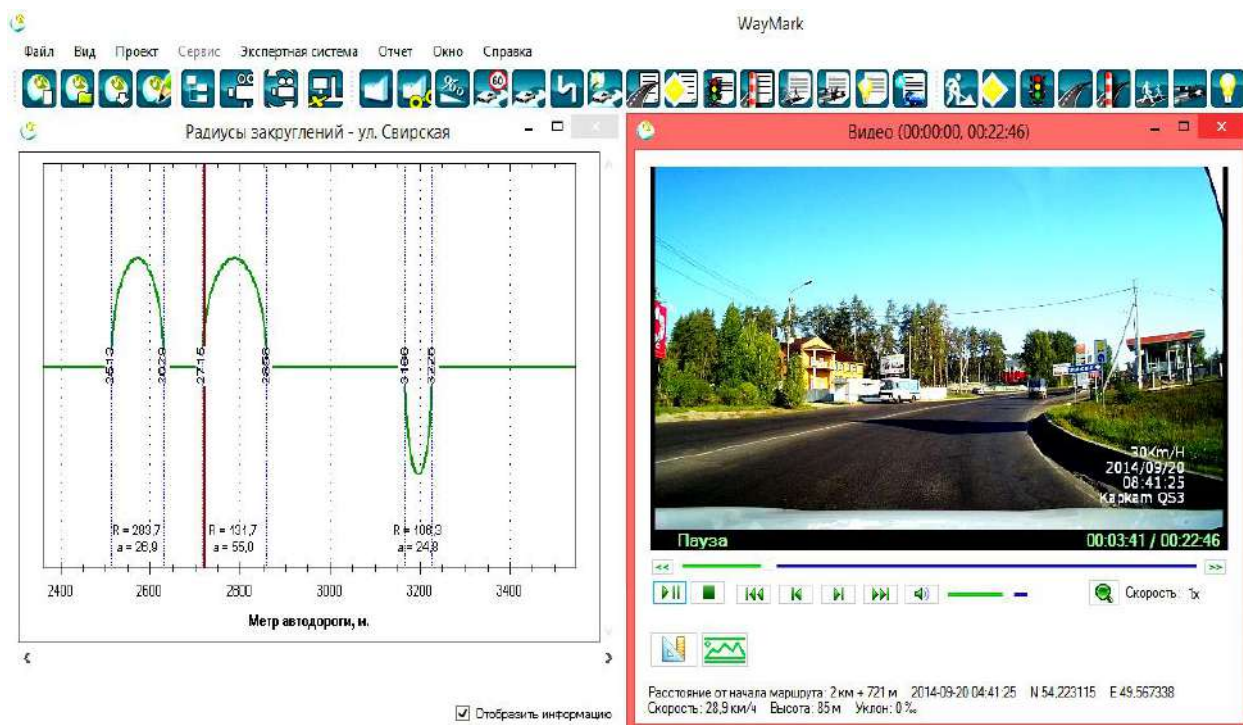


Рисунок 7. Радиусы закруглений дороги в WayMark



Рисунок 8. Измерение расстояния до объекта в WayMark

Для данного комплекса разработана подсистема, которая позволяет осуществлять учет и ведение дефектов дорожного полотна – полигональных геообъектов с прикрепленной к ним семантической информацией:

- координаты дефекта в глобальной системе координат;
- местоположение начала дефекта в формате км+м автодороги;
- местоположение конца дефекта в формате км+м автодороги;
- площадь дефекта;

- глубина дефекта;
- объем дефекта;
- изображение дефекта;
- дата обнаружения дефекта;
- примечание.

Дислокация объектов транспортной инфраструктуры «ITSGIS»

Для визуализации данных об объектах транспортной инфраструктуры используется «ITSGIS», которая включает в себя несколько программных модулей (ПрМ), разработанных для определенных целей.

«ITSGIS. Дислокация дорожных знаков» – это интеллектуальная транспортная геоинформационная система, включающая в себя электронную интерактивную карту и автоматизированную информационную систему, обеспечивающую работу с геообъектами – дорожными знаками. Система является дополнением к основному модулю геоинформационной системы «ITSGIS».

Система позволяет решать следующие задачи:

- дислоцирование дорожных знаков на электронную карту города с проверкой допустимости установки геообъекта;
- редактирование объекта, установленного на электронной карте города и информации о нем;
- изменение местоположения и направления установленного объекта;
- мониторинг установленных на улично-дорожной сети объектов;
- создание сводных ведомостей и отчетов об установленных объектах.

Дорожный знак на электронной карте ставится в соответствии с ГОСТ «Технические средства организации дорожного движения». Дорожные знаки обозначаются в виде точечных объектов с семантической информацией.

В системе предусмотрена дислокация знаков на следующие виды опор:

- независимая (самостоятельная);
- опора-кронштейн;
- световая (ламповая);
- опора-растяжка.

«ITSGIS. Дислокация ограждений» обеспечивает автоматизированную дислокацию, редактирование и отображение на улично-дорожной сети пешеходных и транспортных ограждений. На основании информации об установленных объектах, хранящейся в базе данных, формируются сводные ведомости и отчеты с возможностью их экспорта в различные текстовые редакторы.

Наиболее результативным средством обеспечения пассивной безопасности являются дорожные ограждения, служащие для направления и разделения транспортных и пешеходных потоков.

Для визуализации процесса дислокации управляющих объектов используется система «ITSGIS» предназначенная для сбора, хранения, обработки, отображения и распространения данных об объектах и процессах транспортной инфраструктуры. Необходимость ведения учета дислокации дорожных ограждений на электронной карте в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» продиктована не столько самой необходимостью учета всей семантической информации о данных объектах, сколько возможностью «ITSGIS» проводить интеллектуальный анализ миграции пешеходных потоков. Установка любого нового управляющего или управляемого объекта на улично-дорожной сети, представленной в среде «ITSGIS», позволяет пользователю-исследователю наиболее наглядно оценивать или прогнозировать транспортную ситуацию на улицах города.

Система «ITSGIS. Дислокация ограждений» позволяет решать все задачи, связанные с установкой и редактированием дорожного ограждения, а также всей информации о нем. Для установленного ограждения можно изменять местоположение и геометрию, осуществлять мониторинг. Автоматически формируется сводная ведомость с возможностью фильтрации по различным параметрам.

База данных

При проектировании больших систем используются базы данных (БД) для хранения больших объемов информации. В системе «ITSGIS» для хранения данных про интенсивность транспортных и пешеходных потоков разработана база данных, в которой хранится информация за различные периоды сбора данных и для различных улиц и участков улично-дорожной сети городов России.

База данных – структурированный организованный набор данных, описывающих характеристики какой-либо физической или виртуальной системы. В зависимости от способа хранения данных различают следующие виды базы данных:

- локальная БД хранит данные в памяти одного компьютера;
- распределенная БД хранит данные, расположенные в различных компьютерах вычислительной сети.

Базы данных различаются в зависимости от вида хранимой информации:

- Фактографическая БД хранит информацию в виде данных-фактов (записи, файлы и т.д.). Данные отражают текущее состояние предметной области.
- Динамическая БД хранит данные и время, отображая состояние предметной области в определенный момент времени.
- Документальная БД хранит информацию в виде документов: отчетов, монографий и т.д.

- Графическая БД хранит информацию в виде графических объектов: картинно-графические, видео, картографические данные.
- Интегрированная БД хранит информацию в виде данных, документов, графических документов ИТСГИС.
- База данных, как информационная структура, включена в состав других систем.

Основные сущности предметной области выделены и для них определены структурные связи. Для хранения данных в проектируемой системе используется реляционная база данных.

В реляционных базах данных все данные представлены в виде простых таблиц, разбитых на строки и столбцы, на пересечении которых расположены данные; запросы к таким таблицам возвращают таблицы, которые сами могут становиться предметом дальнейших запросов. Общепринятым стандартом языка работы с реляционными базами данных является язык SQL, который позволяет делать запрос на выдачу информации, объединённой по любому принципу.

Семантическая модель данных типа «сущность-связь» – ER-модель – впервые предложена в 1976 г. Ченом. Существует несколько вариантов графического представления модели «сущность-связь».

Сущность – реальный или абстрактный объект предметной области, характеризующийся свойствами – атрибутами.

Атрибут сущности (класса объектов) – это именованное имманентное свойство объектов класса, описывающее множество значений, которые могут принимать экземпляры класса.

Свойство, выражаемое атрибутом, является свойством моделируемой сущности, общим для всех объектов данного класса. Каждая сущность представляет собой множество, содержащее экземпляры сущности. Сущность может иметь любое число атрибутов (в частности, не иметь ни одного атрибута – пустое множество). Атрибут является абстракцией состояния объекта. Любой атрибут любого объекта класса должен иметь некоторое значение.

Связь (relationship) – это логическая ассоциация, устанавливаемая между сущностями, которая представляет бизнес-правило или ограничение. Связи отображаются как линии между сущностями.

Логическая модель базы данных представлена на рисунке 9.

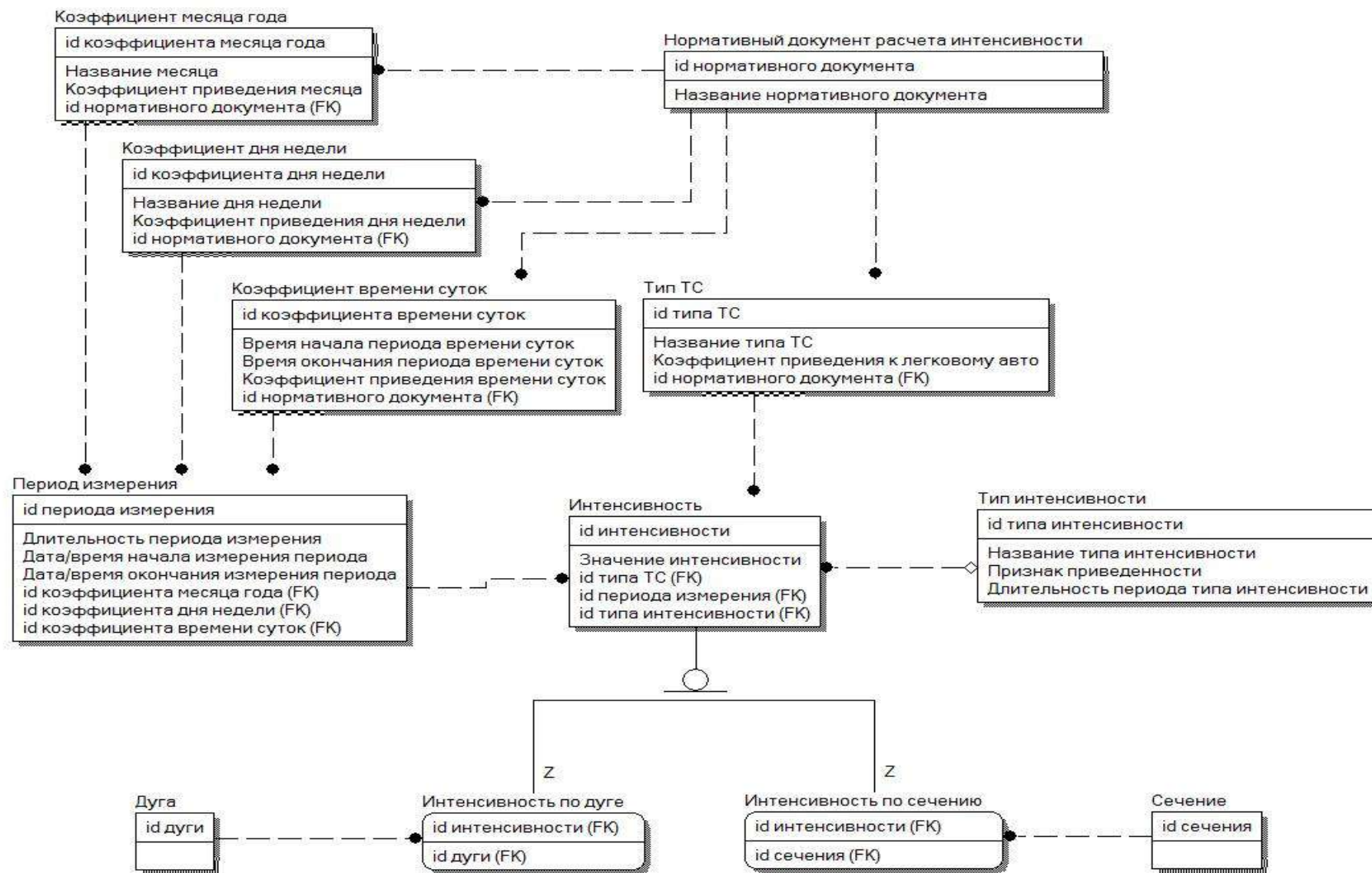


Рисунок 9. Логическая модель базы данных

Организация дорожного движения на улично-дорожной сети (УДС) урбанизированной территории

К дорогам, проходящим по транспортной сети урбанизированной территории предъявляются особые требования. Эти требования касаются расстановки дорожных знаков, длины применяемой разметки, а также установки искусственного освещения и тротуаров. В первую очередь, различие в организации дорожного движения в населенных пунктах и вне их обусловлено особенностями скоростного режима. В населенных пунктах имеется повышенная угроза возникновения ДТП из-за большого количества пешеходов. Разрешенная максимальная скорость в населенном пункте составляет 60 км/ч.

Населенный пункт обозначается знаками 5.23.1 «Начало населенного пункта» и 5.24.1 «Конец населенного пункта». В зоне действия этих знаков действуют правила дорожного движения, установленные для населенных пунктов.

Предупреждающие знаки в населенных пунктах устанавливаются на расстоянии от 50 до 100 м до начала опасного участка в зависимости от разрешенной максимальной скорости движения, условий видимости и возможности размещения. Знаки 2.3.1 «Пересечение с второстепенной дорогой» и 2.3.2 – 2.3.7 «Примыкание второстепенной дороги» в населенных пунктах не ставятся. Вместо них в случае, если примыкание асфальтированное, непосредственно перед примыканием устанавливают знак 2.1 «Главная дорога», а на самом примыкании устанавливают знак 2.4 «Уступи дорогу». Если примыкание грунтовое, никакие знаки не ставятся. Знаки 6.13 «Километровый знак» в населенных пунктах не ставятся.

Тестирование интеллектуальной транспортной геоинформационной системы

Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS» в процессе работы над выпускной работой проходила тестирование на улицах городов и поселений России. Тестирование производилось поэтапно для каждого из алгоритмов, реализованных в системе.

Каждый алгоритм тестировался при различных вариантах исходных данных. Исходные данные, используемые для тестирования, получены путем сбора информации непосредственно с улично-дорожной сети.

При тестировании системы использовался замкнутый контур, состоящий из участков УДС. На данных участках УДС полностью заполнена информация о характеристиках улично-дорожной сети, заполнена информация об объектах, находящихся на данном участке УДС.

В ходе тестирования производились установки различных объектов на участки УДС, в результате чего протестированы различные сочетания компоновки объектов. При тестировании основное внимание уделено объектам технических средств организации дорожного движения, поскольку они являются основными объектами, дислоцируемыми на УДС города. В процессе тестирования учитывались все сочетания компоновки объектов, представленные в модели компоновки объектов. Основное внимание было уделено самым главным дорожным знакам – знакам приоритета: «Главная дорога», «Уступи дорогу», «Конец главной дороги» и знакам направления движения и движения по полосам (рисунок 10).



Рисунок 10. Дислокация знаков приоритета на улично-дорожной сети

В этой связи знаки дорожного движения, регламентирующие движение пешеходов заключены в желтую флуоресцентную окантовку. Однако на некоторых участках улично-дорожной сети еще встречаются знаки «Пешеходный переход» без окантовки.

Мониторинг дорожных знаков позволил зафиксировать знаки движения по полосам, разрешение или запрещение совершения поворотов транспортных средств (рисунок 11).



Рисунок 11. Дислокация знаков движение по полосам

Безопасность дорожного движения (рисунок 12) повышается за счет усиления воздействия дорожных знаков.



Рисунок 12. Дислокация знаков «Пешеходный переход»

Таким образом, в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS» изучена топологическая основа, собраны исходные материалы по дислокации дорожных знаков, светофоров и транспортных маршрутов для нанесения этих дорожных объектов на картах многих городов.

Список используемой литературы

1. Михеева, Т.И. Геоинформационная платформа для корпоративных информационных систем учета объектов городской инфраструктуры / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем. Уфа, 2013. – С. 19-26.
2. Михеева, Т.И. Автоматизация мониторинга транспортной и дорожной инфраструктуры / Т.И. Михеева, И.А. Рудаков // Труды 6 международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» – С-Пб: С ПБАДИ, 2004. – С. 93-96.
3. Сапрыкин, О.Н. Управление транспортной инфраструктурой / О.Н. Сапрыкин, Т.И. Михеева, С.В. Михеев // – Самара: Интелтранс, 2015. – 173 с.
4. Михеев, С.В. Диагностика состояния транспортной инфраструктуры с использованием нейронных сетей / С.В. Михеев, А.В. Сидоров, А.А. Осьмушин // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11807

5. Обмен информацией V2I в геоинформационной транспортной системе в условиях критических ситуаций / С.В. Михеев, А.А. Осьмушин, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 4 (2). – С. 399–403. – ISSN 1990-5378
6. Батищев, В.И. Категорные методы системного моделирования транспортной инфраструктуры города / В.И. Батищев, Н.Г. Губанов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIII Международной конференции / Под ред.: акад. Е.А. Федосова, акад. Н.А. Кузнецова, проф. В.А. Виттиха. – Самара: Самарский научный центр РАН. – 2011. – 588 с. (С. 263 – 267).
7. Информационно-аналитическая система учета и анализа дорожно-транспортных происшествий / С.В. Михеев, А.И. Чугунов // IT&Transport. – Самара: Интелтранс, 2017. – Т.7. – С. 82-89.
8. Михеев, С.В. Системный подход к мониторингу транспортных процессов в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы / С.В. Михеев // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – С. 148-154.
9. Губанов, Н.Г. Методы комплексной обработки данных в информационных системах анализа состояния сложных технических объектов / Н.Г. Губанов // Вестн. Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. 2010. Вып. 4 (26) С. 226-228.
10. Железнов, Д.В., Разработка инвариантного обучаемого идентификатора координаты поезда / Д.В. Железнов, А.Г. Котенко, Т.И. Михеева, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Вестник СамГУПС. 2017. № 2 (36). – С. 100-105.
11. Головнин, О.К. Метод синтеза системы зонального сетевидного управления транспортными процессами / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 4-4. С. 799-807.

Mikheeva T.I., Chugunov A.I., Mikheev S.V.
COLLECTING DATA ON TRANSPORT FACILITIES INFRASTRUCTURE USING THE "WAYMARK" MODULE

Samara University named after Academician S.P. Korolev
IntelTrans

This article discusses a method for determining the means of designing traffic and pedestrian flows using the intelligent transport geoinformation system "ITSGIS". The WayMark module is used as a tool for analyzing the technical characteristics of highways.

Keywords: intensity, road laboratory, intelligent transport geoinformation system, road accounting module, counting.

Михеев С.В., Золотовицкий А.В.

ЭЛЕКТРОННАЯ КАРТА С ИНТЕРАКТИВНЫМИ ВИДЕО-ДАННЫМИ ЛАБОРАТОРИИ WAYMARK КАК ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ITS GIS

Самарский университет имени академика С.П. Королёва

ИнтелТранс

В статье рассматривается подсистема анализа состояния дорожного полотна и его характеристик с использованием лаборатории WayMark, позволяющей отображать интерактивные видео-данные на электронной карте системы ITS GIS на примере дорог различных городов России.

Ключевые слова: видео, дороги, перекресток, длина, ширина, высота, коэффициенты.

При создании электронной интерактивной карты в ООО «Научно-производственном центре «Интеллектуальная транспортная система» на начальном этапе выбирается направление для исследования, учитываются необходимые улицы, развязки и проезды. Данные корректируются и заносятся в программу. Для этих целей используется – «ITS. Планета», где при необходимости можно легко изменить маршрут и внести дополнительную информацию о дороге (название улицы и её длина).

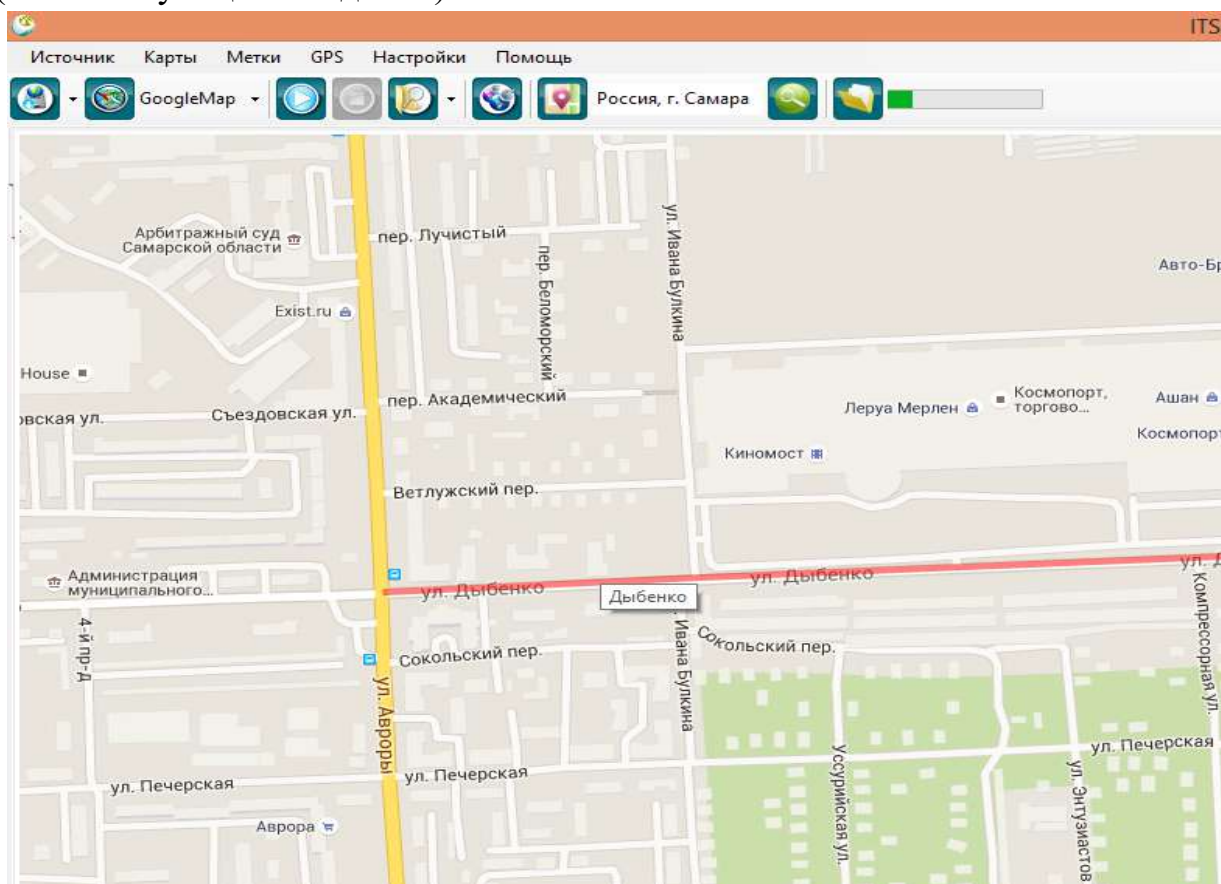


Рисунок 1. Выбор необходимых улиц в программе ITS.Планета

Сбор данных об объектах транспортной и городской инфраструктуры

При помощи специальной мобильной лаборатории полностью записывается маршрут в шестипозиционном направлении. Расположение и количество камер позволяют записывать HD-видео, при помощи которого можно создать панораму улицы с привязанными GPS-данными для точной геолокации. В данный момент разрабатывается специальный плагин автоматического распознавания и добавления в указанное место дорожного знака с подробной информацией, что значительно упрощает работу на финальных этапах.

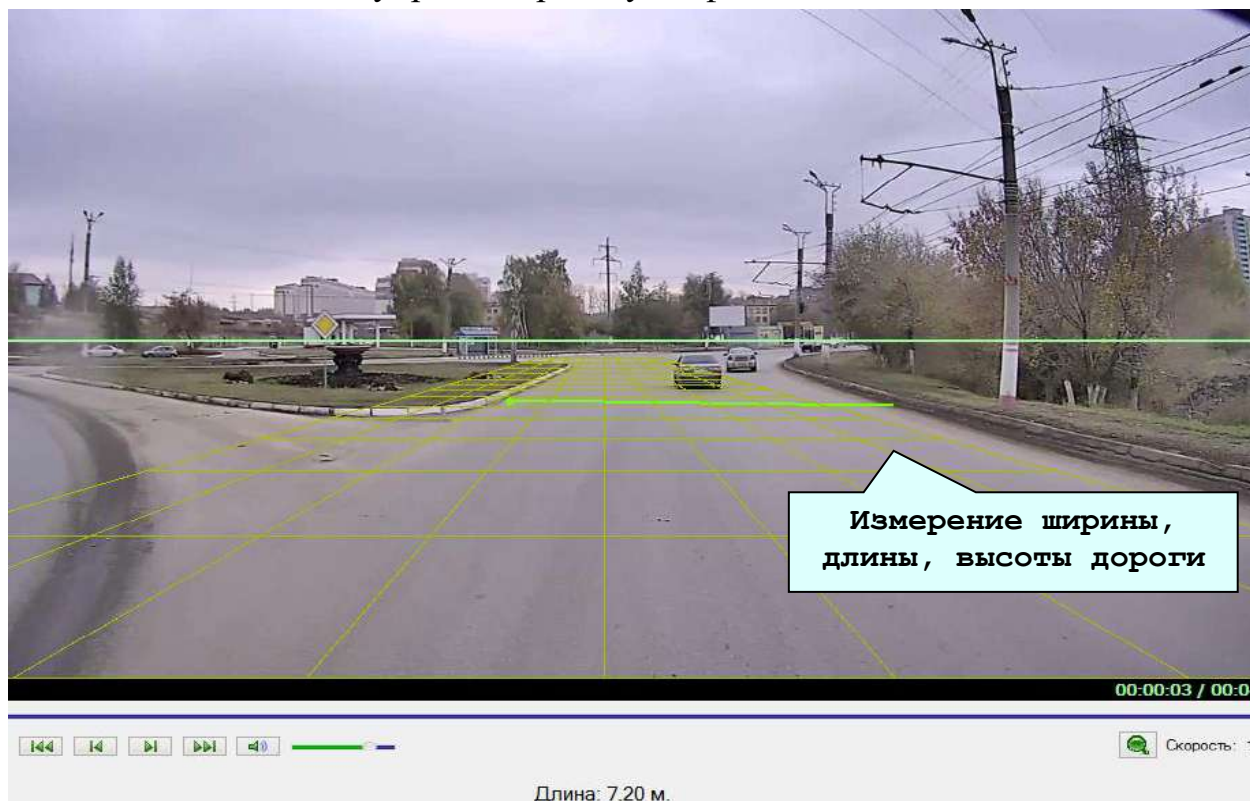


Рисунок 2. Просмотр дорожного полотна в системе WayMark

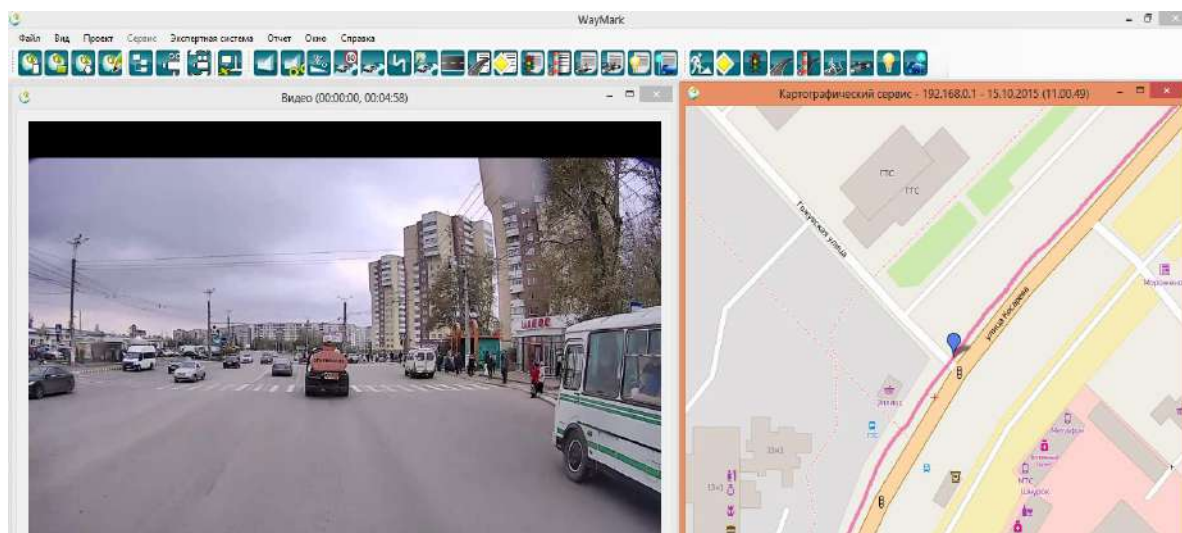


Рисунок 3. Просмотр улицы в программе WayMark с подключенными GPS-данными

После обработки всей полученной информации, следующий шаг предполагает сопоставление имеющихся данных (различные карты местности, спутниковые снимки и иные информационные источники) и полученной видеозаписи. Комплексное программное решение «WayMark» необходимо для понимания обстановки и помогает точно рассчитать параметры дорожного полотна объектов транспортной инфраструктуры.

В рамках выполнения паспортизации дорог на предмет организации транспортных процессов и дислокации объектов транспортной инфраструктуры исследованы улицы в городах России. Сбор данных осуществлен с помощью плагина интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» «WayMark» (рисунок 4) на улично-дорожной сети (УДС).

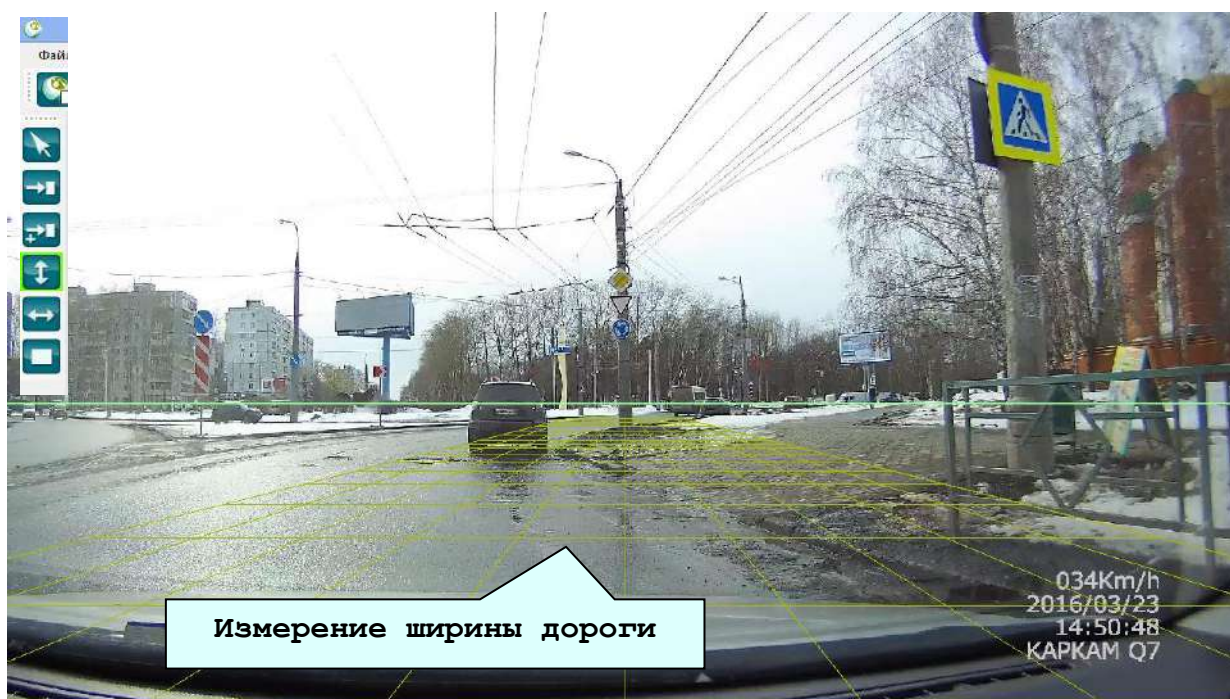


Рисунок 4. Сбор исходных данных с помощью «ITSGIS» с «WayMark»

Для построения геоинформационной модели транспортной сети проведены различные линейные и площадные измерения – высоты опор дорожных знаков, длины ограждений, параметры остановочных площадок и др. На рисунке 2 приведен пример линейного измерения высоты установки дорожного знака на перекрестке улицы Стара-Загоры с улицей XX Партсъезда. Система позволяет проводить точные измерения с минимальными погрешностями, что приближает геоинформационную модель к реальности.

Модуль позволяет осуществлять измерения таких характеристик, как расстояние видимости, радиусы закруглений, уклоны дороги и др. По данным, снятым с GPS-трека строятся графики, отображающие реальное состояние транспортной сети (ТС) и движения автомобилей по сети. На рисунке 5 приведен кадр, снятый с помощью мобильной лаборатории на улично-дорожной

сети г. Самары. На рисунке 6 представлен график скоростей автотранспортного средства, производившего исследования, а на рисунке 7 – траектория его движения.

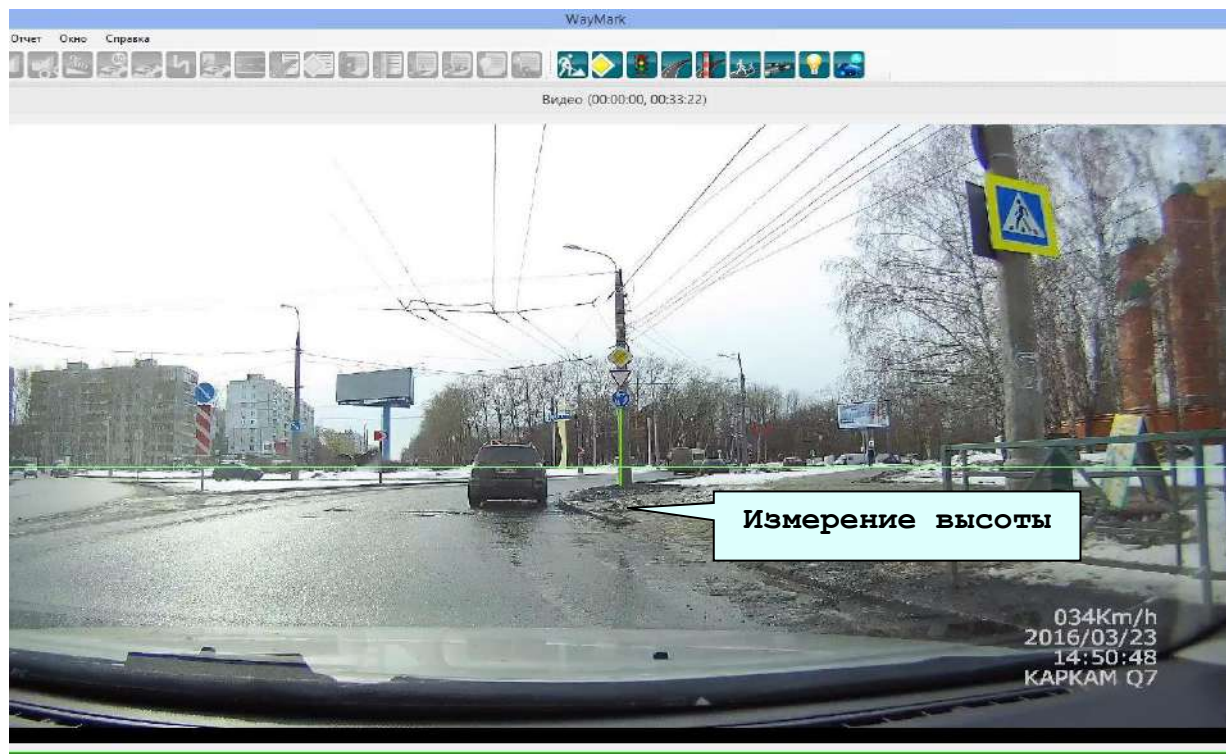


Рисунок 5. Измерение геометрических параметров с помощью системы «ITSGIS» «WayMark»

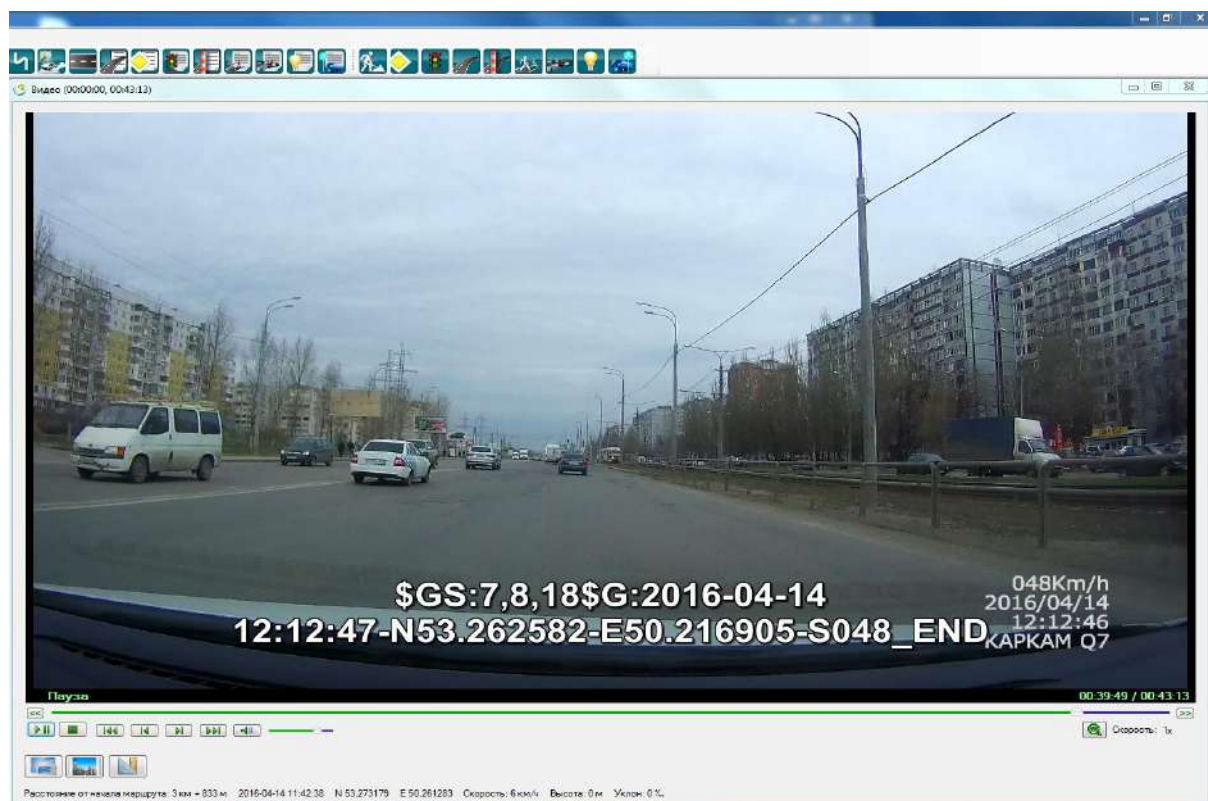


Рисунок 6. Исследуемый участок улично-дорожной сети

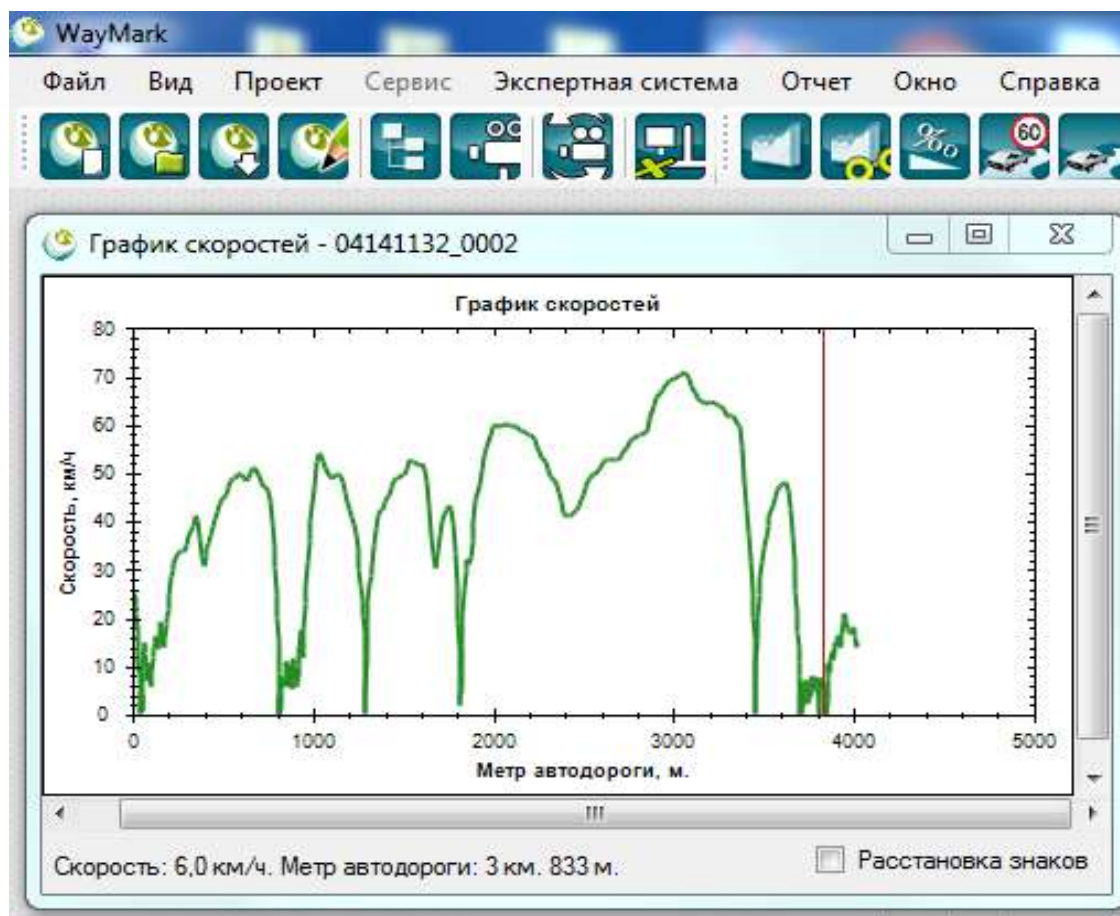


Рисунок 7. График скоростей движения ТС по УДС

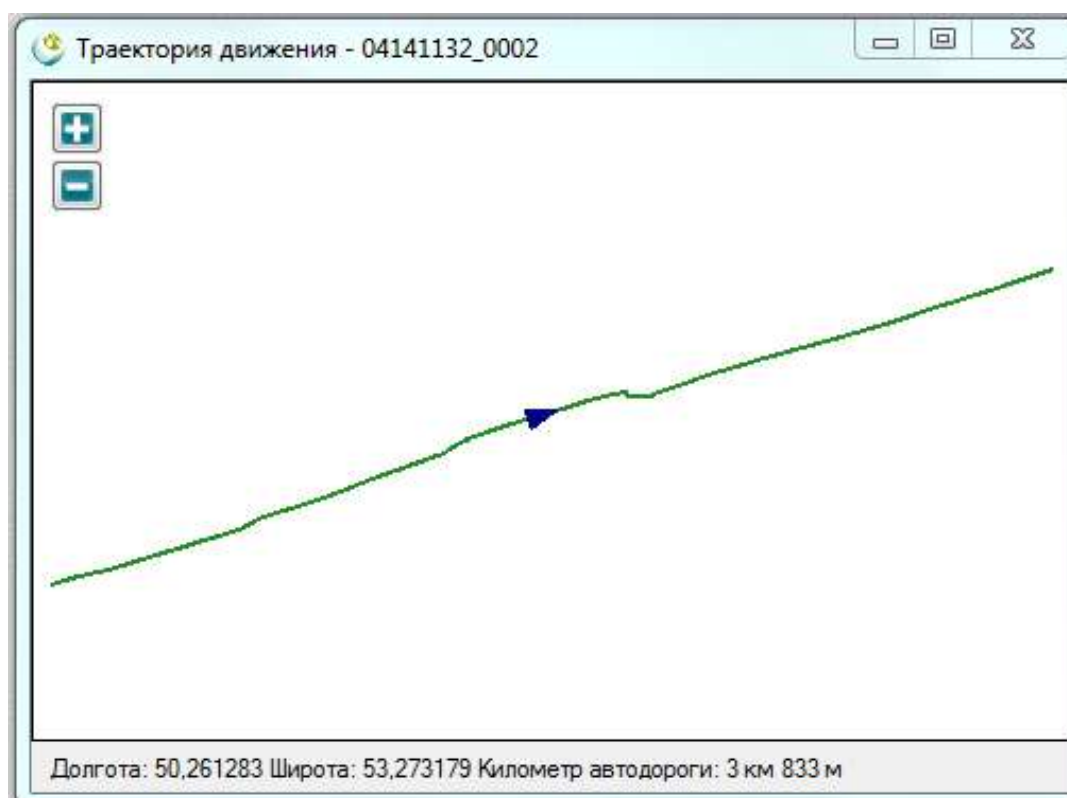


Рисунок 8. График траектории движения ТС по УДС

Графики на рисунках 9 и 10 отражают состояние проезжей части, ее уклоны (рисунок 9) и ее закругления (рисунок 10).

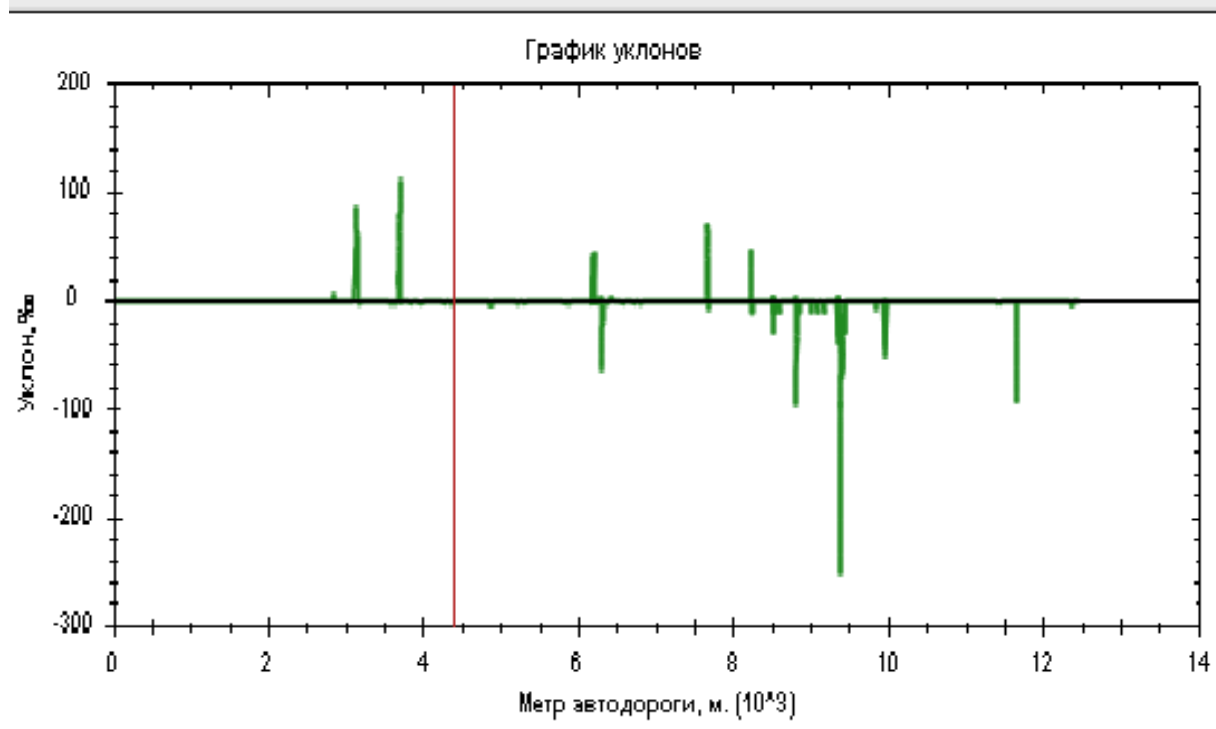


Рисунок 9. График уклонов УДС

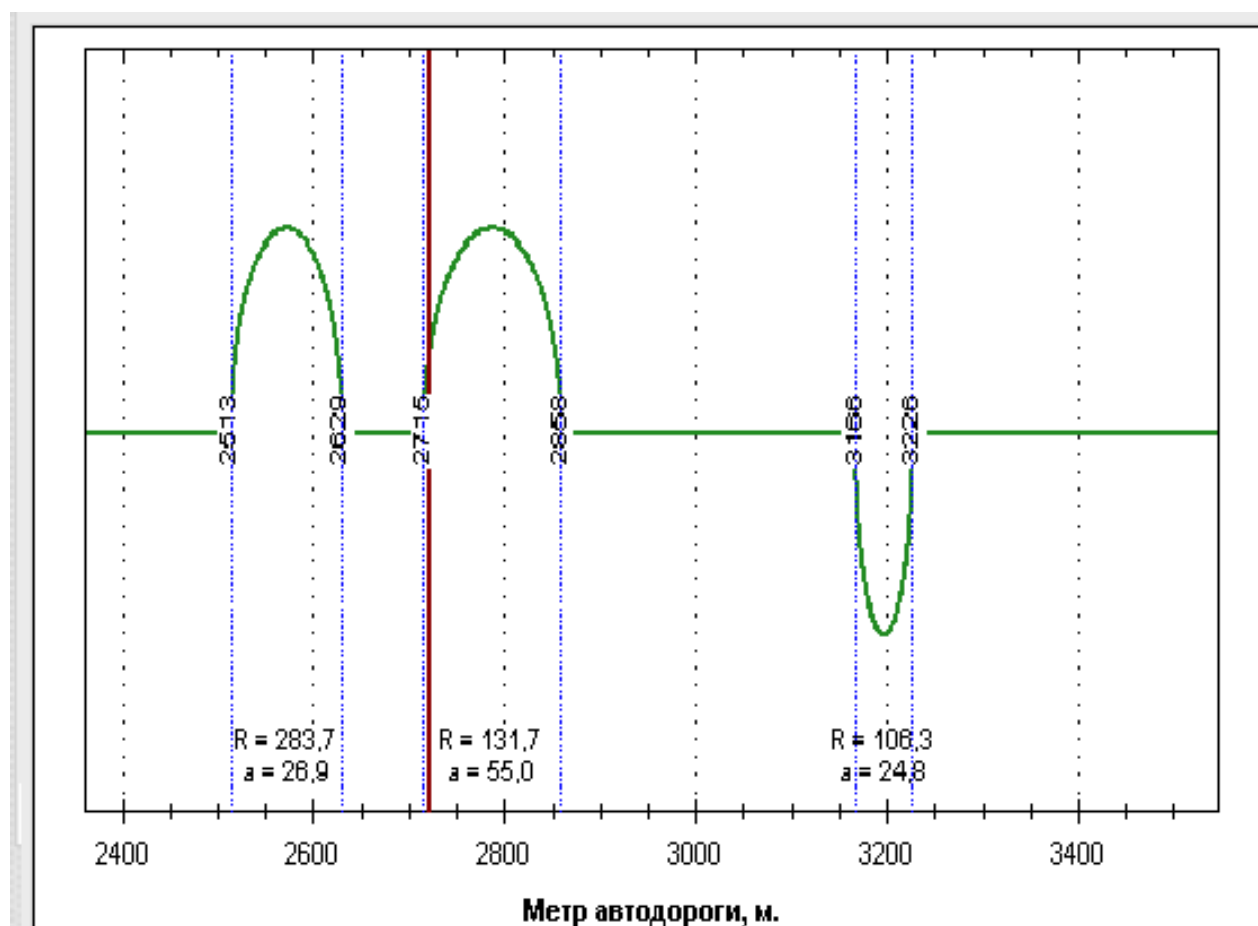


Рисунок 10. График радиусов закруглений проезжей части

Отображение объектов системы на электронной карте города

Одним из ключевых моментов при реализации системы является способ отображения установленных объектов на электронной карте.

При реализации системы для каждого вида объектов в геоинформационной системе создается собственный слой, который содержит только эти виды объектов или связанные с ними. Например, в системе реализованы слои «Дорожный знак», «Светофор».

Для добавления объекта транспортной инфраструктуры, светофора или дорожного знака на выбранный участок улично-дорожной сети (рисунок 8) пользователь выбирает пункт меню «Карта»/«Добавить опору» щелчком мыши определяет место дислокации опоры, на которую впоследствии устанавливается знак или светофор. Система проверяет допустимость установки опоры и в случае положительного ответа открывает окно редактирования опоры. Пользователю необходимо заполнить семантическую информацию об опоре.

При помощи «WayMark», специалисты могут увидеть такие данные как – остановки, парковки, внутриквартальные проезды и другую необходимую информацию для дальнейшего использования.

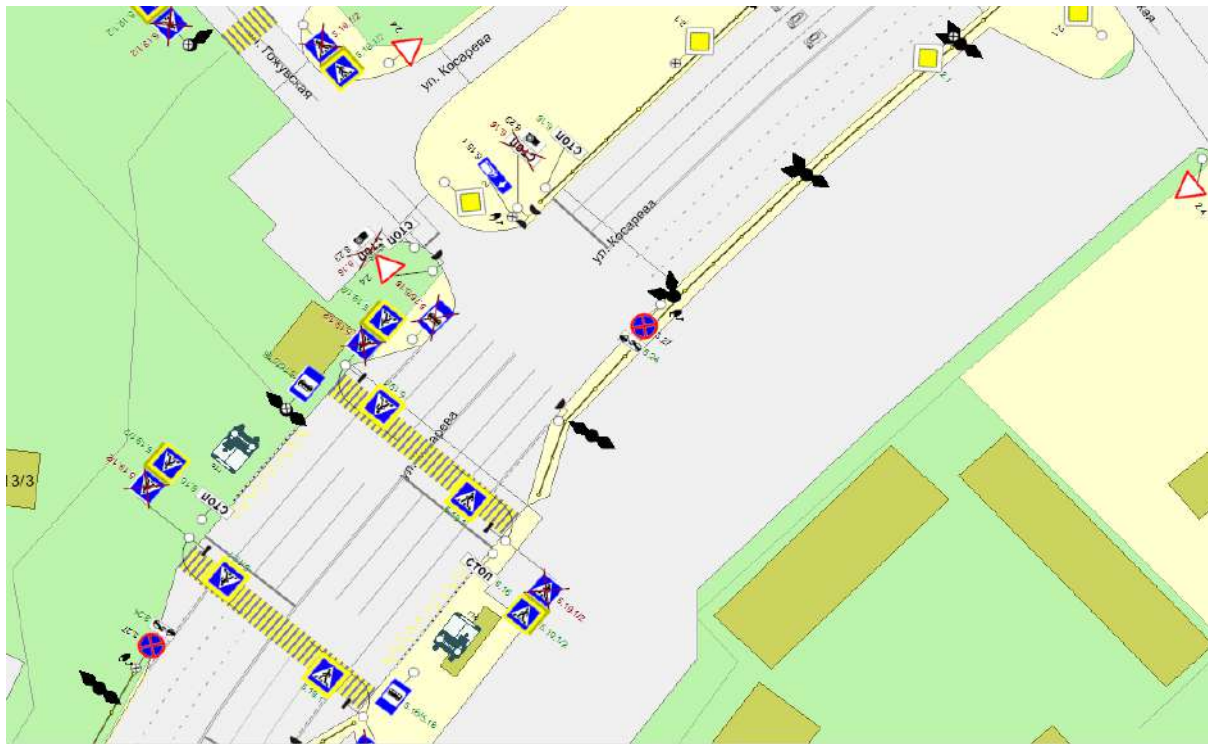


Рисунок 11. Нанесение дорожной разметки, знаков и прочей информации на готовую электронную карту в программе ITSGIS

Для осуществления учета и дислокации дорожных ограждений, необходимо перейти на вкладку «Ограждения», и выбрать инструмент «Добавить новое ограждение».

Выбранный участок УДС уже содержит в себе установленные объекты транспортной инфраструктуры. Что позволяет сотруднику отдела организации дорожного движения проверить достоверность имеющихся знаков, обновить информацию. Воспользуемся инструментом «Редактирование опоры».

В первую очередь на опору устанавливается группировка: 1, 2, 3 и 4. 3 группировка – навстречу движению, 4 и 2 как правило для пешеходов и 1 – для встречной полосы. Группировка устанавливается на опору в соответствии с ее номером на схематичном рисунке (рисунок 12).

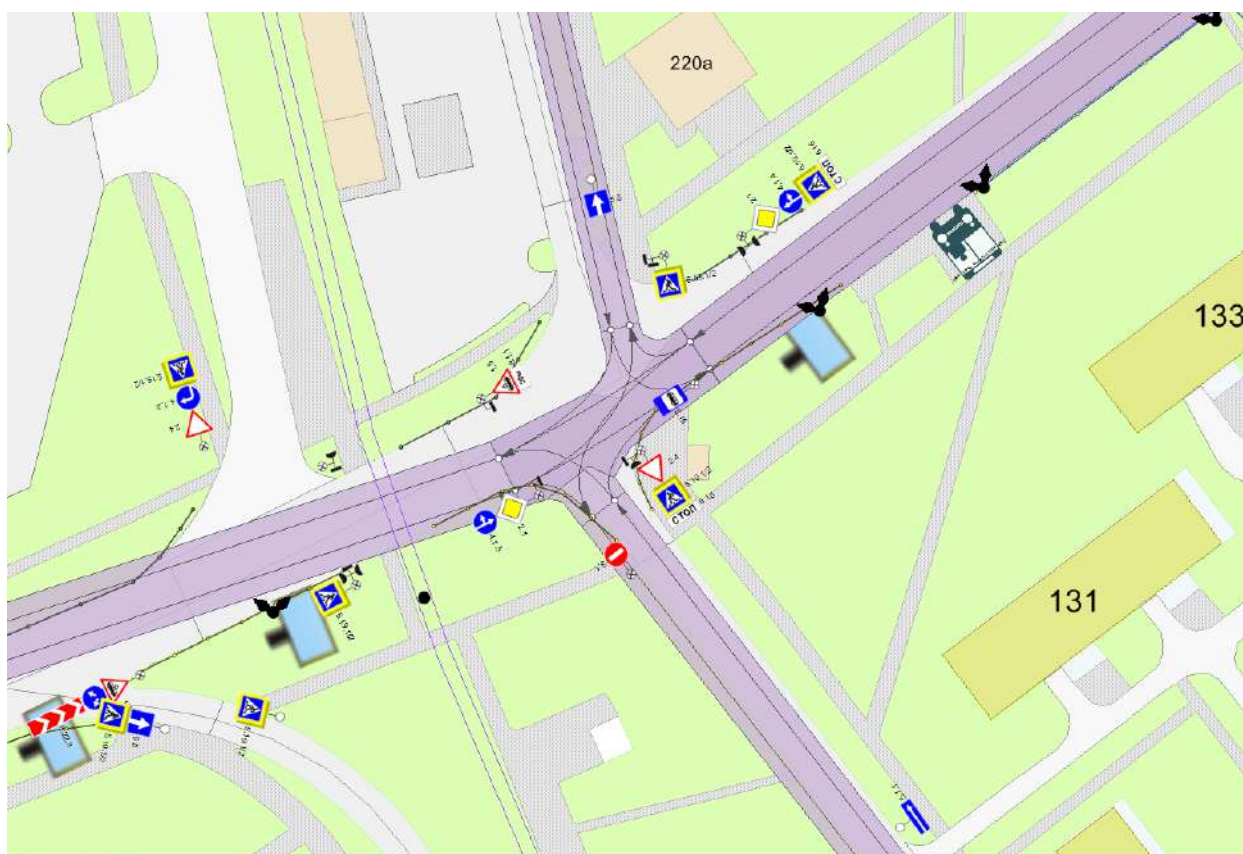


Рисунок 12. Участок улично-дорожной сети

Для добавления такого объекта транспортной инфраструктуры как дорожный знак в группировку, пользователь выбирает кнопку «Добавить знак», если же необходимо установить светофорный объект – «Добавить светофор». Если мы выбираем установку дорожного знака на опору, у нас выплывает база данных дорожных знаков, прикрепленная к приложению ITSGIS. Система открывает форму добавления дорожного знака (рисунок 13), где пользователю необходимо из справочника дорожных знаков выбрать ДЗ, который требуется уста-

новить. При добавлении светофора система открывает форму добавления светофора, где пользователю необходимо из справочника выбрать тип светофора, который требуется установить на выбранную опору.

Выбираем светофор или знак, который необходимо установить по его номеру в стандарте. Следующим шагом мы оцениваем качество опоры на момент времени последнего исследования участка УДС.

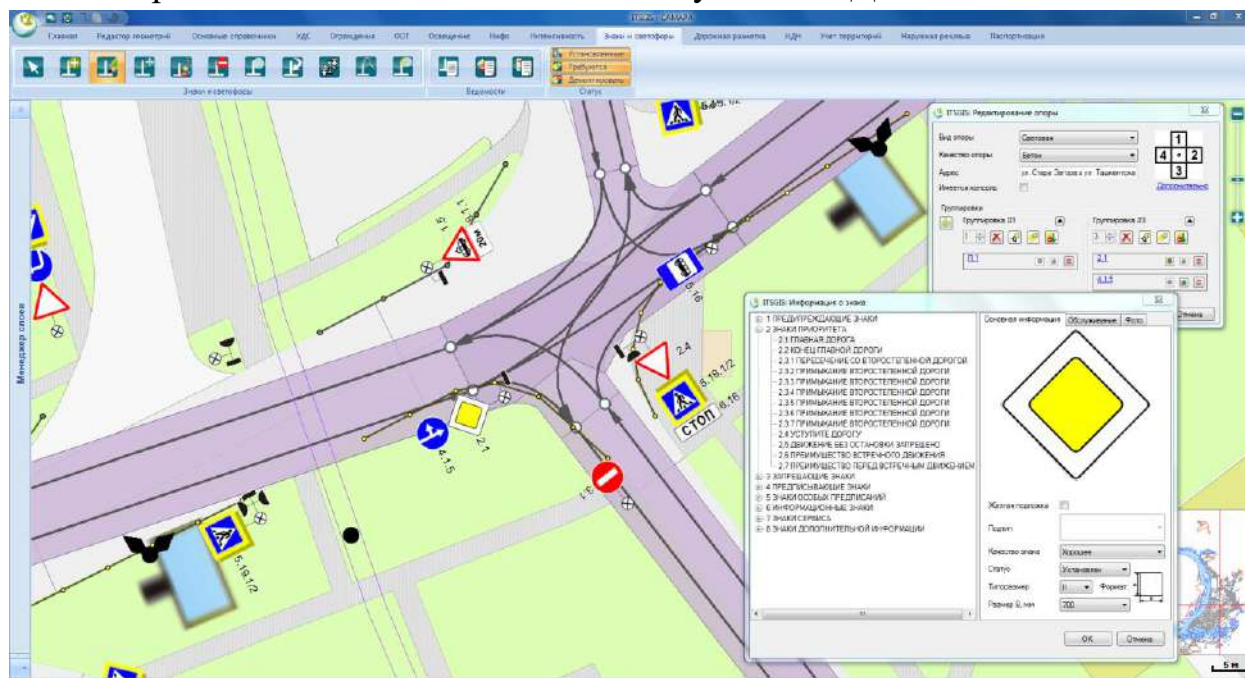


Рисунок 13. Редактирование опоры на электронной карте

Информацию о стороне улицы, датах монтажа и установки пользователь заполняет на форме, представленной на рисунке 14.

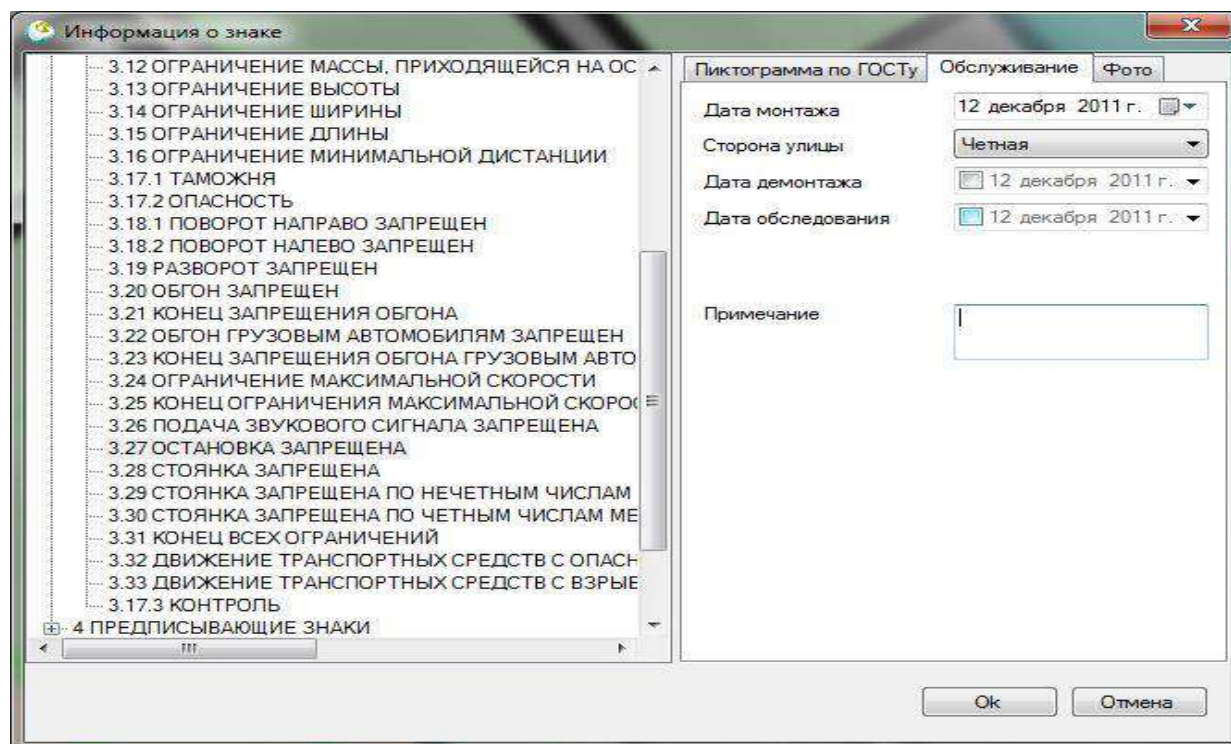


Рисунок 14. Добавление информации о дорожном знаке

После оценки качества опоры и изучения данных исследования участка УДС пользователь прикрепляет фотографию установленного знака или светофора, или обновляет уже имеющуюся (рисунок 15).

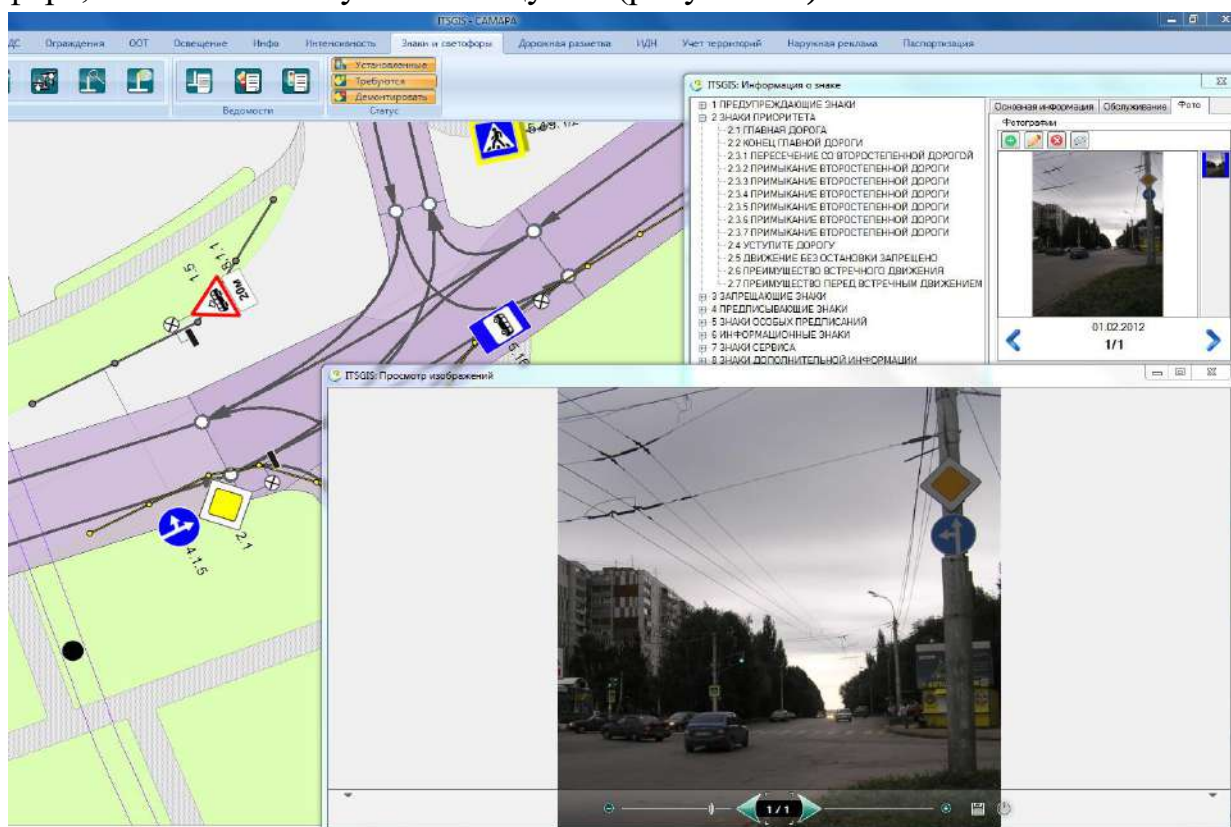


Рисунок 15. Добавление фотографии дорожного знака

После добавления полной семантической информации о дорожном знаке пользователь нажимает кнопку «ОК». Система запускает алгоритм дислокации объекта, который сохраняет введенные данные в системе хранения информации. На рисунке 16 приведен участок УДС с дислоцированными дорожными знаками.



Рисунок 16. Дислоцированные дорожные знаки

С помощью инструмента «Просмотр информации об опоре» можно посмотреть сводную таблицу, в которой будет отображена информация обо всех объектах, установленных на опоре.

Если же система при проверке допустимости установки опоры выдает отрицательный ответ, то информация о причине отрицательного ответа передается на клиентское приложение, где при помощи объяснительного компонента пользователю предоставляется подробная информация о причинах, по которым данный объект в данном месте устанавливать не следует.

После того как объекты установлены на опору пользователь может посмотреть в окне информацию обо всех объектах на данной опоре (рисунок 17).

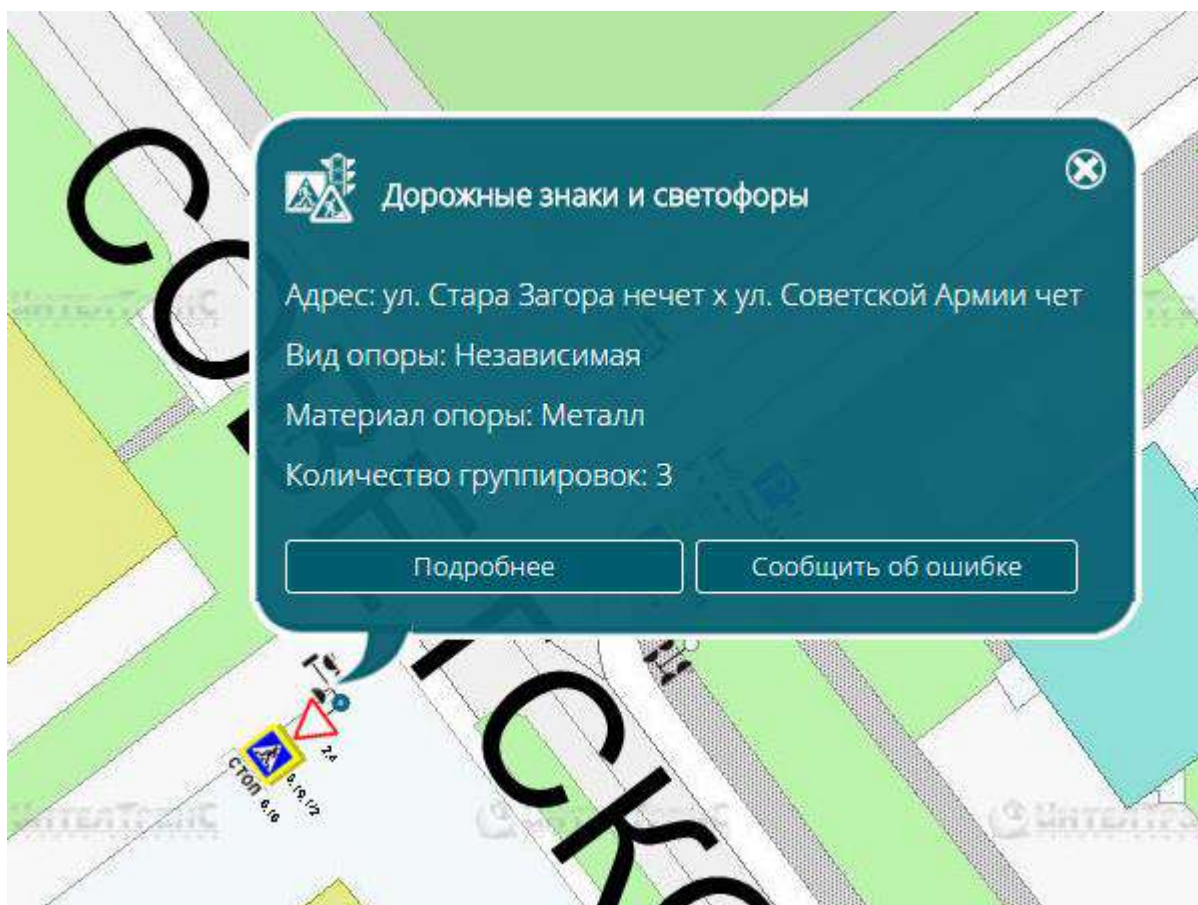


Рисунок 17. Просмотр информации об опоре

После заполнения всей семантической информации о светофорном объекте пользователь имеет возможность редактировать структуру светофорного объекта, создавать светофорные группы, создавать программы светофорных циклов, удалять и добавлять светофоры в светофорный объект.

По результатам наполнения базы данных формируется геоинформационная модель транспортной сети. Для города Самара разработан сайт «Геопортал», который предоставляет пользователю возможность просматривать, анализировать или редактировать (в зависимости от предоставленных прав доступа) данные на электронной карте (рисунки 18, 19).

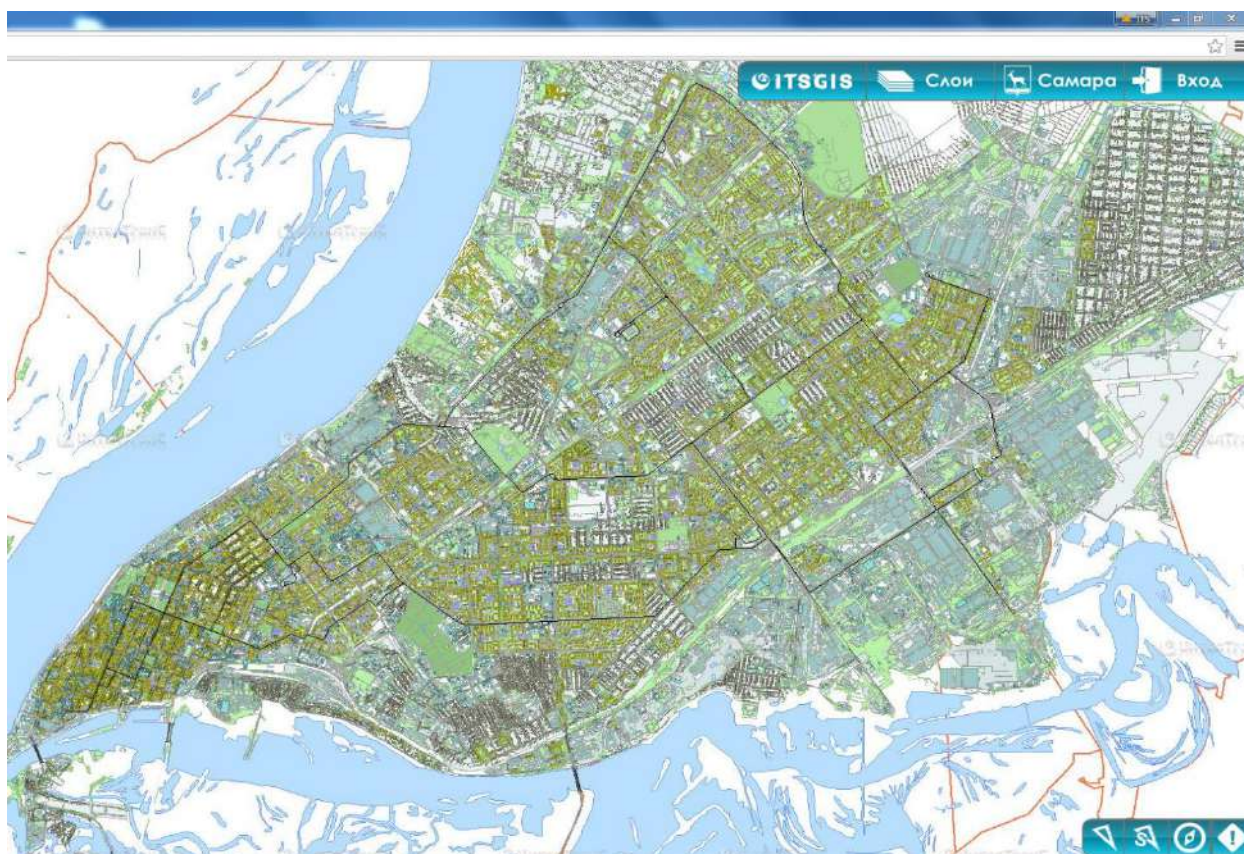


Рисунок 18. Просмотр информации о транспортных объектах на сайте «Геопортал»



Рисунок 19. Просмотр информации о транспортных объектах на сайте «Геопортал»

Таким образом, в рамках выполнения выпускной квалификационной работы, собрана информация о транспортной обстановке на улично-дорожной

сети г. Самары. Исследована и проанализирована транспортная схема размещения объектов транспортной инфраструктуры на ул. Стара-Загоры. По собранным данным составлена база данных и построена геоинформационная модель улично-дорожной сети урбанизированной территории.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены и систематизированы основные понятия предметной области «Организация транспортных процессов урбанизированной территории» в ООО «НПЦ «Интеллектуальная транспортная система».

Заключение

Третьим этапом является непосредственное построение актуальной карты со всеми данными в специализированной программе ITSGIS, где поочередно выполняются различные операции в соответствующих плагинах. Специалисты отдела ИТСГИС, начиная от создания осевых дорожного полотна (при помощи плагина редактора геометрий), до нанесения адресного плана на полностью завершённую сеть жилых зданий и прочих строений с прилегающей территорией (парки, газоны, парковки, площади и тротуары), создают готовую электронную карту, с которой продолжают работать специалисты отдела организации дорожного движения, добавляя дорожную разметку, дорожные знаки (учитывая их качество и соответствие ГОСТам), расположение светофоров, столбов освещения и остановок общественного транспорта с точными семантическими характеристиками.

Изучены основные характеристики транспортных потоков и объектов, воздействующих на них. Систематизированы данные о существующих транспортных схемах городов и их моделях. Рассмотрены возможности решения задач управления транспортными процессами с использованием геоинформационных и интеллектуальных транспортных систем.

Исследована и проанализирована существующая схема управления транспортными процессами на улично-дорожной сети урбанизированной территории города Самары. Собранные данные о геометрических параметрах проезжей части, основных характеристиках транспортных потоков и технических средствах организации дорожного движения, дислоцированных на выбранном участке улично-дорожной сети города.

Собранные данные занесены в базу данных геоинформационной системы «ITSGIS», построена геоинформационная транспортная модель на примере улицы Стара-Загоры в городе Самара.

Список используемой литературы

1. Михеева, Т.И. Интеллектуальная дислокация дорожных знаков на электронной карте / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, А.В. Сидоров // Мир дорог. 2013. № 72. С. 44-47.
2. Михеева, Т.И. Идентификация зависимостей и пространственно-распределенных данных с использованием нейросетевых технологий / Т.И. Михеева, О.Н. Сапрыкин // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2007. № 1 (19). С. 40-47.
3. Михеев, С.В. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, И.Г. Богданова // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 216.
4. Головнин, О.К. Методы и алгоритмы экспертизы объектов транспортной инфраструктуры / Т.И. Михеева, В.А. Ключников, О.К. Головнин // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 271.
5. Сапрыкин, О.Н. Управление транспортной инфраструктурой / О.Н. Сапрыкин, Т.И. Михеева, С.В. Михеев // – Самара: Интелтранс, 2015. – 173 с.
6. Информационно-аналитическая система учета и анализа дорожно-транспортных происшествий / С.В. Михеев, А.И. Чугунов // IT&Transport. – Самара: Интелтранс, 2017. – Т.7. – С. 82-89.
7. Железнов, Д.В., Разработка инвариантного обучаемого идентификатора координаты поезда / Д.В. Железнов, А.Г. Котенко, Т.И. Михеева, В.Л. Герус, А.Е. Тарасова // Вестник СамГУПС. 2017. № 2 (36). – С. 100-105.
8. Губанов, Н.Г. Методы комплексной обработки данных в информационных системах анализа состояния сложных технических объектов / Н.Г. Губанов // Вестн. Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. 2010. Вып. 4 (26) С. 226-228.
9. Батищев, В.И. Категорные методы системного моделирования транспортной инфраструктуры города / В.И. Батищев, Н.Г. Губанов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIII Международной конференции / Под ред.: акад. Е.А. Федосова, акад. Н.А. Кузнецова, проф. В.А. Виттиха. – Самара: Самарский научный центр РАН. – 2011. – 588 с. (С. 263 – 267).

Mikheev S.V., Zolotovitsky A.V.

ELECTRONIC MAP WITH INTERACTIVE VIDEO DATA WAYMARK

LABS AS PART OF THE ITSGIS SYSTEM

Samara University named after Academician S.P. Korolev
IntelTrans

The article discusses a subsystem for analyzing the condition of the roadway and its characteristics using the WayMark laboratory, which allows displaying interactive video data on an electronic map of the ITSGIS system on the example of roads in various cities of Russia.

Keywords: video, roads, intersection, length, width, height, coefficients.

СПИСОК АВТОРОВ СБОРНИКА

Михеева Татьяна Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры организации и управления перевозками на транспорте, кафедры информационных систем и технологий Самарского университета (национального исследовательского университета), генеральный директор группы компаний «ИнтелТранС».

Золотовицкий Аркадий Владимирович, технических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета (национального исследовательского университета).

Мельникова Е.А., бакалавр кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета).

Михеев Сергей Владиславович, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета (национального исследовательского университета).

Овчинникова М.Д., бакалавр кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета).

Правдина П., бакалавр кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета).

Семенихин Максим Сергеевич, магистр Самарского университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета), кафедра информационных систем и технологий института информатики и кибернетики.

Смолев Александр Михайлович, аспирант кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета).

Тамарова К.Е., бакалавр кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета).

Федоров А.И., бакалавр кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета).

Чугунов Александр Игоревич, аспирант Самарского университета (национального исследовательского университета им. акад. С.П. Королева).

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Михеева Т.И., Семенихин М.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЧАТ-БОТА НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТРАНСФОРМЕР ДЛЯ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА ...</i>	<i>4</i>
<i>Семенихин М.С. АНАЛИЗ НЕЙРОННЫХ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНОВАНИЯ ТЕКСТОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ</i>	<i>12</i>
<i>Смолев А.М., Мельникова Е.А., Овчинникова М.Д., Тамарова К.Е. ДИСЛОКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДА РЯЗАНЬ</i>	<i>22</i>
<i>Алексеев С.А., Чугунов А.И., Правдина П., Савинова С., Федоров А.И. ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ ГОРОДА САМАРА</i>	<i>37</i>
<i>Alekseev S.A., Chugunov A.I., Pravdina P., Savinova S., Fedorov A.I. INTENSITY OF TRANSPORT AND PEDESTRIAN FLOWS AT THE INTERSECTIONS OF THE CITY OF SAMARA</i>	<i>59</i>
<i>Михеева Т.И., Чугунов А.И., Михеев С.В. СБОР ДАННЫХ ОБ ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЯ «WAYMARK»</i>	<i>59</i>
<i>Mikheeva T.I., Chugunov A.I., Mikheev S.V. COLLECTING DATA ON TRANSPORT FACILITIES INFRASTRUCTURE USING THE "WAYMARK" MODULE</i>	<i>76</i>
<i>Михеев С.В., Золотовицкий А.В. электронная карта с интерактивными видео-данными ЛАБОРАТОРИИ WayMark как часть системы ITS GIS</i>	<i>78</i>
<i>Mikheev S.V., Zolotovitsky A.V. ELECTRONIC MAP WITH INTERACTIVE VIDEO DATA WAYMARK LABS AS PART OF THE ITS GIS SYSTEM</i>	<i>92</i>
<i>СПИСОК АВТОРОВ СБОРНИКА</i>	<i>94</i>

Научное издание

IT & TRANSPORT

ИТ & ТРАНСПОРТ

Сборник научных статей

Редакционная коллегия

Т.И. Михеева – главный редактор;

Е.В. Чекина – ответственный редактор;

Бурдин А.В., Гераськин М.И., Жанказиев С.В., Заболотнов Ю.М.,
Зырянов В.В., Иващенко А.В., Минниханов Р.Н., Прохоров С.А. ,
Филиппова А.С., Хайтбаев В.А., Зеленко Л.С., Золотовицкий А.В.,
Михеев С.В., Сапрыкин О.Н., Сапрыкина О.В.,
Федосеев А.А., Шопин А.Г.

Издательство ООО «НПЦ «ИТС»

443099, Самарская обл., г.о. Самара, г. Самара,
вн. р-н Самарский, ул. Куйбышева, д. 71, оф. 2

Подписано в печать 27.03.2023.

Формат 60х84 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 11,16.

Тираж 300 экз.

Распространяется бесплатно, 0+

Учредитель

ООО «НПЦ «ИТС»

Отпечатано в типографии ООО «НПЦ «ИТС»

443125, г. Самара, пр. Кирова, 328, 67

Адрес редакции журнала «ИТ & Транспорт»

443125, г. Самара, пр. Кирова, 328, 67