

IT & TRANSPORT

ИТ & ТРАНСПОРТ

Сборник научных статей
ТОМ 19

Самара
ООО «НПЦ «ИТС»

2022

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 (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»**

2022

УДК 004.9+656

IT & Transport / ИТ & Транспорт : сб. науч. статей / под ред. профессора Т.И. Михеевой. – Самара : ООО «НПЦ «ИТС», 2022. – Т. 19. – 95 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 978-5-6043997-7-4 © Авторы, 2022©; ООО «НПЦ «ИТС», 2022

УДК 004.02

Клепиков Н.М.

**ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ PDOM И ОПИСАТЕЛЬНЫХ
ТАБЛИЦ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ
ЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОЧНЫХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ITSGIS**

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

В статье обзревается построение диаграммы PDOM и описательных таблиц для системы распознавания дорожных знаков, а также внедрения в интеллектуальную транспортную геоинформационную систему ITSGIS

Ключевые слова: диаграмма PDOM, описательные таблицы, свёрточная нейронная сеть, дорожные знаки, распознавание, ITSGIS

Введение

Прежде чем приступать к разработке программного средства, необходимо составить исчерпывающую документацию, содержащую все необходимые функциональные и нефункциональные требования.

Однако создание качественных требований невозможно без понимания предметной области, поэтому самым первым этапом необходимо определить предметную область и описать её. Одним из способов описания предметной области является диаграмма PDOM.

Цель данного научного исследования – описать предметную область для программного средства (построить диаграмму PDOM и описательные таблицы), часть которого разрабатывается в рамках научно-исследовательской работы.

Диаграмма PDOM

PDOM (объектная модель предметной области) представляет собой пакет UML, включающий диаграмму классов. Диаграмма (рисунок 1) описывает в объектно-ориентированной манере часть реального мира, которая относится к разрабатываемой системе, но без ссылки на саму систему [1].

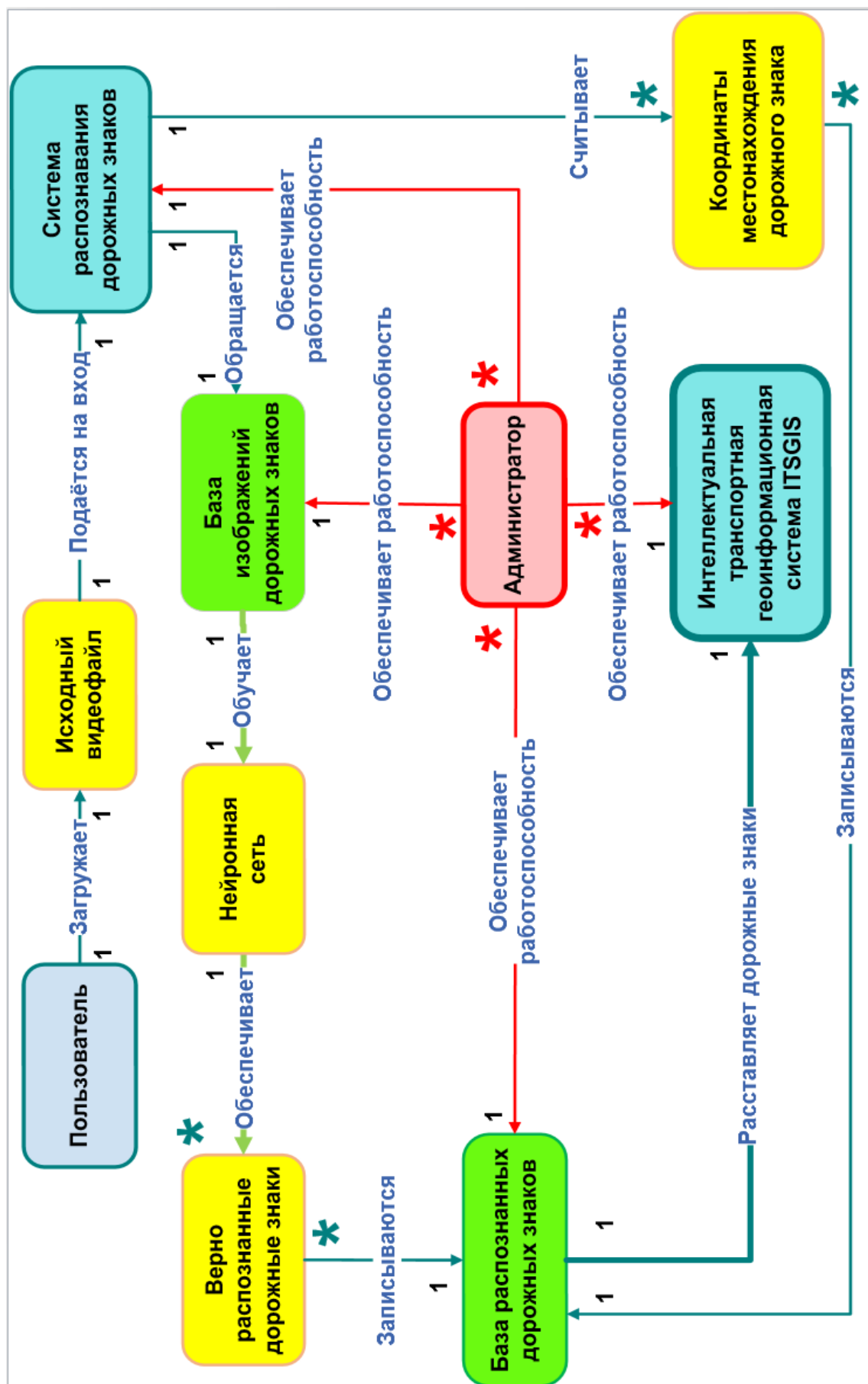


Рисунок 1. Диаграмма PDOM

Словарь данных

Словарь данных (таблица 1) содержит информацию об источниках, форматах и взаимосвязях между данными, их описания, сведения о характере использования и распределении ответственности. Словарь данных можно рассматривать как вспомогательную базу данных, в которой хранится информация об основной базе данных [2, 3].

Таблица 1. Словарь данных

Термин	Определение
Пользователь	Лицо, осуществляющее взаимодействие с системой. Конечными пользователями ПС являются специалисты в сфере организации дорожного движения и администраторы
Исходный видеофайл	Видеопоток, на котором будет происходить обнаружение дорожных знаков.
Система распознавания дорожных знаков	Программный комплекс, необходимый для распознавания дорожных знаков
База изображений дорожных знаков	Хранилище данных, содержащее изображения дорожных знаков для обучения и тестирования нейронной сети
Верно распознанные дорожные знаки	Результат работы системы распознавания дорожных знаков
Администратор	Лицо, ответственное за настройку и эксплуатацию оборудования и систем хранения в организации
База распознанных дорожных знаков	Хранилище данных, содержащее информацию о местонахождении дорожного знака на определённом участке дороги
Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS	Интеллектуальная транспортная геоинформационная система, для которой необходимо данное ПС
Координаты местонахождения дорожного знака	Результат считывания со спутников местоположения дорожного знака
Нейронная сеть	Разновидность машинного обучения, при котором программа работает по принципу человеческого мозга

Описание объектов, классов и атрибутов

На следующем этапе уточняется система атрибутов (таблица 2): корректируются атрибуты классов, вводятся, в случае необходимости, новые атрибуты. Атрибуты выражают свойства объектов рассматриваемого класса, либо определяют их текущее состояние [4].

Атрибуты обычно соответствуют существительным; например, цвет автомобиля (свойство объекта), позиция курсора (состояние объекта). Атрибуты, как правило, слабо влияют на структуру объектной модели [5].

Не следует стремиться определить как можно больше атрибутов: большое количество атрибутов усложняет модель, затрудняет понимание проблемы. Необходимо вводить только те атрибуты, которые имеют отношение к

проектируемой прикладной системе, опуская случайные, малосущественные и производные атрибуты [6].

Наряду с атрибутами объектов необходимо ввести и атрибуты зависимостей между классами (связей между объектами).

Таблица 2. Описание объектов, классов и атрибутов

Имя	Тип	Описание	Атрибуты
Пользователь	Класс	Лицо, использующее ПС для достижения определённых целей	1. ФИО 2. Роль в системе
Исходный видеофайл	Объект	Видеопоток, на котором происходит обнаружение дорожных знаков	1. Разрешение 2. Длительность
Система распознавания дорожных знаков	Класс	Программный комплекс, необходимый для распознавания дорожных знаков	1. Исходный код 2. Библиотеки
База изображений дорожных знаков	Общий ресурс	Хранилище данных, содержащее изображения дорожных знаков	1. Обучающая выборка 2. Тестовая выборка
Верно распознанные дорожные знаки	Объект	Результат работы системы распознавания дорожных знаков	1. Дорожные знаки 2. Название
Администратор	Класс	Лицо, ответственное за настройку и эксплуатацию оборудования и систем хранения	1. ФИО 2. Роль в системе
База распознанных дорожных знаков	Общий ресурс	Хранилище данных, содержащее информацию о местонахождении дорожного знака	1. Название дорожных знаков 2. Координаты
Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS	Класс	Система, для которой необходимо данное ПС	1. Электронная карта 2. Расширенный функционал
Координаты местонахождения дорожного знака	Объект	Результат считывания со спутников местоположения дорожного знака	1. Координата X 2. Координата Y
Нейронная сеть	Объект	Разновидность машинного обучения, при котором программа работает по принципу человеческого мозга	1. Данные 2. Модель

Описание ролей и зависимостей

На следующем этапе построения объектной модели определяются зависимости между классами (таблица 3). Прежде всего, из классов исключаются атрибуты, являющиеся явными ссылками на другие классы; такие атрибуты заменяются зависимостями. Смысл такой замены в том, что зависимости представляют собой абстракцию того же уровня, что и классы, и потому не оказывают непосредственного влияния на будущую реализацию (ссылка на класс лишь один из способов реализации зависимостей) [7].

Пользователь программного средства организации дорожного движения – пользователь ИТСГИС, использует видеопоток, на котором происходит обнаружение дорожных знаков. Администратор обеспечивает непрерывную работу системы распознавания дорожных знаков, заполняет хранилища в базе данных, а также использует интеллектуальную транспортную геоинформационную систему ITS GIS.

Аналогично тому, как имена возможных классов получались из существительных, встречающихся в предварительной постановке прикладной задачи, имена возможных зависимостей могут быть получены из глаголов или глагольных оборотов, встречающихся в указанном документе [8, 9, 10].

Примеры: физическое положение (следует за, является частью, содержится в), направленное действие (приводит в движение), общение (разговаривает с), принадлежность (имеет, является частью) и т.п.

Таблица 3. Описание ролей и зависимостей

Название	Тип	Описание	Кратность
Пользователь	Роль	Пользователь программного средства, являющийся специалистом в сфере организации дорожного движения	1 - 1
Администратор	Роль	Лицо, обеспечивающее непрерывную работу систем организации и хранилищ данных	* - *
Обеспечивает работоспособность	Зависимость	Администратор обеспечивает работоспособность хранилищ данных и существующих систем организации	* - 1
Загружает	Зависимость	Пользователь загружает исходный видеофайл для дальнейшего использования	1 - 1
Подаётся на вход	Зависимость	Исходный видеофайл подаётся на вход системе распознавания дорожных знаков	1 - 1
Обращается	Зависимость	Система распознавания дорожных знаков обращается к базе изображений дорожных знаков	1 - 1
Обеспечивает	Зависимость	Нейронная сеть обеспечивает верно распознанные дорожные знаки	1 - *
Записываются	Зависимость	Верно распознанные дорожные знаки записываются в базу распознанных дорожных знаков	* - 1
		Координаты местонахождения дорожного знака записываются в базу распознанных дорожных знаков	* - 1
Обучает	Зависимость	База изображений дорожных знаков обеспечивает обучение нейронной сети	1 - 1
Считывает	Зависимость	Система распознавания дорожных знаков считывает координаты местонахождения дорожного знака	1 - *
Расставляет дорожные знаки	Зависимость	База распознанных дорожных знаков расставляет дорожные знаки в интеллектуальную транспортную геоинформационную систему ITS GIS	1 - 1

Заключение

В результате выполнения научно-исследовательской работы было составлено описание предметной области, в рамках которой планируется разрабатывать программное средство. Описание предметной области включает в себя диаграмму PDOM (в текущий момент времени до создания программного средства), словарь данных и таблицы описания объектов, классов, ролей и зависимостей.

Основываясь на построенном описании предметной области, можно приступать к последующим этапам разработки документации и требований к программному средству.

Список литературы

1. Палагута, К.А. Экспериментальное исследование влияния внешней за- светки на работу систем распознавания дорожных знаков / К.А. Палагута, Н.А. Игнатович [Текст] // Инновационные, информационные и коммуни- кационные технологии. – 2019. – №1. – С.406-409.
2. Клепиков, Н.М. Исследование алгоритмов распознавания дорожных зна- ков / Н.М. Клепиков, Т.И. Михеева [Текст] // IT & Transport. – 2021. – №14. – С. 46-57.
3. Михеев, С.В. Предикатные модели для экспертизы дислокации дорожных знаков / С.В. Михеев [Текст] // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 157-163.
4. Михеева, Т.И. Системный анализ объектов транспортной инфраструк- туры в геоинформационной среде / Т.И. Михеева [Текст] // Программные продукты и системы. – 2018. – № 1 (31). – С. 12-18.
5. Куприянов, А. В. Внешнее описание программных комплексов / Д.В. Кириш, А. В. Куприянов [Текст] // Методические указания к лабора- торной работе № 1 по курсу «Проектирование программных комплексов». – Самара, 2020. – С. 1-20.
6. Klepikov, N. Recognition of road signs in the intelligent transport geographic information system ITS GIS / N. Klepikov, T. Mikheeva [Текст] // VIII International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT). – 2022. – Pp. 1-5.
7. Якимов, П. Ю. Предварительная обработка цифровых изображений в си- стемах локализации и распознавания дорожных знаков / П.Ю. Якимов [Текст] // Компьютерная оптика. – 2013. – Т. 37, № 3. – С. 401-405.
8. Гаранин, О.И. Способ настройки многомасштабной модели детектирова- ния визуальных объектов в сверточной нейронной сети / О.И. Гаранин

[Текст] // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. –2018.– № 2. – С. 50-56.

Klepikov N.M.

**CONSTRUCTION OF A PDOM DIAGRAM AND DESCRIPTIVE
TABLES FOR A ROAD SIGN RECOGNITION SYSTEM USING CON-
VOLUTIONAL NEURAL NETWORKS IN THE ITSGIS**

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

The article reviews the construction of a PDOM diagram and descriptive tables for a traffic sign recognition system, as well as implementation in an intelligent transport geographic information system ITSGIS

Keywords: PDOM diagram, descriptive tables, convolutional neural network, traffic signs, recognition, ITSGIS

УДК 004.02

Раптанова П.А.

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ITSGIS**

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

В статье обзревается проект организации дорожного движения с целью оптимизации методов организации дорожного движения на автодорогах с использованием плагинов «Дорожные знаки» и «Остановки общественного транспорта» в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе «ITSGIS».

Ключевые слова: проект организации дорожного движения, дорожные знаки, ITSGIS, электронная карта, плагин, маршрут, общественный транспорт, транспортная инфраструктура, пешеходная доступность

Введение

Развитие транспортной инфраструктуры является необходимым условием реализации инновационной модели экономического роста и улучшения качества жизни населения, как региона, так и отдельно взятого муниципального образования. Проект организации дорожного движения (далее – ПОДД) разрабатываются в целях определения постоянных схем движения транспортных средств и (или) пешеходов в отношении существующих, реконструируемых или строящихся дорог или их участков; в отношении сети дорог и (или) их участков на территории одного или территориях нескольких муниципальных образований либо их частей, имеющих общую границу [1]. Цель разработки ПОДД г. Йошкар-Ола – оптимизация методов организации дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования местного значения, повышение пропускной способности и безопасности движения транспортных средств и пешеходов.

Подготовка данных для проведения работ

До начала проведения работ получены все имеющиеся базы данных по автомобильным дорогам за прошлые года и осуществлен перенос данных в базу дорожных данных программного обеспечения интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS».

Проект организации дорожного движения г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл выполнен в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS с визуализацией, дислокацией объектов транспортной инфраструктуры (существующих, планируемых) на интерактивной электронной карте высокого разрешения в зависимости от размеров рассматриваемой территории [2].

Обработка и анализ данных выполнен в системе автоматизированного проектирования WayMark, все данные имеют комплексную пространственную привязку в медийной базе данных интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» с отображением объектов транспортной инфраструктуры на карте.

Создаваемый ПОДД в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» представляет собой платформу для автоматизации процессов управления объектами транспортной инфраструктуры, предполагающее как локальное, так и облачное развертывание с поддержкой работы на мобильных устройствах. Данное решение позволяет автоматизировать процессы различных направлений:

- сбор информации и инвентаризация объектов;
- дислокация объектов на электронную карту;
- паспортизация объектов с визуализацией семантических составляющих

параметров объектов;

- моделирование работы как отдельно взятого объекта (дорожного знака, светофора, транспортного средства и т.д.), так и их совокупности с учетом зональности (от отдельно взятого перекрестка до населенного пункта, области, края);

- прогнозирование развития транспортной инфраструктуры в целом или одного из её параметров (безопасность, интенсивность транспортных потоков, пропускная способность и т.п.) [3].

В рамках подготовки разработки ПОДД, в том числе, выполнена оценка существующей организации движения, обзор документов территориального планирования, включающих мероприятия, планируемые к реализации на территории г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл.

На первом этапе происходило создание тематических слоев интерактивной электронной карты с автоматическим вычислением площади полигональных объектов (дороги, парковки, остановки и т.д.), с автоматической геопривязкой объектов к координатам:

- базовые элементы дорожной сети: растительность, землепользование, гидрография, подписи гидрографии, железные дороги, мосты, дороги, подписи дорог, внутриквартальные дороги, тротуары, пешеходные дорожки, строения, изображения – космические снимки;

- элементы дорог: паспорт дороги, тип дорожного покрытия, вид автодороги, бордюрный камень, дорожные ремонты, железнодорожные переезды, заездные карманы, посадочные площадки, парковки;

- технические средства организации дорожного движения: дорожные знаки, светофоры, дорожная разметка, опоры, освещение, пешеходные и транспортные ограждения, искусственные дорожные неровности, камеры видеонаблюдения;

- маршруты: маршруты движения общественного транспорта, геовидеомаршруты, велодорожки, велопарковки, школьные маршруты;

- геообъекты дорог: остановки общественного транспорта, реклама, автозаправочные станции, станции технического обслуживания, автостанции;

- безопасность дорожного движения: интенсивность транспортных потоков, дорожно-транспортные происшествия;

- граф транспортной сети: участок транспортной сети (перекресток, перегон и т.д.), узел графа, дуга графа.

На втором этапе проведено натурное транспортное обследование транспортных и пешеходных потоков в ключевых узлах на автомобильных дорогах и УДС г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл.

На третьем – выполнен анализ полученных данных об автомобильных дорогах и УДС, транспортных потоках с целью выявления проблем и недостатков в развитии транспортного комплекса г. Йошкар-Ола.

Также проведен анализ полученных данных о существующей системе внутри муниципального и внешнего пассажирского транспорта на территории г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл.

Интеграция в ITSGIS

ITSGIS позволяет визуализировать интерактивные карты распространённых форматов, редактировать карты с помощью базовых графических функций, гибко настраивать пользовательский интерфейс и разрабатывать разнообразные плагины [4].

Плагины увеличивают функциональность интеллектуальной транспортной геоинформационной системы и позволяют выполнять работу над специализированными геообъектами – точечными, линейными и полигональными геометриями на электронной интерактивной карте с прикрепленной семантикой.

Плагин «Дорожные знаки»

Плагин «Дорожные знаки» – это интеллектуальная транспортная геоинформационная система, которая включает в себя электронную карту и автоматизированную информационную систему, обеспечивающую работу с геообъектами – дорожными знаками. Плагин дополняет основной модуль интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS [8].

Плагин решает следующие задачи: дислоцирование знаков дорожного движения на электронную карту города с проверкой разрешённости установки геообъекта, редактирование объекта, который установлен на электронную карту города (рисунок 1), изменение направления установленного объекта и его местоположения, проверка наличия установленных объектов на улично-дорожной сети (рисунок 2), создание сводных ведомостей и отчетов об установленных объектах [5].

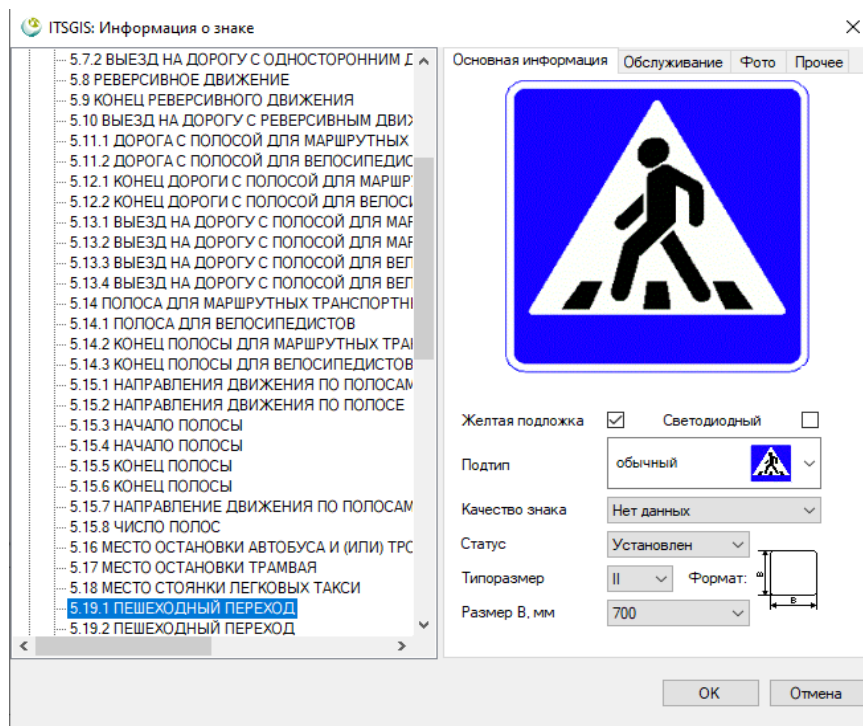


Рисунок 1. Добавление информации о дорожном знаке

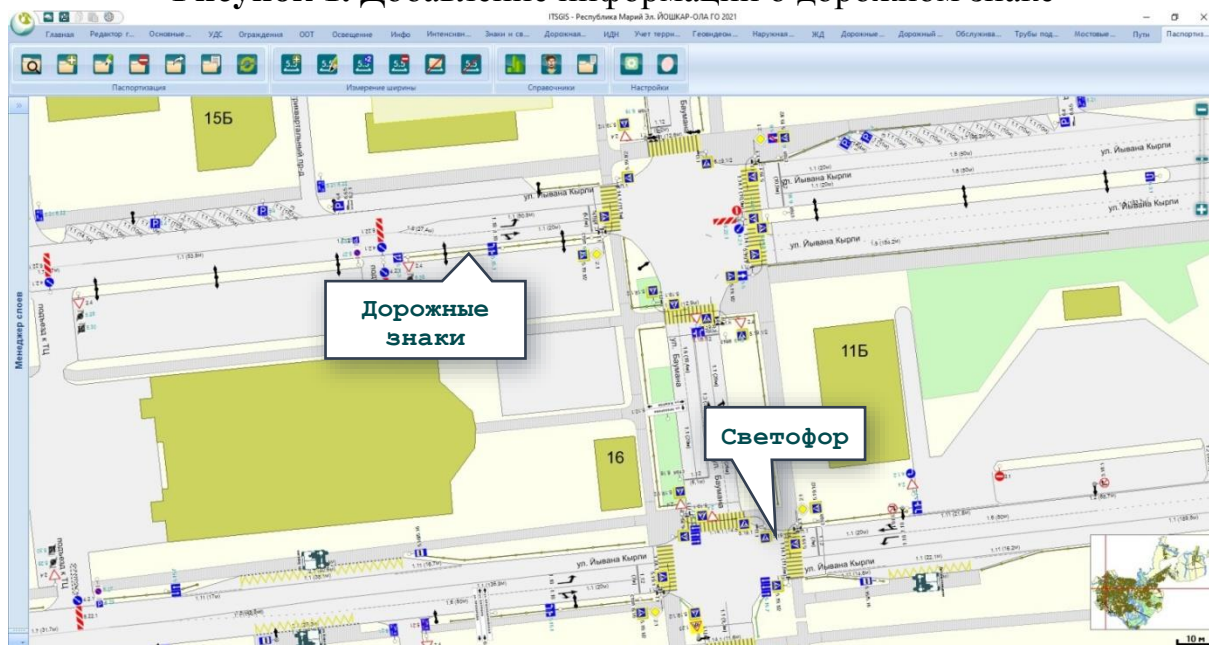


Рисунок 2. Дислоцированные дорожные знаки в г. Йошкар-Ола

Дорожный знак на электронной карте ставится в соответствии с ГОСТ Р 52289-2019 «Технические средства организации дорожного движения». Дорожные знаки обозначаются в виде точечных объектов с семантической информацией [6]. В плагине предусмотрена дислокация знаков на следующие виды опор: независимая, опора-кронштейн, световая, опора-растяжка.

Для учёта и мониторинга дорожных знаков разработан модуль, обеспечивающий работу со сводной ведомостью дорожных знаков с подробной информацией. Сводная ведомость необходима для просмотра информации обо всех установленных знаках, знаках и опорах, установленных на определенной

улице, знаках плохого качества, подлежащих замене, знаках, несоответствующих ГОСТ и др.

На рисунке 3 продемонстрирован наглядный пример обследования автомобильных дорог города Йошкар-Ола с целью распознавания дорожных знаков в плагине интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS с заполнением в базу данных и визуализацией знаков на интерактивной электронной карте с использованием [7].

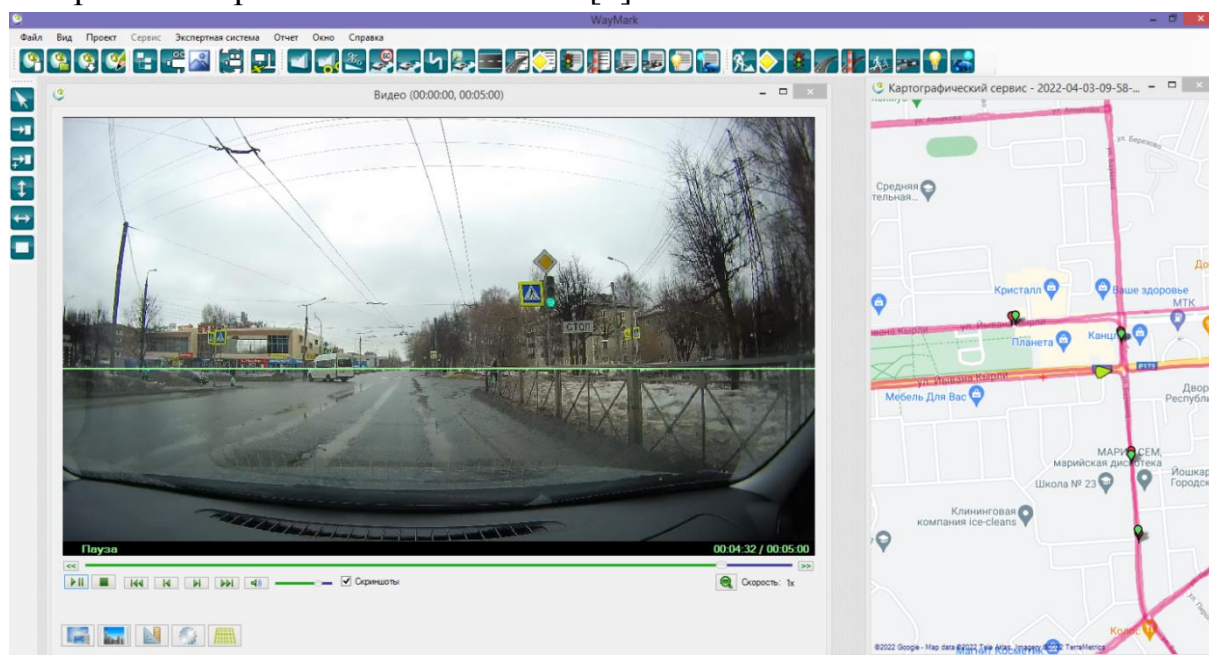


Рисунок 3. Демонстрация обнаружения дорожных знаков в в системе автоматизированного проектирования WayMark

Плагин «Маршруты общественного транспорта»

Позволяет добавлять, редактировать маршруты общественного транспорта, осуществлять поиск по хранящимся маршрутам, прокладывать маршрут между остановками [8, 9].

Выполненный анализ работ показал, что существующие в г. Йошкар-Ола маршруты перевозок пассажиров общественным транспортом обеспечивают большинство необходимых корреспонденций и удовлетворяют потребности населения в целевых трудовых, культурно-бытовых, учебных и других передвижениях. Однако происходящие изменения спроса на передвижения на территории г. Йошкар-Ола, свидетельствуют о том, что в последние годы неуклонно увеличивается доля населения, удовлетворяющая свои потребности в передвижениях на индивидуальных автомобилях. В связи с этим актуальна разработка и внедрение мер, направленных на развитие и повышение привлекательности общественного пассажирского транспорта и его инфраструктуры, повышения качества и расширение спектра оказания услуг по перевозкам пассажиров социальной группы населения.

Для повышения качества оказываемых услуг по перевозкам пассажиров необходимо провести мероприятия по приведению инфраструктуры общественного транспорта в нормативное состояние, повысить доступность общественного транспорта для местного населения, включая маломобильные категории, с учётом положений Распоряжения Министерства транспорта РФ от 31.01.2017г. № НА-19-р «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом». Расстояние от остановки до многоквартирного дома не должно составлять больше 500 м, до больницы – не более 300 м.

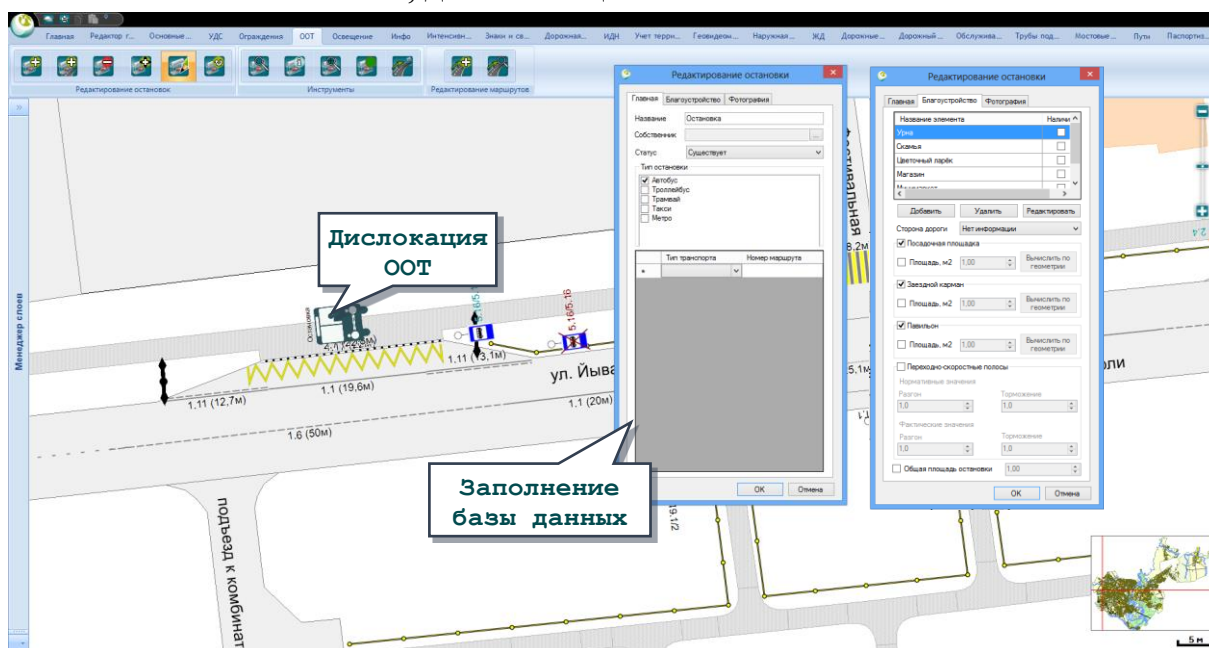


Рисунок 4. Дислокация остановок общественного транспорта с заполнением базы данных семантической информацией

В процессе решения задач проекта ОДД г. Йошкар-Ола выполнена дислокация остановок общественного транспорта на тематических слоях электронной интерактивной карты ITSGIS с указанием характеристик ООТ, наличия посадочных площадок, заездных карманов, павильонов, наличия переходно-скоростных полос. Дополнительно вычисляется пешеходная доступность ООТ (рисунок 5).

Актуально расширение маршрутной сети регулярных перевозок пассажиров в целях обеспечения более широкого охвата г. Йошкар-Ола, а именно при формировании маршрутной сети пассажирского обслуживания обеспечить максимальный охват территории города регулярным автобусным сообщением в социально значимых целях.

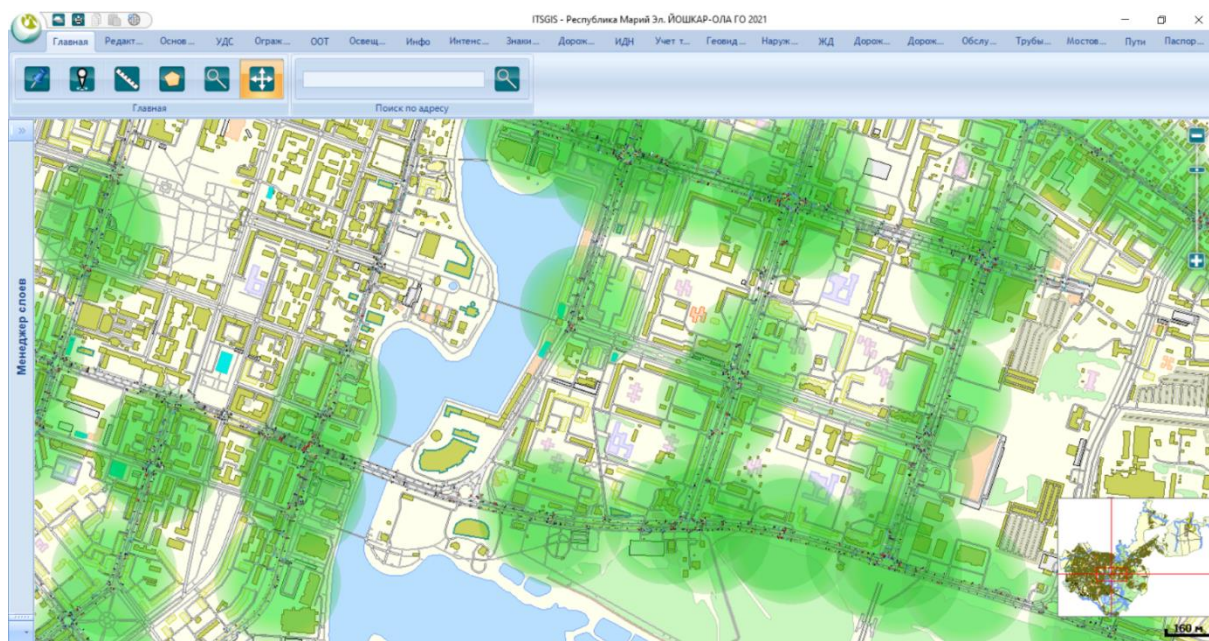


Рисунок 6. Дислокация остановок общественного транспорта с визуализацией зон пешеходной доступности

Исходя из информации в документах транспортного планирования, в 2021 году произведен ремонт существующих остановочных павильонов, установка новых остановочных павильонов. Однако объём произведенных работ кажется недостаточным для обеспечения должного уровня комфорта пользователей общественного транспорта. В целях развития системы общественного транспорта в г. Йошкар-Оле предложены мероприятия до 2035 года по увеличению привлекательности системы общественного транспорта для населения города. Дооснащение остановочных пунктов в соответствии со стандартами является одним из первоочередных для исполнения мероприятий.

Заключение

В результате выполнения научно-исследовательской работы разработан проект организации дорожного движения г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл. ПОДД г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл разработан на основе документов территориального планирования, стратегий и программ комплексного социально-экономического развития МО, долгосрочных целевых программ, результатов исследования существующих и прогнозируемых параметров дорожного движения, статистической информации с учётом обеспечения экологической безопасности и снижения негативного воздействия на окружающую среду ТС.

ПОДД г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл визуализирован на интерактивной электронной карте интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации»
2. Михеев, С.В. Диагностика состояния транспортной инфраструктуры с использованием нейронных сетей / С.В. Михеев, А.В. Сидоров, А.А. Осьмушин [Текст] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. – С. 215-216.
3. Маркелов, В.М, Интеллектуальные транспортные системы как инструмент управления / И.В. Соловьев, В.Я. Цветков [Текст] [Текст] // Государственный вестник, 2014. № 3. – С. 42-49.
4. Осьмушин, А.А. Модель хранения инцидентов в интеллектуальной транспортной системе / А.А. Осьмушин, О.К. Головнин [Текст] // Перспективные информационные технологии, 2015. – С. 101.
5. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин [Текст] // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы. – 2016. – №1. – С. 362-368.
6. Федосеев, А.А. Интеллектуальная поддержка принятия решений построения модели объектов транспортной инфраструктуры / А.А. Федосеев, В.А. Ключников [Текст] // Перспективные информационные технологии, 2015. – Т.2 – С. 114.
7. Михеев, С.В. Предикатные модели для экспертизы дислокации дорожных знаков / С.В. Михеев [Текст] // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 157-163.
8. Mikheeva, T. Recognition of Urban Transport Infrastructure Objects Via Hyperspectral Images / T. Mikheeva, O. Saprykin, A. Fedoseev [Текст] // Proceedings of the 2nd International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems. – Rome, Scitepress, 2016. – P.203-208.

Raptanova P.A.

**DEVELOPMENT OF THE PROJECT ORGANIZATION TRAFFIC
IN INTELLIGENT TRANSPORTATION
GEOINFORMATION SYSTEM ITSGIS**

Samara University named after academician S.P. Korolev

IntelTrans

The article reviews a traffic management project with the aim of optimizing the methods of organizing traffic on highways using the plug-ins "Traffic

signs" and "Public transport stops" in the intelligent transport geoinformation system "ITS GIS".

Keywords: traffic management project, road signs, ITS GIS, electronic map, plug-in, route, public transport, transport infrastructure, pedestrian accessibility

УДК 004.02

Турский-Ляхов А.П.
**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КВАНТОВОЙ МИРОВОЙ
РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ
«ИТСГИС-СИГМА-ПЕРСЕПТРОН» И СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Компания «ИнтелТранС»
ОАО и Учреждение социального проектирования и строительства
«Институт Реабилитации Города» им. архитектора В.А.Васильева*

В данной статье рассматриваются проблемы ноосферной реабилитации территорий, ноосферного целостного устойчивого развития, эволюции, интеграции, организации/самоорганизации постсоветского пространства Евразии, инструментальных интеллектуальных реабилитационных ресурсов, технологий, квантового перехода и прорыва в новое лучшее качество жизни и электронного взаимодействия предприятий.

Ключевые слова: геном, гражданское общество, ноосфера, РР ИКТ, квантовые нейронные сети, НЦУР, развитие, реабилитация, Знание, синергия, универсум, эволюция, эвристика, интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITS GIS», транспортная инфраструктура.

Доминирующая в настоящее время детерминистско-стохастическая 3-я парадигма Знания:

- не способна в 21 веке парировать в реальном масштабе времени цивилизационные угрозы, риски, ущербы, потери, катастрофы, пандемии, предотвращать войны на нашей общей Планете- Колыбели Разума Человечества;
- не способна соединять ближние и дальние цели эволюции [3, 6], реабилитации и развития Жизни [3, 4, 6];

- не способна обеспечивать ноосферное целостное устойчивое динамически сбалансированное пространственное развитие (**НЦУР**) континентальных и островных территорий Планеты [3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16].

НЦУР является альтернативой западной парадигме устойчивого развития инклюзивного капитализма, реализуемой в настоящее время по изменённой в 2015-2017 годах программе ООН (ПрООН-2030) [3, 11, 14, 16, 19].

Квантовая 4-я парадигма Знания имеет возможность и способность обеспечить **НЦУР** в 21 веке [3, 4, 6, 7].

Учитывая сложившиеся на 2022 год условия особого исторического периода, доклад поддерживает 4-й парадигму Знания и парадигму **НЦУР**, включающие в себя национальные стратегические технологические инициативы изобретателей Самарской области и Поволжья в направлении «Реабилитационные ресурсы информационно-коммуникационных технологий : новое поколение (**РР ИКТ**)» [1, 2, 3, 12, 14, 16, 19, 20, 21, 22].

Под особыми историческими условиями будем понимать процесс Квантового перехода (1986-2029) из хаоса Мирового рынка в Новый Мировой Порядок, в ноосферную эпоху космопланетарного феномена Человека и Зодчества [3, 12, 15].

К **РР ИКТ** в первую очередь относят успешно действующие отечественные геоэкоплатформы и системы:

- интеллектуальная транспортная геоинформационная система (ИТСГИС) группы компаний «ИнтелТранс», предназначенная для управления/самоуправления ресурсами, эвристико-алгоритмического реинжиниринга в цифровой России [1, 3];
- интеграционную платформу управления ресурсами в цифровой России «4D-ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ» (с защищённым интеграционным интерфейсом) консорциума «Интегра-С» [2];
- Единую Территориальную Информационную Систему программы «Сфера» «РосКосмоса»;
- геоэкостратегию ноосферной реабилитации человечества Института Реабилитации Города им. архитектора В.А. Васильева (ИРГ) [3] (в том числе, доклады 2008 года «Реабилитационные ресурсы информационно-коммуникационных технологий (РР ИКТ): новое поколение» [3], «Мировая реабилитационная сеть Σ -NET » и «Системы Электронного Взаимодействия предприятий» (СЭВП) [3]).

Вышеназванное стратегическое направление **РР ИКТ** поддерживает реабилитационные проекты и концепции [1, 2, 3], основанные на Квантовой фрак-

тально-геномно-синергической (торсионной) 4-ой парадигме Знания Человечества и парадигме **НЦУР** [3], которая обеспечивает синергический эффект взаимодействия в системе «Природа- Общество- Бизнес- Власть».

Гражданское общество России [3] рассматривается как активная среда, способная к самоорганизации и самосборке. Активная среда Гражданского общества России характеризуется как открытая нелинейная неравновесная анизотропная пространственно-временная среда, в которой через каждый воспринимающий элемент протекают материально- информационно-энергетические потоки от внешних источников, а элементы связаны между собой и соответствуют друг другу.

Разнообразие активных сред велико, а вот универсальных моделей, которые их описывают – немного. Поэтому возникает возможность и необходимость решения в 21 веке не только проблемы сохранения, выживания населения в особый исторический период Квантового перехода, но и проблемы эволюции и развития **НЦУР**.

Эта возможность может быть реализована, в том числе, с помощью:

- воплощения в жизнь эволюционных сценариев **НЦУР** территорий,
- конструирования искусственных активных сред (в нашем случае – нейронной семантико-эвристическо-алгоритмической сети – **«Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП)**,
- LT-моделирования в реальном времени нообиосферных балансов по концепции Универсума [3, 4, 5, 6, 12, 16, 17, 19, 3, 4, в том числе, по универсальной матрице законов сохранения жизни П.Г. Кузнецова – Р. Бартини [4, 3].

Учитывая актуальность и сложность решения проблемы выживания населения, современные **РР ИКТ** требуют переосмысления компонент и их взаимодействия, эвристико-алгоритмического реинжиниринга.

Существуют предпосылки для этого осмысления с целью обеспечения глобального и локального энерго-информационного взаимодействия всех составляющих самоорганизующейся термодинамической неравновесной системы «Природа – Гражданское общество – Бизнес – Власть» [3, 4].

К этим предпосылкам относятся:

- результаты системного сценарного анализа-синтеза-прогноза эволюционных процессов земной цивилизации при переходе на траекторию устойчивого развития в 21 веке [3, 4, 5, 6, 7, 10, 16, 17, 19];
- результаты использования нанотехнологий [3, 17, 19] (в перспективе – пико- и фемтотехнологий),

- результаты расшифровки волнового генетического кода, генома Человека, Универсума [3, 8], в том числе, результаты матмоделирования солитонных возбуждений в молекуле ДНК, фрактального представления и трансляции текстовой и иной образной управляющей информации генома полевым путем, результаты имитации главного информационного канала связи с Творцом, материально-волновых солитонно-голографических матриц генома, семантических единиц, сходных с человеческой речью, с мыслью и словом Творца [3, 6];
- достаточные национальные информационно-интеллектуальные ресурсы (**ИИР**), включающие в себя, прежде всего, человеческие потенциал и капитал, наукоемкие изделия, наукоемкие технологии **РР ИКТ** и нематериальные активы (защищенная и незащищенная интеллектуальная собственность [1, 2, 3, 19, 20, 21, 22]);
- достаточные системы знаний субъектов хозяйствования, в том числе, реабилитационная система знания ОАО и УСПС «Институт Реабилитации Города (ИРГ) им. архитектора В.А. Васильева» [3];
- системы знания группы компаний «ИнтелТранС» [1] как технологического ядра будущей реабилитационной сети **Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Системы электронного взаимодействия предприятий (СЭВП)**;
- достаточные **РР ИКТ** – технологии автоформализации профессиональных знаний, включающие в себя инструментальные средства, облегчающие непрограммирующим профессионалам создавать и использовать в реальном масштабе времени свои экспертно-обучающие и иные системы и базы знания.

Вывод из существующих предпосылок однозначен – у России и ее регионов есть реальная необходимость, возможность, способность воплощения в жизнь **РР ИКТ**, существует устойчивое стационарное решение Модели Мировой Динамики Планеты (разработанной АН СССР, РАН в области глобальной и локальной безопасности, конкурентного качества при переходе на траекторию устойчивого развития [3, 11, 16, 19]).

Эта возможность может быть реализована в России, в том числе, созданием ноосферной сети «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП), консолидирующей, кластеризирующей и агрегирующей более 6 млн. субъектов хозяйствования, комплексно обеспечивающей национальную безопасность в среде **РР ИКТ** как открытых интероперабельных систем (системных проектов по Технологии Открытых Систем РАН) [1, 2, 3, 22].

Реализация проекта «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП) (включающего в себя системы поддержки принятия многокритериальных многослойных многовариантных решений в реальном масштабе времени [21] на всех уровнях Гражданского общества, бизнеса, власти) обеспечат программируемый выход России из системного кризиса Мирового Рынка с минимальными потерями материальных и нематериальных ресурсов и активов.

На основе этих предпосылок и с учетом современных дефицитов **РР ИКТ** авторами выработан фрактально-геномно-синергетический (торсионный) подход [3], который может стать не только основанием решения задач, поставленных в реабилитационных проектах, но и в других проектах, претендующим на всеобщность и реабилитацию.

Фрактально-геномно-синергетический (торсионный) подход [3] к субъектам хозяйствования предусматривает этапы:

- имитационного и оптимизационного моделирования (линейного, нелинейного, смешанного, эвристического, эвристико-алгоритмического, генетического) процессов для последующего принятия оптимизированных решений в реальном масштабе времени на всех уровнях Гражданского общества, бизнеса, власти;
- проведения вычислительных экспериментов на системе моделей для поддержки сценариев обеспечения повышенной живучести и конкурентного качества систем и сетей, в том числе при энерго-информационно-резонансном (синергическом, фрактально-кластерном взаимодействии);
- раскрытия генетических творческих способностей, человеческого потенциала и капитала населения [3, 8] и, наконец;
- стабилизации уровня сознания населения после резонанса на более высоком энергоинформационном уровне развивающихся субъектов хозяйствования в «точках роста» экономики территорий [3].

Фрактально-геномно-синергический (торсионный) подход к реализации коэволюционно-согласованных проектов информатизации Самарской области [3] основан на новой научной картине мира и новых наукоемких технологиях [22] и следующих принципах:

1. Интеллектуально-информационные ресурсы (**ИИР**) – объективная величина, имеющая свойства, количественную меру и допускающая точные измерения.

2. Самоорганизация («folding») и самосборка («протос») [3, 16] Гражданского общества и его взаимодействие с бизнесом и властью [3] основано на непрерывном развитии ИИР о Человеке и среде его обитания.

3. Крупномасштабные интеллектуальные многослойные многофункциональные геоэкоинформационные системы на принципах семантических нейронных сетей (в том числе, распознающих образы самообучающиеся клеточные автоматы всех классов) – основа наращивания РР ИКТ России.

На этих принципах материалы доклада призваны объединить РР ИКТ участников конференции, в том числе, на базе инструментальных компонентов инициаторов создания сети «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП), на базе общей ресурсосберегающей оптимизирующей инструментальной базе.

РР ИКТ (как неотъемлемая составная часть национальных ИИР России) являются прорывным, синергическим инструментом, средством осуществления, ключевым сектором общественного производства, ускорителем процессов кластеризации и агрегирования субъектов хозяйствования как «сверху» (в том числе, национальные технологические инициативы АНО «АСИ», «Стратегии комплексного развития г.о. Самары – 2025», «Стратегии лидерства Самарской области – 2030», так и «снизу», но при условии государственной поддержки проекта, стратегии и тактики управления/самоуправления в сети «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП).

Для развития авторских подходов к субъектам хозяйствования используются следующие основные методологии:

1. Кластерная методология, описываемая математическим аппаратом кластерной динамики поведения локализованных в пространстве компактных групп субъектов хозяйствования, объединяемых общим пространством интересов и взаимодействий в единый комплекс, но сохраняющих внутри комплекса индивидуальное поведение.

2. Фрактальная методология, описываемая математическим аппаратом фрактальной динамики, теории фракталов, теории катастроф, синергетики, эффективная при системном анализе нейронных семантических сетей (которая применяется наряду с кластерной методологией для обеспечения общей ресурсосберегающей оптимизирующей инструментальной среды нейронной сети проекта «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП) Σ -NET). Фрактальные модели эволюции технологий позволяют опре-

делить вектор, цель и план развития самоорганизующихся неравновесных открытых систем и сетей. Когда развивающаяся система и сеть достигают критического уровня сложности, она в процессе перехода порождает структуры качественно нового, реабилитационного уровня.

3. Нелинейная методология получения синэргической эффективности систем и сетей с использованием системы моделей управления динамикой развития социотехнико-эколого-экономических систем управления территориями (в том числе, с пилотным модельным вычислительным экспериментом для принятия решений, в том числе в рамках проекта «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП).

4. Волновая геномная методология моделирования, прогнозирования, оптимизации сценариев развития Гражданского общества [3, 8, 17].

Система моделей включает в себя 7 уровней иерархии (от глобальных моделей [3, 17] до частных моделей динамики развития региона, основанных на автоформализованных интегрированных базах знаний и данных реального масштаба времени [3].

Анализ, проведенный авторами, показывает, что при заинтересованности государственной власти, гражданского общества и бизнеса в реализации проекта «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП), возможен переход от существующей недостаточной «устойчивости-безопасности-живучести» систем управления регионами перейти к более высокой траектории эволюционного развития [3] территориями.

При успешном пилотном внедрении в Самарской области Базовых Интеллектуальных Модулей региона (БИМ региона) [3] в сети «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП) необходимо параллельно продвигать тиражирование Самарского опыта на территориях регионов «Большая Волга», «Большой Урал», ассоциаций, ПФО и России в целом. Критериями успеха будем считать продвижение региона в пространстве «Конкурентное качество – Адаптивная интеграция – Повышенная живучесть» [3].

БИМ региона [3] включает в себя базовый комплекс платформ и модулей (серверных, моделирующих, экспертно-обучающих, пружерных (решательных, солверных), коммуникаторных) с унифицированными открытыми и закрытыми интерфейсами внутреннего и внешнего взаимодействия Гражданского общества, субъектов хозяйствования, власти и граждан в реальном масштабе времени.

БИМ региона первой очереди включает в себя:

- модернизированные интегрированные интеллектуальные многослойные многофункциональные геоинформационные цифровые платформы [1, 2] (со встроенными фрактальной, тензорной, торсионной, сакральной и др. геометриями, системами моделирования нелинейной динамики развития территорий в реальном масштабе времени, системами непрерывного мониторинга изменений (в том, числе орбитального контроля, например, по программе «Сфера» «Роскосмоса») и актуализацией состояния недвижимости/движимости территорий);
- инструментальную платформу поддержки принятия многокритериальных многовариантных оптимизированных решений в реальном масштабе времени, в том числе в условиях неопределенности, например [3, 21];
- платформу «Закон», в том числе непрерывно актуализируемая семантическая правовая база знаний реального масштаба времени;
- ТРИЗ – модуль генерации идей и нового знания, решения изобретательских задач и блоковой патентной защиты интеллектуальной собственности юридических и физических лиц, например, новая версия «ЭкСПоИД» [3, 21];
- модуль мониторинга уровня здоровья трудовых коллективов и населения (например, с использованием **РР ИКТ «РУНО»**, апробированная АМТН России, лаборатория креативной психургии;
- иные российские платформы и модули, например, из состава, приведенных в материалах [3].

Для агрегирования БИМ регионов в единую систему применяется технология открытых систем создания **РР ИКТ**, создания нейронной семантической открытой (интероперабельной) сети БИМ регионов, например, на базе трудов РАН, Российской Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, других академий и институтов России, в том числе, создания инициативно проектируемой перспективной Глобальной Космической Суперсистемы (ГКСС) под эгидой Общественной ООН [14].

Необходимый и достаточный комплекс платформ и модулей БИМ региона определяется системными подпроектами проекта «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий (СЭВП).

Величина системного (кооперативного, синэргического) эффекта, полученного от использования нейронных семантических открытых (интероперабельных) сетей БИМ регионов России проекта «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем элек-

тронного взаимодействия предприятий (СЭВП) (в том числе в результате эвристического, вычислительного (виртуального) и натурного эксперимента для выбранных сценариев развития субъектов хозяйствования города-региона-государства) рассчитывается в процессе проектирования.

Стратегические предложения и рекомендации конференции 2008 года сформулированы в докладе Генерального директора Института В.А. Васильева – автора Парадигмы, Манифеста, концепции РР ИКТ [3, руководителя проектов СЭВП и Σ -NET.

Через 14 лет после учредительной конференции 2008 года авторами вновь выдвигается на настоящий Форум, на Совет Главных Конструкторов информатизации регионов РФ, участникам конференции предложения по рассмотрению РР ИКТ как сети «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий, как нового актуального поколения РР ИКТ.

Учитывая, что мы обращаемся к компетентнейшим участникам направления РР ИКТ, имея в виду возможные недоработки в определении позиций, ориентируясь на преодоление дисторсии (отклонений) вектора институтов самоорганизующегося Гражданского общества от оптимального вектора [3], ориентируясь на решение локальных, региональных и глобальных проблем НЦУР, в том числе, пространственного развития территорий, предлагаем включить в рекомендации конференции:

1. Легитимировать средствами отзывов участников конференции РР ИКТ как новое актуальное поколение ИКТ (в том числе, нейронные семантических сети БИМ регионов сети «Квантовая Мировая реабилитационная нейронная сеть «ИТСГИС-СИГМА-Персептрон» и Систем электронного взаимодействия предприятий.

2. Провести в 2023 году постановочную учредительную международную конференцию «Реабилитационные ресурсы ИКТ: взаимодействие в системе «Природа-Гражданское Общество-Бизнес-Власть» для обеспечения НЦУР региона необходимыми и достаточными стартовыми ресурсами, в том числе, ресурсами участников конференции.

3. Создать постоянно действующий аппарат поддержки инновационных предложений регионов, конгресс-индустрию на сайте группы компаний «ИнтелТранС».

Список литературы

1. Михеева, Т.И. Системный анализ объектов транспортной инфраструктуры в геоинформационной среде / Т.И. Михеева [Текст] // Программные продукты и системы. – 2018. – № 1 (31). – С. 12-18.

2. Куделькин, В.А. Пресс-релиз консорциума «ИНТЕГРА-С» / В.А. Куделькин [Текст] // «ИНТЕГРА-С», Самара, 2022. – 22 с. (рукопись)
3. Турский-Ляхов, А.П. Пресс-релиз «Института Реабилитации Города им. архитектора В.А. Васильева» / А.П. Турский-Ляхов [Текст] // ИРГ им. архитектора В.А. Васильева, Самара, 2022. – 212 с.
4. Кузнецов, П.Г. Наука развития Жизни: сборник трудов в 5 томах. Том 1. Введение / П.Г. Кузнецов [Текст] // РАЕН, М., 2015. – 238 с.
5. Коптюг, В.А. Новая Парадигма устойчивого развития России в 21 веке (Комплексные исследования проблем устойчивого развития). Энциклопедическая монография РАН, ИМАШ им. А.А. Благонравова, ИСПИ, ИУРИБ МГУ коммерции, Академии нелинейных наук, Восточно-Сибирского института МВД России. Изд. второе / В.А. Коптюг, В.М. Матросов, В.К. Левашов [Текст] // «Академия», – М.: – Иркутск, 2000, – 459с.
6. Наумкин, А.П. Калагия или власть над временем / А.П. Наумкин [Текст] // АО «Прометей». – М., 1992. – 320 с.
7. Поляков, В.А. Универсология / В.А. Поляков [Текст] // Амрита-Русь. – М., 2004. – 320 с.
8. Гаряев, П.П. Волновой генетический код / П.П. Гаряев [Текст] // М., 1997. 108с.
9. Шипов, Г.И. Теория физического вакуума в популярном изложении. Развитие программы Единой Теории Поля, выдвинутой А. Эйнштейном / Г.И. Шипов [Текст] // ООО «Кириллица-1». – М., 2002. – 128 с.
10. Гумилёв, Л.Н. Этногенез и биосфера Земли / свод №3. Международный альманах / Л.Н. Гумилёв, Н.В. Гумилёва, А.И. Куркчи [Текст] // Танаис ДИ-ДИК. – М., 1994. – 544 с.
11. Капица, С.П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, Курдюмов, Г.Г. Малинецкий [Текст] // Наука. – М., 1997. – 220 с.
12. Маслов, Л.И. Голограмма и реальность космического пространства и человека / Л.И. Маслов [Текст] // «Материя, Энергия, Информация» №12 (100), изд. «НИИ здоровье сберегающих технологий». – Ярославль, 2020. – С.2-4.
13. Режабек, Б.Г. Учение о ноосфере для широкого круга читателей / Б.Г. Режабек [Текст] // ИНРИ. – М., 2015. – 96 с.
14. Умников, В.Н. Теоретические основы и практика социал-комплементаризма нации. Общественная Организация Объединенных Наций / В.Н. Умников [Текст] // Изд. «Эдитус». – М., 2017. – 96 с.
15. Казначеев, В.П. Космопланетарный феномен человека: Проблемы комплексного изучения / В.П. Казначеев, Е.А. Спирин [Текст] // Наука, Сиб. отд-ние, – Новосибирск: 1991. – 304 с.

16. Садовничий, В. А. Моделирование и прогнозирование мировой динамики / В.А. Садовничий, А.А. Акаев, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков [Текст] // Научный совет по Программе фонд. исслед. Президиума Российской академии наук «Экономика и социология знания». – М.: ИСПИ РАН, 2012. – (Экономика и социология знания). – 359 с.
17. Малиновский, В.К. Модели долгосрочного страхового планирования. Ценовая конкуренция и регулирование финансовой устойчивости / В.К. Малиновский [Текст] // Изд-во «Янус-К». – М., 2020. – 392 с.
18. Кедров, Б.М. Как изучать книгу В.И. Ленина «Вл. Ильинъ Материализм и эмпириокритицизм. Критические заметки об одной реакционной философии. Издание «Звено». Москва, 1909.». – 4-е изд., доп./ Б.М. Кедров [Текст] // Политиздат. – М., 1983. – 318 с.
19. Пастухов, А.В. Ловушка технологий. Нам нужна другая цифровизация / А.В. Пастухов [Текст] // «Завтра» №31 (1492), август, 2022 г. – С.3.
20. Дубинников, И.Н. Сравнительный анализ экосистем. Корпорация «Reality» «AAA TRAST» / И.Н. Дубинников [Текст] // Самарская платформа бизнеса. Самара, 2021. – 122 с.
21. Радомский, В.М. Экспертные системы поддержки поиска новых идей и принятия творческих решений / В.М Радомский [Текст] // Основы научно-технического творчества / Серия «Высшее профессиональное образование». Ростов н/Д: Феникс. 2004. – С.277-290.
22. Касаев, К.С. Новые наукоемкие технологии в технике / К.С. Касаев [Текст] // энциклопедия, в 24 томах. ЗАО НИИ «ЭНЦИТЕХ». – М., 2005. – 1555 с.

Tursky-Lyakhov A.P.

INSTRUMENTAL COMPONENTS OF THE QUANTUM WORLD REHABILITATION NEURAL NETWORK ITSGIS-SIGMA-PERCEPTRON AND ELECTRONIC CONTROL SYSTEMS ENTERPRISE INTERACTIONS

The company "IntelTranS"

JSC and the Institution of social design and construction

"Institute of Rehabilitation of the City" named after architect V.A.Vasiliev

This article discusses the problems of noospheric rehabilitation of territories, noospheric holistic sustainable development, evolution, integration, organization/self-organization of the post-Soviet space of Eurasia, instrumental intellectual rehabilitation resources, technologies, quantum transition and breakthrough into a new better quality of life and electronic interaction of enterprises.

Keywords: genome, civil society, noosphere, PP ICT, quantum neural networks, NCSD, development, rehabilitation, Knowledge, synergy, universe, evolution, heuristics, intelligent transport geoinformation system "ITSGIS", transport infrastructure.

УДК 004.9

Павлова А.Д., Алексеев С.А.

ПОСТРОЕНИЕ ПАСПОРТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ С УЧЕТОМ ПЕРЕКРЕСТКА УЛИЦ АВРОРЫ И ДЫБЕНКО

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

В статье рассматривается построение паспорта интенсивности транспортных и пешеходных потоков с учетом перекрестка улиц Авроры и Дыбенко города Самара с отображением на интерактивной карте интеллектуальной транспортной геоинформационной системой ИТСГИС.

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

Введение

Рост уровня автомобилизации г. Самара приводит к резкому увеличению загрузки улично-дорожной сети перекрестков и несоответствию их планировочного решения размерам транспортно-пешеходного движения, увеличению количества дорожно-транспортных происшествий, повышению шума и загазованности. Рост автомобильного парка и повышение интенсивности дорожного движения приводят к снижению скоростей движения, возникновению задержек в транспортных узлах, ухудшению условий движения, повышению уровня шума в городской карте в ИТСГИС, росту аварийности на улично-дорожной сети г. Самара.

Мероприятия по реконструкции улично-дорожной сети, направленные на приведение в соответствие транспортных требований и планировочного решения улично-дорожной сети, повышению безопасности движения транспорта и пешеходов, требует изучения фактических характеристик движения:

- интенсивности и структуры транспортных потоков;
- интенсивности пешеходного движения;
- скоростей движения транспорта;

- задержек транспортных средств перед светофорами;
- потоков насыщения.

Все эти характеристики транспортных и пешеходных потоков определяются методами натурных обследований, вызывают необходимость разработки эффективных мероприятий по устранению подобных негативных последствий, особенно по снижению дорожно-транспортных происшествий.

Условия движения, особенно в городе Самара, характеризуются все возрастающей сложностью. Высокая и все увеличивающаяся интенсивность движения – результат диспропорции между ростом автомобильного парка и сетью автомобильных дорог. Высокий уровень аварийности, связанный с человеческим фактором, – результат диспропорции между уровнями подготовки, транспортной культуры участников движения и массовости профессий водителя.

Расчет интенсивности транспортных и пешеходных потоков

Интенсивность движения на автомобильной дороге – интенсивность движения количество транспортных средств, проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги в единицу времени (за сутки или за один час). Интенсивность движения транспорта определяется количеством транспортных средств, проходящих через сечение магистрали в единицу времени (час, сутки, год) в разных направлениях.

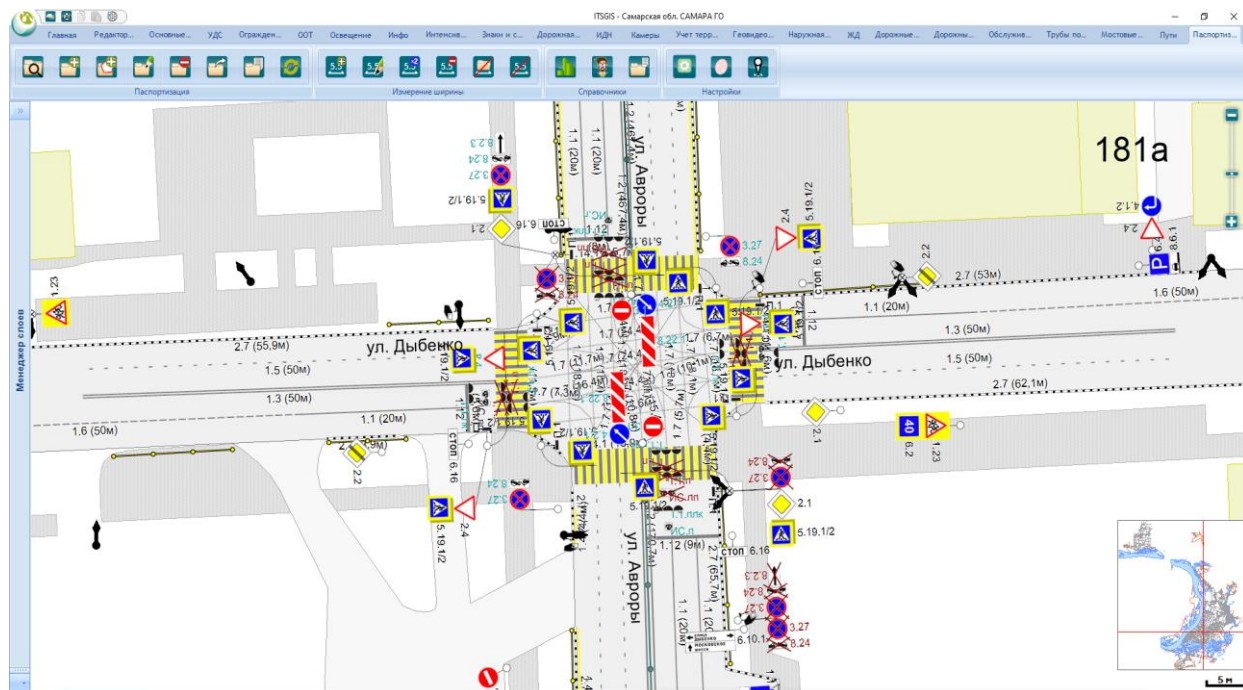
Для получения интенсивности на заданном перекрёстке в каждой из четырёх точек перекрёстка в течение 15 минут подсчитывается количество транспортных средств, движущихся по трём направлениям относительно точки наблюдения: направо, прямо и налево, и количество пешеходов.

Затем данные сводятся в таблицу, распределяющую транспортные средства по видам транспорта, направлениям и времени проведения подсчёта.

Для получения часовой интенсивности умножаем каждое число таблицы на четыре. Получаем интенсивность в транспортных единицах.

Для получения интенсивности в приведенных единицах умножим интенсивность каждого вида транспорта на соответствующий ему коэффициент приведения.

Для получения суточной среднегодовой интенсивности поделим перекресток на 3 сечения и посчитаем интенсивность каждого сечения, используя интенсивность в приведенных единицах.



**Рисунок 1. Визуализация перекрестка
Аврора ул. х Дыбенко ул. в ITSGIS**

Для непосредственного получения суточной среднегодовой интенсивности воспользуемся формулой:

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

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

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

$k_t = 0,05$ для интервала 09:37-09:52

$k_t = 0,05$ для интервала 08:50-09:05;

$k_t = 0,05$ для интервала 09:09-09:24

k_n — коэффициент, учитывающий день недели, когда был проведен подсчёт,

$k_n = 0,14$ для пятницы;

k_r — коэффициент, учитывающий месяц, когда был проведен подсчёт,

$k_r = 0,11$ для сентября.

Революционная ул. х Дыбенко ул. (12.09.2022, понедельник, утро):

$I_{\text{ч1}} = 908$ — ул. Дыбенко к ул. Скляренко

$I_{\text{ч2}} = 1166$ — ул. Дыбенко к ул. Гагарина

$I_{\text{ч3}} = 873$ — ул. Революционная к ул. Авроры

$I_{\text{сут1}} = (908 \div (0,05 \cdot 0,14 \cdot 0,11 \cdot 365)) = 3230$

$I_{\text{сут2}} = (1166 \div (0,05 \cdot 0,14 \cdot 0,11 \cdot 365)) = 4148$

$I_{\text{сут3}} = (873 \div (0,05 \cdot 0,14 \cdot 0,11 \cdot 365)) = 3106$

$I_{\text{общ.}} = I_{\text{сут1}} + I_{\text{сут2}} + I_{\text{сут3}} = 3230 + 4148 + 3106 = 10484$

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: $N_{пр} = \sum_{i=1}^n K_{пр} * I_i \text{ ед/ч}$, где $K_{пр}$ – коэффициент приведения данного типа транспортных средств к легковому автомобилю, принимаемый в зависимости от типа автомобиля; I_i – количество автомобилей данного типа в составе транспортного потока, авт/ч; n – количество типов автомобилей.

Натурные обследования интенсивности и структуры транспортных потоков при отсутствии технических средств проводятся визуальным методом с помощью учетчиков, которые подсчитывают количество транспортных средств разного видео определенном сечении и записывают в специальные формы. При проектировании уличной сети используется значение интенсивности движения на перспективу. Отдаленность этой перспективы при составлении генплана города принимают не менее 20 лет. При рабочем проектировании используют данные перспективной интенсивности 5-, 10- и 20-летней удаленности.

Наиболее часто интенсивность движения транспортных средств и пешеходов в практике организации движения характеризуют их часовыми значениями. При этом наиболее важен этот показатель в пиковые периоды. Необходимо, однако, иметь в виду, что интенсивность движения в «часы пик» в различные дни недели может иметь неодинаковые значения.

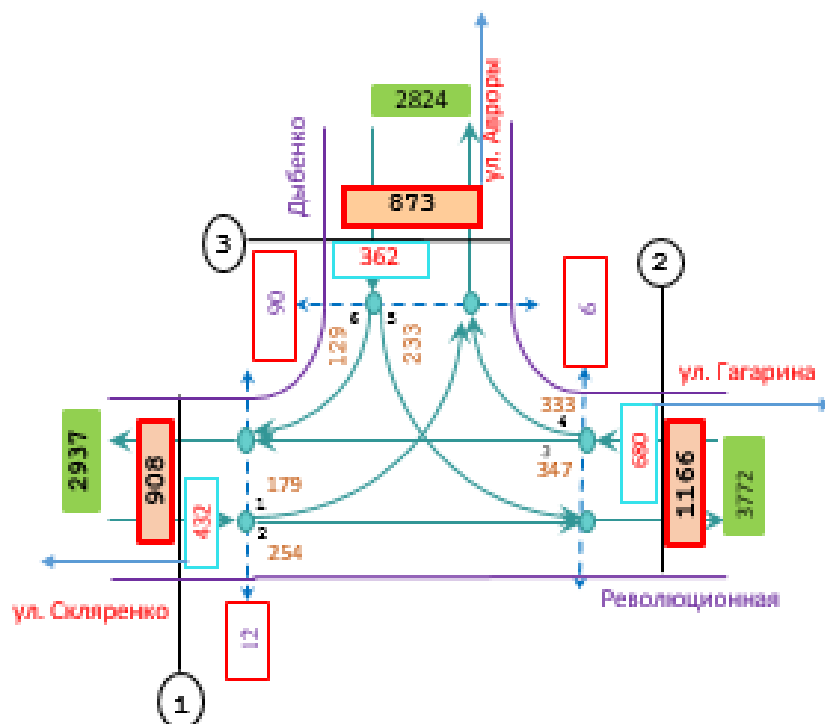


Рисунок 2. Пересечение ул. Революционная х ул. Дыбенко (утро)

Неравномерность транспортных потоков во времени (в течение года, месяца, суток и даже часа) имеет важнейшее значение в проблеме организации движения. Термин «час пик» является условным и объясняется лишь тем, что час является основной единицей измерения времени. Продолжительность наибольшей интенсивности движения может быть больше или меньше часа. Поэтому наиболее точным будет понятие пиковый период, под которым подразумевают время, в течение которого интенсивность, измеренная по малым отрезкам времени (например, по 15-минутным наблюдениям), превышает среднюю интенсивность периода наиболее оживленного движения. Периодом наиболее оживленного движения на большинстве городских и внегородских дорог обычно является 16-часовой отрезок времени в течение суток.

Практическая ценность решения задачи подсчета интенсивности состоит в развитии разработок оценки риска возникновения транспортного затора на исследуемых перекрестках, что позволяет категорировать участки улично-дорожной сети по степени риска возникновения транспортного затора с целью увеличения пропускной способности по приоритету и выбора наиболее оптимального кратчайшего расстояния. Для определения интенсивности дорожного движения в ITSGIS рекомендовано использовать данные, полученные в ходе диагностики дороги подвижным наблюдателем при помощи видео- или фотосъемки. Параллельно учет количества транспортных средств на обследуемой дороге можно осуществлять на стационарном посту.

При росте интенсивности движения транспорта и достижении его величины равной и/или выше пропускной способности улично-дорожной сети, происходит резкое увеличение плотности автодороги при резком снижении скорости потока, а, следовательно, и снижении интенсивности движения, вплоть до полной остановки.

Таблица 1. Интенсивность движения за 15 минут, ул. Революционная х ул. Дыбенко ,12 сентября 2022 года, понедельник, утро 09:09-09:24

Интенсивность движения за 15 минут	1		2		3	
Номер сечения						
Вид ТС/ Номер направления движения	1	2	3	4	5	6
Легковые авто, небольшие грузовики и др. автомобили с/без прицепа	44	59	77	79	57	30
Двухосные грузовые автомобили до 2т	1	1	2	0	1	0
Трехосные грузовые автомобили до 6т	0	0	0	0	0	0
Четырехосные грузовые автомобили	0	0	0	0	0	0
Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0
Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	2	1	2	0	2
Автобусы малого класса	0	1	2	0	0	0
Автобусы среднего класса	0	0	0	0	0	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо большого класса	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0
Велосипед	0	1	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 1.

Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	1	1	0	0
Общая интенсивность	44	62	83	81	58	32
Пешеходы	3		2		23	
Время расчёта						

Таблица 2. Интенсивность движения за 1 час

Интенсивность движения за 1 час						
Номер сечения	1	2	3	4	5	6
Вид ТС/ Номер направления движения	1	2	3	4	5	6
Легковые авто, небольшие грузовики и др. автомобили с/без прицепа	174	234	309	315	228	120
Двухосные грузовые автомобили до 2т	3	3	9	0	3	0
Трехосные грузовые автомобили до 6т	0	0	0	0	0	0
Четырехосные грузовые автомобили	0	0	0	0	0	0
Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0
Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	6	3	6	0	6
Автобусы малого класса	0	3	6	0	0	0
Автобусы среднего класса	0	0	0	0	0	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо большого класса	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0
Велосипед	0	3	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	3	3	0	0
Общая интенсивность	177	249	330	324	231	126
Пешеходы	12		6		90	

Таблица 3. Интенсивность движения за 1 час в приведенных легковых автомобилях

Интенсивность движения с приведенными коэффициентами						
Номер сечения	1	2	3	4	5	6
Вид ТС/ Номер направления движения	1	2	4	5	7	8
Легковые авто, небольшие грузовики и др. автомобили с/без прицепа	174	234	309	315	228	120
Двухосные грузовые автомобили до 2т	5	5	14	0	5	0
Трехосные грузовые автомобили до 6т	0	0	0	0	0	0
Четырехосные грузовые автомобили	0	0	0	0	0	0
Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0
Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	0	0	0	0	0	0
Шестиосные седельные автопоезда	0	0	0	0	0	0
Автомобили с семью и более осями и другие	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо малого класса, газель	0	9	5	9	0	9
Автобусы малого класса	0	5	11	0	0	0
Автобусы среднего класса	0	0	0	0	0	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	0	0	0	0	0
Автобусы особо большого класса	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0
Велосипед	0	1	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	9	9	0	0
Общая интенсивность	179	254	347	333	233	129
Суммарная интенсивность по всем направлениям	432		680		362	
Пешеходы	12		6		90	

Номер сечения	1	2	3
Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка	908	1166	873
Суточная среднегодовая интенсивность	2937	3772	2824

Список литературы

1. ГОСТ 32965-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. <http://docs.cntd.ru/document/1200132267>
2. Жданов, В.Л. Организация дорожного движения: Методические указания. / В.Л. Жданов, А.В. Косолапов [Текст] // Кемерово: Кузбасский государственный технический ун-т им. Т.Ф. Горбачева, 2013. – 39 с.
3. Астратов, О.С. Видеомониторинг транспортных потоков. / О.С. Астратов, В.Н. Филатов, Н.В. Чернышева [Текст] // Информационно-управленческие системы. – 2004. – № 1. – С. 14-21.
4. Толстиков, Н. П. Определение интенсивности движения статистическим методом. / Н. П. Толстиков, В. Б. Ивасик [Текст] // Автомобильные дороги. – 1988. – № 10. – С. 15-17.
5. Мартынов, В.В. Статистические методы обработки экспериментальных данных / В.В. Мартынов, П.В. Мартынов [Текст]// Саратов: СГТУ, 2011. – 188 с.
6. Михеева, Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий / Т.И. Михеева [Текст] // Информационные технологии. 2006. №1. С. 69-75.
7. Михеева, Т.И. Исследование методов локального управления транспортными потоками / Т.И. Михеева, С.В. Михеев [Текст] // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» – Самара: СГАУ, – 2003. С. 24-30.
8. Врубель, Ю.А. Исследования в дорожном движении / Ю.А. Врубель [Текст] // Учебно-методическое пособие – Мн.: РИОБНТУ, 2007. – 178 с.
9. Трофименко, Ю.В. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов / Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов [Текст] / М.: Логос, 2013. – 464 с.

Pavlova A.D., Alekseev S.A.

**BUILDING A PASSPORT OF THE INTENSITY OF TRANSPORT AND
PEDESTRIAN FLOWS TAKING INTO ACCOUNT THE INTERSECTION
AURORA AND DYBENKO STREETS**

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

The article considers the construction of a passport of the intensity of traffic and pedestrian flows, taking into account the intersection of Aurora and Dybenko streets in Samara with the display on an interactive map by the intelligent transport geoinformation system ITSGIS.

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

УДК 004.02

Михеева Т.И., Смолев А., Клепиков Н.М.

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАГИНА ИТСГИС
С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПАСПОРТИЗАЦИИ
ДОРОГ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ**

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

Цель статьи – анализ методов внедрения нейронных сетей в плагин системы. Объектом исследования является применение нейронных сетей при разработке системы паспортизации дорог в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS. Проанализированы современные подходы к использованию нейронных сетей в системах, исследованы основные проблемы, слабые и сильные стороны подобных систем.

Ключевые слова: нейронные сети, машинное обучение, прогнозирование, разработка транспортных систем, внедрение нейросети, ITSGIS, сегментация данных, ассоциативная память, установление связей, иерархия связей.

Введение

Нейронные сети – это современный тренд, применяемый в науке и технике. С их помощью улучшаются программы и создаются целые системы, способные автоматизировать, ускорять и помогать в работе человеку. Основная

урбанистическая цель – научить систему самостоятельно принимать решения в сложных ситуациях так, как это делает человек.

На сегодняшний момент искусственный интеллект, базирующийся на нейронных сетях, прочно вошел и помогает в решении многих задач. Одно из самых перспективных направлений искусственного интеллекта, приближающего будущее из фантастических фильмов, являются нейронные сети. Объектом исследования является применение нейронных сетей при разработке плагина паспортизации дорог в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS. ИТСГИС активно используются в бизнесе, особенно в маркетинговой работе, применяются в сфере безопасности, развлечения и других областях. Исследованиями в этой области занимаются все самые передовые компании, такие как ITSGIS, что способствует появлению все новых открытий в этой области чуть ли не каждый день.

Нейронные сети и машинное обучение

Искусственные нейронные сети в ITSGIS построены по принципу биологических, конечно, с рядом допущений, в них действует огромное количество простых процессов с множеством связей. Для искусственных нейронных сетей под обучением понимается процесс настройки архитектуры сети (структуры связей между нейронами) и весов синаптических связей (влияющих на сигналы коэффициентов) для эффективного решения поставленной задачи. Упрощенную модель искусственного нейрона на рисунке 1.

Связи, по которым выходные сигналы одних нейронов поступают на входы других, часто называют синапсами по аналогии со связями между биологическими нейронами. Каждая связь характеризуется своим весом. Связи с положительным весом называются возбуждающими, а с отрицательным – тормозящими. Нейрон имеет один выход, часто называемый аксоном по аналогии с биологическим прототипом. С единственного выхода нейрона сигнал может поступать на произвольное число входов других нейронов [1].

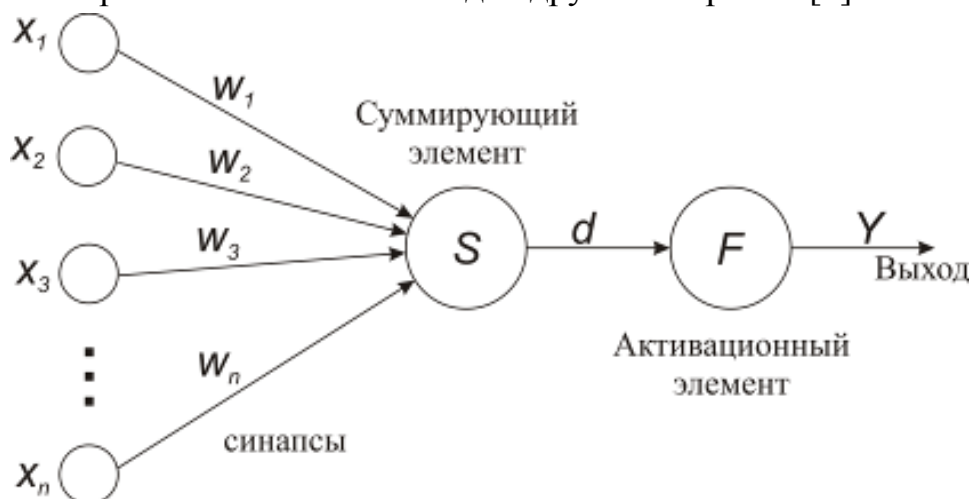


Рисунок 1. Искусственный нейрон

Тенденции развития

Нейронные сети – мощный инструмент для работы с большими объемами данных, позволяющий решить множество нетрадиционных задач за короткое время. Простота использования таких сетей заключается в их обучаемости – нет необходимости изучать различные алгоритмы и нанимать высококвалифицированных специалистов, потому как обучение происходит на примерах. Но их потенциал не раскрыт полностью, так как существует ряд проблем, которые еще решаются в настоящее время. Одной из таких проблем является недостаточная скорость передачи сигнала внутри нейронной сети, поскольку аппаратная составляющая слаба. Все зависит от того, смогут ли данные передаваться вычислительными машинами со скоростью, близкой к скорости человеческой мысли [2]. Возможно, в скором времени данные вопросы будут решены, и развитие искусственных нейронных сетей перейдет на новый этап.

Технология распознавания лиц с использованием нейронной сети также нашла своё применение в разработке мобильного программного обеспечения. Например, Face ID – технология, позволяющая пользователю разблокировать свой телефон с помощью лица: благодаря специальному алгоритму, основанному на нейронной сети, устройство составляет 3D модель лица пользователя и затем сравнивает его при следующей разблокировке. Причем, по словам разработчиков, если человек будет носить бороду, поменяет причёску, наденет очки, устройство все равно его распознает. Данная технология позволяет защитить устройство от доступа других лиц и, соответственно, от кражи личной информации.

Кроме вышеупомянутой технологии, нейронные сети также используются в других сферах. К примеру, в исследовании [2] выделены направления:

- поиск информации;
- распознавание изображений;
- искусство;
- сфера услуг.

Потенциал нейронных сетей в настоящее время еще не полностью раскрыт, поэтому, скорее всего, им будут найдены новые применения.

Алгоритмы и методы нейронных сетей

В настоящее время создано большое количество *программных систем* для обучения глубоких нейронных сетей в таблице 1.

Их основные характеристики приведены: среди наиболее популярных из них можно отметить *Caffe, Theano, TensorFlow, Torch и CNTK*.

В дополнение к описанным выше системам можно отметить также библиотеку *Keras*, которая предоставляет удобный и простой в использовании программный интерфейс для обучения глубоких нейронных сетей. *Keras* не

является самостоятельной системой, а работает поверх *Theano*, *TensorFlow* или *CNTK*. В 2016 году *Keras* включили в состав *TensorFlow* [3].

Таблица 1. Признаки набора данных UCI

Свойство	<i>Caffe</i>	<i>Theano</i>	<i>TensorFlow</i>	<i>Torch</i>	<i>CNTK</i>
Базовый язык	C++	Python	C++	Lua	C++
API	C++ Python	Python	C++ Python	Lua Python	C++, C# Python
Многоядерные CPU	+	+	+	+	+
GPU	+	+	+	+	+
Xeon Phi	+	+	-	-	-
Распределенное обучение	+	-	+	+	+
Разработчик	Центр компьютерного зрения и обучения Беркли	Университет Монреаля	Google	Ронан Коллаберт	Microsoft
Открытые коды	+	+	+	+	+
Обученные сети	+	-	+	+	+

Алгоритмы обучения сверточных нейронных сетей. Сверточная нейронная сеть (СНС) – одна из разновидностей нейронных сетей, предназначенных для эффективного анализа преимущественно двумерных и трехмерных (RGB-изображения) данных (например, распознавания объектов на изображениях) *Метод k-ближайших соседей (k-NN)* – это простой, контролируемый алгоритм машинного обучения, который может быть использован для решения задач классификации и регрессии. Он прост в реализации и понимании, но имеет существенный недостаток – он становится значительно медленнее по мере того, как размер используемых данных растет. Структура СНС показана на рисунке 2.

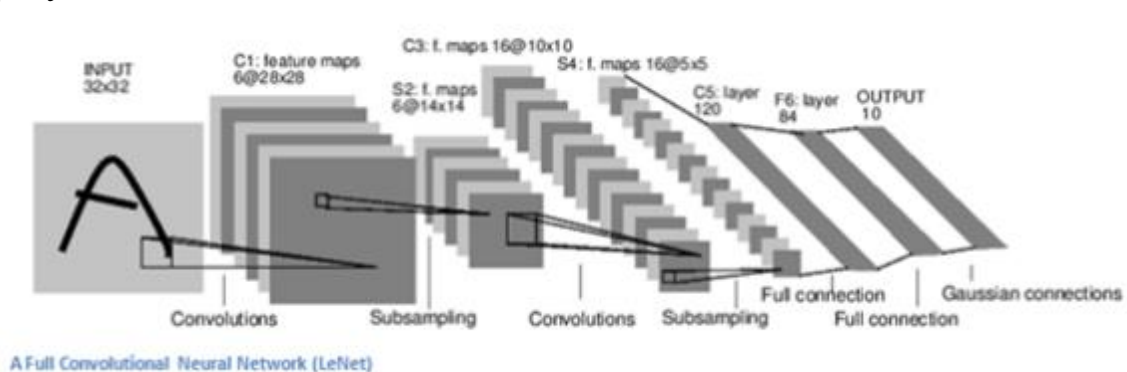


Рисунок 2. Типовая архитектура СНС для задач классификации объектов на изображении

Для обучения сверточной нейронной сети используется специфическая версия алгоритма обратного распространения ошибки, который относится к методам обучения с учителем. Основой обратного распространения ошибки по сверточному слою служит операция свертки. При передаче матрицы ошибок от слоя пулинга ко сверточному слою производится обратная свертка матрицы ошибок слоя пулинга с ядром матрицы по следующей схеме (рисунок 3). Затем производится свертка входа сверточного слоя с матрицей ошибок данного слоя, повернутой на 180 градусов (рисунок 4).

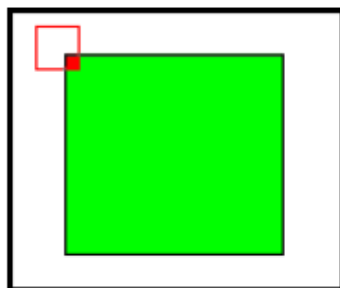


Рисунок 3. Схематичное изображение операции обратной свертки

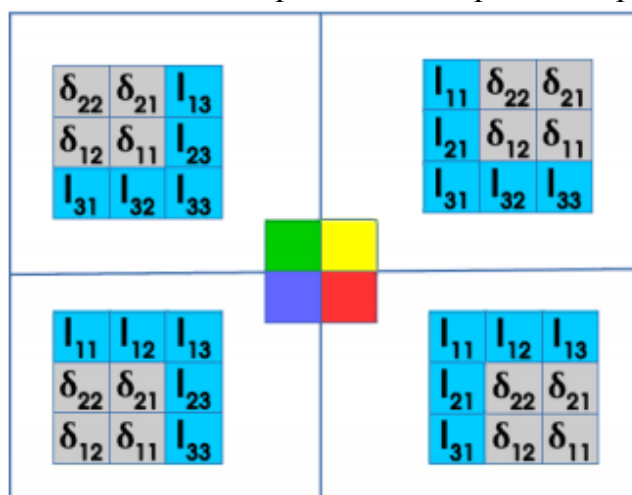


Рисунок 4. Схема свертки входа сверточного слоя с матрицей ошибок

Затем полученная матрица умножается на скорость обучения, и вычитается из ядра свертки данного слоя. Таким образом, производится изменение весов в ядре свертки сверточного слоя СНС [4].

Модифицированный алгоритм обучения нейронных сетей

Основная идея рассматриваемого в данной работе подхода состоит в том, что используемые для обучения примеры должны получать весовые коэффициенты, улучшающие нейронную сеть, полученную в процессе обучения. Необходимость использования весов примеров при обучении может быть обусловлена следующими причинами:

- 1) один из примеров плохо обучается;
- 2) число примеров разных классов в обучающем множестве сильно отличается;
- 3) примеры в обучающем множестве имеют различную достоверность

Первая причина актуальна в случае, когда имеется априорная информация о значимости примера и необходимо, чтобы нейронная сеть научилась его воспринимать. Однако в силу своих особенностей пример не учитывается при обучении нейронной сети обычными методами.

Вторая причина актуальна для случая, когда в обучающей выборке есть классы, число примеров которых мало по сравнению с другими классами. В пакетном режиме обучения ошибка, рассчитанная по этим примерам, может потеряться в суммарной ошибке по всей выборке, в результате чего такие примеры могут быть проигнорированы.

Для решения проблемы, вызванной первой и второй причинами, обучающим примерам необходимо присвоить весовые коэффициенты. Они будут использоваться при расчете ошибки обучения E и усиливать вклад выбранных примеров в суммарную ошибку обучения.

В начале процесса обучения используются все имеющиеся примеры. Поскольку нейронная сеть перед началом обучения инициализируется случайными значениями, распределение ошибок по используемым примерам равномерно. При этом ошибки по всем примерам не превышают значение E_2 .

Как только ошибка примера пересекает границу E_1 , он получает единичный коэффициент. Если при дальнейшем обучении ошибка примера превысит E_1 , он снова получит усиливающий весовой коэффициент. Если ошибка примера превысила значение E_2 , то пример считается выбросом и не участвует в дальнейшем обучении. Направления изменений ошибок показаны пунктирными стрелками на рисунке 5.

Предложенная реализация алгоритма обучения позволяет избежать переобучения нейронной сети, связанного с чрезмерным стремлением достичь нулевой ошибки. При этом данный алгоритм в большей степени учитывает свойства малочисленных групп примеров, чем стандартный алгоритм. Блок-схема алгоритма изображена на рисунке 6 [5].

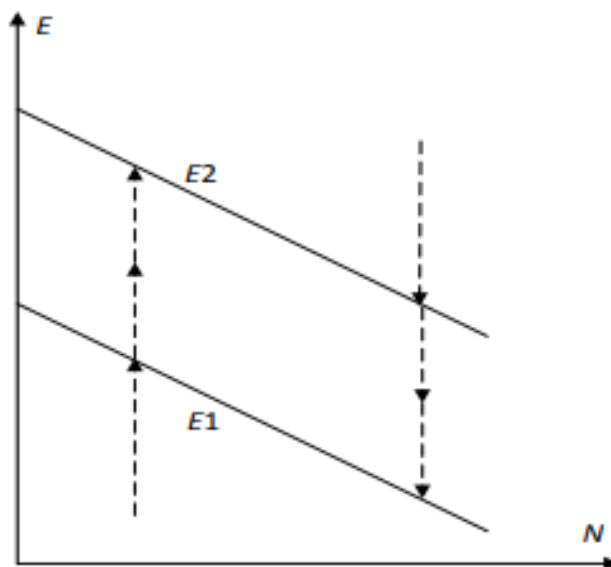


Рисунок 5. Направления изменений ошибок выхода в процессе обучения



Рисунок 6. Блок-схема алгоритма обучения

Практическое использование нейронных сетей

Сообщалось о многих схемах, позволяющих избежать столкновений в режиме реального времени. Методы искусственного потенциального поля используют полюс притяжения для достигаемого положения и отталкивающие поверхности для препятствий. Таким образом, робот может быть запрограммирован таким образом, чтобы избежать столкновения. *Csiszar* и др. улучшил метод, введя несколько геометрических форм для характеристики препятствий, и этот метод проверен, чтобы быть эффективным в более общей среде. В области проблемы локального минимума в процессе планирования разработанная схема двойных минимумов с использованием двух полюсов притяжения, чтобы избежать локальных минимумов.

В то время, как роботы описываются набором форм огибающей, а расстояние между критическими точками превышает заданное значение, столкновения можно избежать (показывается на рисунке 7).

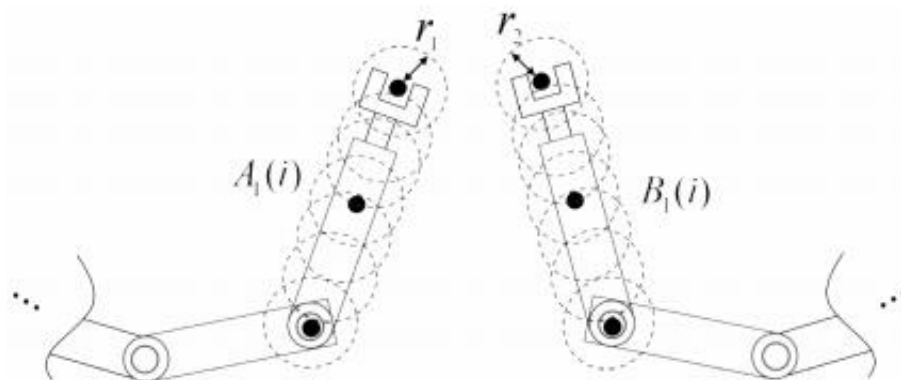


Рисунок 7. Схема предотвращения столкновений на основе формы огибающей

В процессе взаимодействия роботов существует риск столкновения двух рук. Поэтому еще одним ключевым вопросом в задаче планирования движения двойных роботизированных манипуляторов является предотвращение потенциальных столкновений между роботами [6]. Методы обнаружения столкновений, основанные на моделировании огибающей, использовались для определения того, произойдет ли столкновение между роботом и внешней средой. Робот-манипулятор просто описан набором форм оболочки, таких как цилиндрическая или сферическая. Таким образом, способ предотвращения столкновений на основе сферических форм огибающей для описания роботов предлагается в ИТСГИС. Интересным открытием является то, что применение аналогичной архитектуры глубокой нейронной сети для классификации набора рукописных цифр *MNIST* также обеспечивает очень высокую точность. Это сходство может указывать на то, что архитектура глубоких нейронных сетей

подходит для обнаружения ключевой информации в данных этот размер, независимо от того, влияют ли данные на подвижность робота. Схема приведена на рисунке 8 [7].

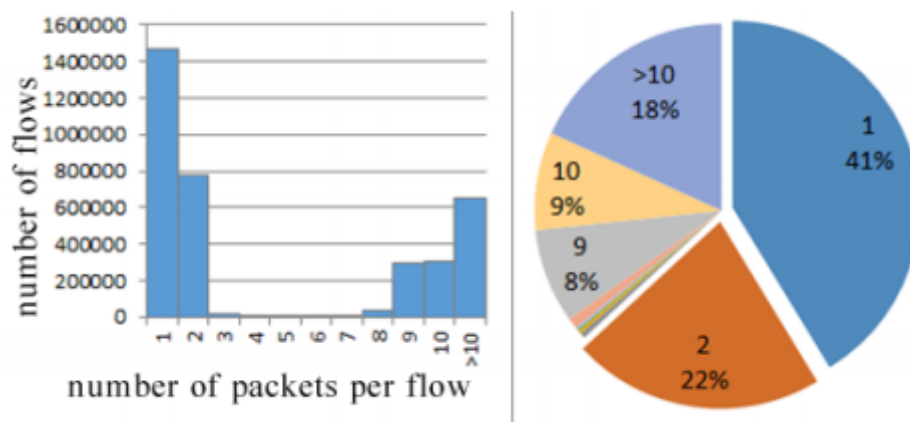


Рисунок 8. Количество пакетов на поток в наборе данных

Планирование движения без столкновений на основе рекуррентных нейронных сетей. С быстрым развитием 5G, интернета вещей, облачных вычислений и видео высокой четкости спрос на пропускную способность оптических сетей резко возрастает. Чтобы удовлетворить такой высокий спрос, архитектура оптических систем развивается в сторону более динамичной и интеллектуальной. В частности, все большее внимание привлекает проектирование низкомаржинальных оптических сетей.

Чтобы определить причину мягкого сбоя в оптоволоконной линии связи, крайне важно получить информацию о состоянии системы. Это может быть достигнуто путем анализа оптического спектра сигнала в промежуточных узлах канала связи с использованием OSA, как показано на рисунке 9.

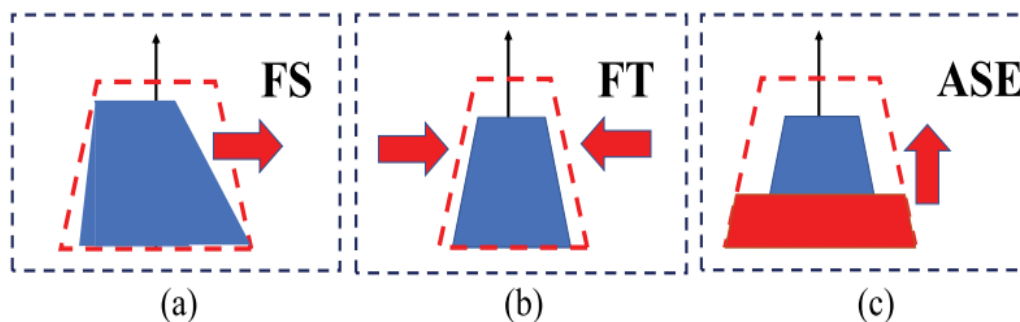


Рисунок 9. (a) Иллюстрация *FS*, (b) *FT* и (c) повышенный шум *ASE*

В ИТСГИС в плагине анализируется значение ядра первого этапа в частотной области. Ядро преобразуется в частотную область с помощью БПФ, а нулевая частота смещается к центру. Некоторые ядра отвечают за извлечение функции края *PSD*, такой как третье ядро второго ряда. Некоторые ядра отвечают за извлечение объектов из центра *PSD*, таких как второе ядро второго

ряда. Некоторые ядра отвечают за извлечение элементы, как с края, так и с центральной части *PSD*, такие как первое ядро второго ряда. На основе этих извлеченных функций *CNN* первого этапа может обнаружить функции *PSD* и определить, вызван ли мягкий сбой *WSS* или нет [8].

Для решения этих проблем методы диагностики неисправностей на основе глубокого обучения (*DL*) в последнее время привлекли внимание многих исследователей. *DL* состоит из нескольких слоев нейронных сетей; эти сети являются математическими моделями, вдохновленными паттернами связности биологических нейронных сетей. Эта нейросетевая модель распределена и интеллектуально способна обрабатывать информацию. *DL* также может автоматически изучать оптимальные функции для заданных задач из входного набора данных. Поэтому мы можем облегчить проблемы зависимости знаний предметной области, обнаруженные в обычных методах диагностики с использованием моделей, основанных на нейронных сетях.

Среди многих методов *DL* сверточная нейронная сеть (*CNN*) широко используется во многих областях благодаря преимуществам, которые включают локальную связь, совместное использование параметров и возможность учитывать информацию высокой размерности во входных данных [9].

Исследование и разработка плагина с применением нейронных сетей для паспортизации дорог в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS. Технический учет и паспортизация автомобильных дорог производятся с целью получения данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог. Элементами дороги, подлежащими техническому учету, являются: полоса отвода, земляное полотно, проезжая часть, искусственные сооружения, здания дорожной службы, дорожные инженерные устройства и обстановка дороги, озеленение дороги, здания автотранспортной службы.

В полевых работах рекомендуется выделить следующие этапы:

- планирование и подготовка материалов;
- закрепление начала и конца автодороги;
- определение координат GPS аппаратурой;
- обследование и определение геометрических параметров искусственных сооружений;
- съемка ситуации в границах ± 50 м от оси дороги;
- съемка поперечников (съемка поперечного профиля дороги).

Таким образом, в основе методики лежит обеспечение единства измерений и контроль привязок по избыточной информации. Этот подход обеспечивает высокое качество работ [10].

В научно-исследовательской работе данная методика реализована с использованием системы ITSGIS. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS» – это сложная система с многослойной электронной картой городов, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской транспортной инфраструктуры (строения, дороги, дорожные знаки, светофоры, световые опоры, остановки общественного транспорта, транспортные маршруты, закрепленные территории и др.) и специализированными геообъектами (дорожно-транспортные происшествия, места их концентрации, интенсивность транспортных потоков, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.). «ITSGIS» предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской транспортной инфраструктуры на основе геоинформационной системы. «ITSGIS» позволяет:

- отображать электронные карты распространенных форматов;
- редактировать карту с помощью базовых графических примитивов;
- гибко настраивать пользовательский интерфейс;
- разрабатывать разнообразные модули («плагины»), расширяющие систему [11].

Заключение

В результате исследования темы и найденной литературы получено представление о проблемах и способах решений, могут существовать в рамках данной темы. Основываясь на проделанной работе, сделан вывод об актуальности темы. Разобраны методы и алгоритмы нейронного обучения, как по-отдельности, так и в совокупности на примере научной работы.

Объектом исследования применяются нейронные сети при изменении и доработки плагина паспортизации дорог в интеллектуальной транспортной геоинформационной системе ITSGIS.

Список литературы

1. Созыкин, А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей [Электронный ресурс] / А.В. Созыкин [Текст] // Вестник ЮУрГУ. – 2017. – №3. С. 1-2. – Электрон. версия печат. публ. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-obucheniya-glubokih-neyronnyh-setey> (дата обращения: 08.01.2022).
2. Фаустова, К.И. Нейронные сети: применение сегодня и перспективы развития / К.И. Фаустова [Текст] // Территория науки. – 2017. – №4. – С. 1-3. – Электрон. версия печат. публ. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neuronnye-seti-primenenie-segodnya-i-perspektivy-razvitiya> (дата обращения: 18.07.2022).

3. Малыгина, Ю.П. Нейронные сети: особенности, тенденции, перспективы развития [Электронный ресурс] / Ю.П. Малыгина [Текст] // Молодой исследователь Дона. – 2018. – №5. – С. 2-3. – Электрон. версия печат. публ. – URL: [URL://cyberleninka.ru/article/n/neyronnye-seti-osobennosti-tendentsii-perspektivy-razvitiya](http://cyberleninka.ru/article/n/neyronnye-seti-osobennosti-tendentsii-perspektivy-razvitiya) (дата обращения: 08.01.2022).
4. Бредихин, А.И. Алгоритмы обучения сверточных нейронных сетей [Электронный ресурс] / А.И. Бредихин [Текст] // Вестник ЮГУ. – 2019. – №1. – С. 3-6. – Электрон. версия печат. публ. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmy-obucheniya-svertochnyh-neuronnyh-setey> (дата обращения: 18.07.2022).
5. Зуев, В.Н. Модифицированный алгоритм обучения нейронных сетей [Электронный ресурс] / В.Н. Зуев, В.К. Кемайкин [Текст] // Программные продукты и системы. – 2019. – №2. – С. 2-6. – Электрон. версия печат. публ. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifitsirovannyu-algoritm-obucheniya-neuronnyh-setey> (дата обращения: 08.01.2022).
6. Kim, M. Direct Connection-Based Convolutional Neural Network (DC-CNN) for Fault Diagnosis of Rotor Systems [Электронный ресурс] / M. Kim, J. H. Jung, J. U. Ko, H. B. Kong, J. Lee, B. D. Youn [Текст] // in IEEE Access. – 2020. – vol. 8. – P. 1-7. – Электрон. версия печат. публ. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9200639> (дата обращения: 08.01.2022).
7. J. Liang, Recurrent Neural Networks-Based Collision-Free Motion Planning for Dual Manipulators Under Multiple Constraints [Электронный ресурс] / J. Liang, Z. Xu, X. Zhou, S. Li and G. Ye, // in IEEE Access. – 2020. – vol.8. – P. 4-12. – Электрон. версия печат. публ. – URL: [// ieexplore.ieee.org/document/9040896](https://ieeexplore.ieee.org/document/9040896) (дата обращения: 08.01.2022).
8. W. Wang, HAST-IDS: Learning Hierarchical Spatial-Temporal Features Using Deep Neural Networks to Improve Intrusion Detection [Электронный ресурс] / W. Wang // in IEEE Access. – 2018. – vol. 6. – P. 1-10. – Электрон. версия печат. публ. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8171733> (дата обращения: 08.01.2022).
9. H. Lun, Soft Failure Identification for Long-haul Optical Communication Systems Based on One-dimensional Convolutional Neural Network [Электронный ресурс] / H. Lun // in Journal of Lightwave Technology. – 2020. – vol. 38. – no. 11. – P. 1-5. – Электрон. версия печат. публ. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9072615> (дата обращения: 08.01.2022).
10. Барсук, М.Н. Методика определения геометрических параметров при проведении паспортизации автомобильных дорог / М.Н. Барсук [Текст]

// Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2010. – № 22. – С. 172-180.

11. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро [Электронный ресурс] / Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К., Сидоров А.В., Савинов Е.А. // Интелтранс. – 2016. – 171с. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26056559_73437478.pdf (дата обращения: 08.10.2022).

Mikheeva T.I., Smolev A.M., Klepikov N.M.

**DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE ITSGIS PLUGIN WITH THE
USE OF NEURAL NETWORKS FOR THE CERTIFICATION OF ROADS
ON AN ELECTRONIC MAP**

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

The purpose of the article is to analyze the methods of implementing neural networks in a plug-in system. The object of the study is the use of neural networks in the development of a road certification system in the intelligent transport geoinformation system ITSGIS. Modern approaches to the use of neural networks in systems are analyzed, the main problems, weaknesses and strengths of such systems are investigated.

Keywords: neural networks, machine learning, forecasting, development of transport systems, neural network implementation, ITSGIS, data segmentation, associative memory, establishing links, hierarchy of links.

УДК 004.02

Золотовицкий А.В., Смолев А.М.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ
НА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЕ**

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

Загруженность магистралей стремительно возрастает в связи с перенасыщением транспортного потока. Актуальным является решение задач,

связанных с организацией и управлением транспортными процессами для минимизирования неблагоприятных последствий транспортных задержек и простоев. Объект исследования: транспортные процессы на урбанизированной территории. Цель работы: исследовать транспортную инфраструктуру на выбранном участке улично-дорожной сети урбанизированной территории – изучить существующую дислокацию технических средств организации дорожного движения, составить базу данных и построить геоинформационную модель улично-дорожной сети в ITSGIS.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, геоинформационная система, автоматизированная система, паспорт дороги, ITSGIS, автомобильная дорога, база данных.

Введение

Современное управление транспортом – это интегрирующее комплекс научных направлений: теорию управления, геоинформатику, пространственные знания, системный анализ, теорию транспортных систем, дистанционное зондирование, геодезическое обеспечение, информационное моделирование, топологический анализ и др.

Новые цели обусловлены необходимостью решения задач управления в условиях качественного роста интенсивности транспортных потоков, роста числа транспортных средств, требованием роста скоростного режима, требованием повышения безопасности движения с учетом появления новых угроз, сокращением времени принятия управленческих решений, принципиальной неспособностью человека к оперативному принятию решений вследствие роста сложности и объемов управленческой информации.

Широкое развитие телекоммуникационных систем и сетей поставило специфическую задачу сетевого управления транспортными системами. Развитие космических технологий потребовало использовать методы космической связи и навигации для управления железнодорожным транспортом. Эти технологии требуют применения интеллектуальных решений. Интеллектуальное управление эффективно реализуется лишь в информационном пространстве. Это поставило задачу создать в сфере транспорта информационную среду, позволяющую эффективно и оперативно управлять процессами перевозок и безопасностью движения.

Традиционно разделяли методы организационного и технического управления. Одной из особенностей современных методов управления с использованием интеллектуальных технологий и интеллектуальных информационных систем является возрастающая интеграция методов управления. В целом ответом на все возрастающие требования к управлению транспортом и учет новых

условий и требований приводят к необходимости создания и применения интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

Современное развитие ИТС состоит не столько в создании безопасного транспорта и строительства дорог, сколько в создании новых систем управления, новых технологий и ИТС. Для внедрения ИТС необходимо обладать минимальным набором информации о характеристиках транспортных потоков – интенсивности, скорости и плотности движения транспортных средств, существующей транспортной задержке и существующей модели организации транспортных процессов на улично-дорожной сети урбанизированной территории.

1. Урбанизированная территория. Модель улично-дорожной сети

Урбанизированные территории - традиционный объект исследования социально-экономической географии, в т.ч. таких ее ветвей как география населения, география городов и геоурбанистика. Интерес к особенностям, закономерностям, факторам и принципам развития урбанизированных территорий возрастает по нескольким причинам, важнейшие из которых возросшая мобильность населения, становление постиндустрии и концентрация все большего количества людей в городах. Для крупнейших городов и их агломераций характерно и изменение городских функций в сторону усиления постиндустриальных отраслей, изменение городского образа и качества жизни, усложнение процессов управления городом, что также приводит к необходимости глубоких исследований происходящих процессов на урбанизированных территориях.

Урбанизированные территории отличаются плотностью населения; высокой концентрацией объектов различного назначения - жилые, производственные, рекреационные, инфраструктурные и т.д.; высокой скоростью процессов обмена информацией и коммуникаций и т.п.; разнообразием видов деятельности человека - работа, отдых, общение, образование, общественная деятельность. Все указанные процессы и явления осуществляются на ограниченной урбанизированной территории, выплескиваются в агломерацию и привлекают из агломерации участников, информацию и ресурсы.

Одним из основных компонентов урбанизированной территории является транспортная сеть, включающая в себя улично-дорожную сеть, объекты транспортной инфраструктуры и участников дорожного движения. Исследование транспортных процессов на улично-дорожной сети подразумевает сбор исходных данных, их последующую обработку и систематизацию.

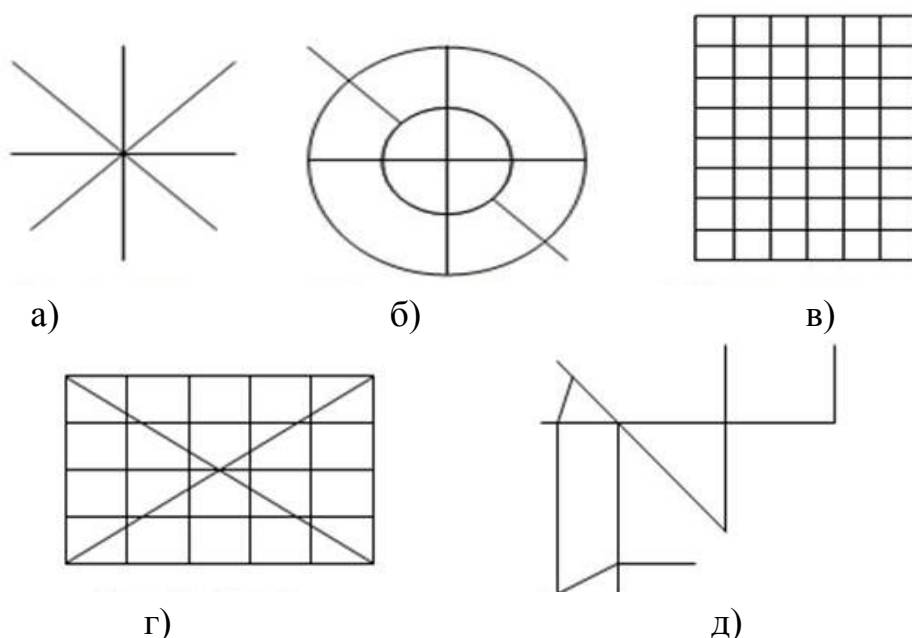
Прямоугольная схема – при ней линии движения пересекаются под прямым углом. Она наиболее проста с точки зрения создания, застройки, она по-

вышает надежность функционирования системы за счет дублирования направлений. Ее недостаток – расстояние между двумя точками линии транспорта намного больше расстояния по прямой. Для исправления схемы возникает необходимость в прокладке диагональных магистралей движения. Треугольная схема получается при реконструкции прямоугольной – прокладке большего числа диагональных направлений, имеет сложные узлы пересечения.

Радиальная схема характерна для старых городов, исторически возникших на пересечении дорог. Такая схема обеспечивает хорошую связь пригородов с центром, но и между пригородами сообщение осуществляется только через центр, что приводит к его перегрузке.

Радиально-кольцевая схема получается при развитии радиальной схемы путем добавления к ней кольцевых магистралей. Наиболее целесообразна для многих городов, так как обеспечивает высокий показатель прямолинейности сообщения (лучшую связь между всеми точками сети), имеет большую плотность в центре города, где, как правило, расположено большинство социально значимых объектов (рисунок 1).

Комбинированная свободная транспортная схема не имеет четкой геометрической закономерности построения, целесообразна для курортных населенных пунктов и городов со сложным рельефом местности. Во многих случаях оказывается наиболее приемлемой.



- а) радиальная схема
- б) радиально-кольцевая схема
- в) прямоугольная схема
- г) прямоугольная схема с диагональной магистралью
- д) свободная комбинированная

Рисунок 1. Схемы транспортных сетей

Принципиальная схема учитывается при построении модели транспортной сети в геоинформационных системах.

Геоинформационная система

Геоинформационная система (ГИС) – это информационная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки, отображения и распространения данных, а также получения на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных объектах и явлениях. Основной особенностью ГИС, отличающей ее от других информационных систем, является то, что все моделируемые в ГИС объекты и явления имеют пространственную привязку, позволяющую анализировать их во взаимосвязи с другими пространственно-определенными объектами. ГИС отличаются от большинства других информационных систем тем, что вся информация в них очень наглядно представляется в виде электронных карт.

ГИС имеют следующие подсистемы:

- подсистема сбора данных, которая собирает и проводит предварительную обработку данных из различных источников;
- подсистема хранения и выборки данных, организующая пространственные данные с целью их выборки, обновления и редактирования;
- подсистема манипуляции данными и анализа, которая выполняет различные задачи на основе этих данных, группирует и разделяет их, устанавливает параметры и ограничения и выполняет моделирующие функции;
- подсистема вывода, которая отображает всю базу данных или часть ее в табличной, диаграммной или картографической форме.

Объекты геоинформационной системы

Объектом ГИС называется объект реальной геосистемы, описываемый одним или несколькими геометрическими векторными примитивами, а также набором атрибутов.

Физически примитивы описываются последовательностью пар координат своих узлов. Атрибутами являются числовые или символьные характеристики объекта, или векторного примитива, хранящиеся в специальной базе данных (БД). В качестве атрибутов также могут быть использованы растровые изображения, аудио- и видеоматериалы, а также поведенческие атрибуты в виде функций и программных модулей, выполняющихся при определенных условиях.

Совокупность примитивов и атрибутов образует простой объект ГИС. Совокупность простых объектов образует составной объект ГИС. Иерархическое представление объектов обладает рядом несомненных достоинств: наглядность, предотвращение дублирования информации, поддержка принципа

наследования. В данном случае ГИС является объектно-ориентированной системой.

Все объекты и примитивы должны иметь свой уникальный идентификатор, при помощи которого к пространственной информации привязывается информация тематическая.

Выделяют три основных типа пространственных объектов:

- точечные (точки);
- линейные (линии);
- площадные или полигональные, контурные (полигоны).

Точки, линии и полигоны объединяет понятие плоских, или планиметрических объектов. Совокупности простых пространственных объектов могут объединяться в составной пространственный объект. Полный набор однотипных объектов одного класса в пределах данной территории образует слой.

Точечный объекты (точка) - 0-мерный пространственный объект, характеризующийся координатами (X , Y) и ассоциированными с ним атрибутами. Совокупность точечных объектов образует точечный слой. Точкой можно представить одиночные объекты, протяженность которых не имеет значения (дорожный знак, светофор, опора, малые архитектурные формы и другие объекты), а также абстрактные объекты, не имеющие размеров, но требующие привязки к территории (узел, светофорный объект, дорожно-транспортное происшествие).

Линейный объект (линия) – одномерный объект, образованный последовательностью не менее 2-х точек с известными координатами (дорожные ограждения, осевые дорог, линии электропередач, железнодорожные линии и прочие). Каждый такой объект может иметь свой стиль линий заданного цвета, толщины и типа. Совокупность линейных объектов образуют линейный слой.

Контурный объект (контур, полигон) – 2-мерный (площадной) объект, или внутренняя область, образованная замкнутой последовательностью дуг (в векторно-топологических представлениях), идентифицируемая внутренней точкой (центроид) и ассоциированными с ней значениями атрибутов. Каждый такой объект отображается в виде замкнутой линии заданного цвета, толщины и стиля. Такими объектами удобно описывать контуры зданий, площадные участки территории. Совокупность контурных объектов образует контурный слой.

Вся информация состоит из графических слоев (рисунок 2), на которых представлена однородная графическая информация, объединенная по некоторому общему семантическому признаку. Смешение на слое примитивов разных типов (классов) обычно не допускается.

Слой - совокупность однотипных пространственных объектов, относящихся к одному классу объектов в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу объектов различают точечные, линейные и полигональные слои, а также слои с трехмерными объектами (поверхностями). Послойное, или многослойное, представление является наиболее распространенным способом организации пространственных данных в геоинформационных системах.

Любой слой может быть включен или выключен (в зависимости от состояния флага визуализации) из образа общей цифровой карты. Таким образом, происходит удобное регулирование информационной насыщенности карты и абстрагирование в зависимости от рассматриваемой проблемы. Описание всех слоев и их атрибутов цифровой карты называется легендой.

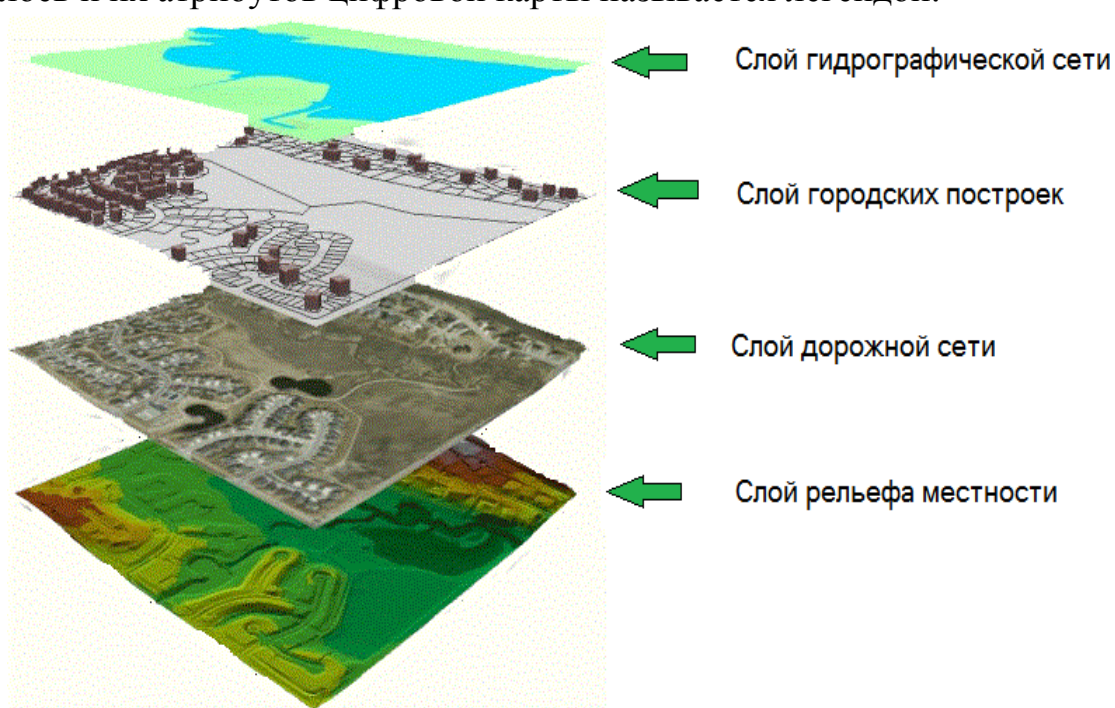


Рисунок 2. Структура многослойной карты

Классификация геоинформационных систем

Геоинформационные системы разрабатываются с целью решения научных и прикладных задач по мониторингу экологических ситуаций, рациональному использованию природных ресурсов, а также для инфраструктурного проектирования, городского и регионального планирования, для принятия оперативных мер в условиях чрезвычайных ситуаций др.

Множество задач, возникающих в жизни, привело к созданию различных ГИС, которые могут классифицироваться по следующим признакам:

По функциональным возможностям:

- полнофункциональные ГИС общего назначения;

- специализированные ГИС, ориентированные на решение конкретной задачи в какой-либо предметной области;
- информационно-справочные системы для домашнего и информационно-справочного пользования.

Функциональные возможности ГИС определяются также архитектурным принципом их построения:

- закрытые системы, не имеющие возможностей расширения, они способны выполнять только тот набор функций, который однозначно определен на момент покупки.
- открытые системы отличаются легкостью приспособления, возможностями расширения, так как могут быть достроены самим пользователем при помощи специального аппарата (встроенных языков программирования).

По пространственному (территориальному) охвату:

- глобальные (планетарные);
- общенациональные;
- региональные;
- локальные (в том числе муниципальные).

По проблемно-тематической ориентации:

- общегеографические;
- экологические и природопользовательские;
- отраслевые (водных ресурсов, лесопользования, геологические, туризма и т.д.);

По способу организации географических данных: векторные; растровые; векторно-растровые ГИС.

Интеллектуальные транспортные системы

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) – комплекс взаимосвязанных автоматизированных систем, решающих задачи управления дорожным движением, мониторинга и управления работой всех видов транспорта (индивидуального, общественного, грузового), информирования граждан и предприятий об организации транспортного обслуживания на территории региона. Интеллектуальные транспортные системы основаны на применении современных информационных и телекоммуникационных технологий и методов управления с учётом потребностей правоохранительных органов и законодательных требований. Они имеют практически неограниченную масштабируемость и интегрируются с существующими информационными системами и базами данных государственных органов, в том числе – служб дорожного патруля и правопорядка.

Интерес к интеллектуальным транспортным системам появился с приходом проблем дорожных заторов как результат объединения современных технологий моделирования, управления в реальном времени, а также коммуникационных технологий. Дорожные заторы появляются по всему миру как результат увеличивающейся автомобилизации, урбанизации, а также как роста населения, так и увеличивающейся плотности заселения территории. Дорожные заторы уменьшают эффективность дорожно-транспортной инфраструктуры, увеличивая, таким образом, время пути, расход топлива и уровень загрязнения окружающей среды.

Интеллектуальные транспортные системы различаются по применяемым технологиям: от простых систем автомобильной навигации, регулирования светофоров, систем регулирования грузоперевозок, различных систем оповестительных знаков (включая информационные табло), систем распознавания автомобильных номеров и систем регистрации скорости транспортных средств, до систем видеонаблюдения, а также до систем, интегрирующих информационные потоки и потоки обратной связи из большого количества различных источников, например из систем управления парковками, метеослужб, систем разведения мостов и прочих. Более того, в интеллектуальных транспортных системах могут применяться технологии предсказания на основе моделирования и накопленной ранее информации.

Задачи, решаемые интеллектуальными транспортными системами:

- повышение качества транспортного обслуживания населения;
- обеспечение безопасности дорожного движения и перевозок;
- расширение возможностей общегородской системы автоматизированного управления дорожным движением по удовлетворению возрастающего спроса на пассажирские и грузовые перевозки на всех видах транспорта;
- повышение качества выполнения государственных функций и предоставления государственных услуг в части транспортного комплекса региона.

Основные объекты транспортной инфраструктуры

Элементы улично-дорожной сети – улицы, аллеи, бульвары, набережные, мосты, переулки, проезды, тупики, площади, шоссе, проспекты, остановки наземного транспорта и т.д.

Улица – это сглаженная или имеющая покрытие (мощение, асфальтирование, бетонирование и т. д.) линейная коммуникативная территория внутри поселения, предназначенная для движения безрельсовых, рельсовых транспортных средств и/или пешеходов, а также для организации застройки и обеспечения доступа к застройке. В общем случае улица включает в себя:

- проезжую часть, в том числе, специально выделенные полосы для движения общественного транспорта;
- трамвайные пути;
- специальные дорожки и выделенные полосы для движения велосипедов;
- тротуары для пешеходов;
- прилегающую в установленных границах территорию, на которой могут быть расположены остановочные пункты (объекты) общественного транспорта, объекты связи, инженерного обустройства, озеленения, другие инфраструктурные и ландшафтные объекты.

Улицы в поселениях, как правило, являются территориями общего пользования и располагаются между зданиями и/или застроенными земельными участками.

Улицы, в отличие от дорог, могут быть только пешеходными. В границах улицы могут быть расположены объекты инженерной инфраструктуры для движения надземных видов транспорта.

В зависимости от планировочных особенностей, установленных (разрешённых) параметров движения транспортных средств, условий движения пешеходов, уровня озеленения и других параметров, а также местных особенностей и национальных традиций, улицам могут присваиваться различные родовые названия: проспекты; улицы; линии; бульвары; аллеи; набережные; проезды, в том числе, внутриквартальные.

Совокупность всех улиц в границах (в красных линиях) поселения можно считать «уличной сетью» или «сетью улиц» данного поселения.

Дорога – это обустроенная или приспособленная и используемая для движения, сглаженная или имеющая покрытие (мощение, асфальтирование, бетонирование и т. д.) полоса территории, обеспечивающая передвижение преимущественно транспортных средств, а также людей и/или животных, как правило, между поселениями и/или другими объектами деятельности человека. Дороги могут быть территориями общего пользования или находиться в частной собственности.

Совокупность всех дорог в границах рассматриваемой территории называется «дорожной сетью» данной территории.

В состав УДС включаются также путепроводы, мосты, тоннели, виадуки, транспортные развязки, подземные и надземные переходы, иные инфраструктурные объекты, которые обеспечивают непрерывность движения транспортных средств и пешеходов, обеспечивают и/или облегчают преодоление встречающихся на пути следования искусственных и естественных преград и препятствий (реки, протоки, иные водоёмы, поперечно расположенные улицы и

дороги, в том числе, трамвайные и железнодорожные пути, трубопроводы и иные объекты).

Технические средства организации дорожного движения

К техническим средствам организации дорожного движения относят дорожные знаки, разметку, светофоры, дорожное ограждение и направляющее устройство.

Дорожный знак – устройство в виде панели определённой формы с обозначениями или надписями, информирующими участников дорожного движения о дорожных условиях и режимах движения, о расположении населённых пунктов и других объектов.

Знаки подразделяют на:

- 1) основной – знак, необходимость установки которого определяется дорожными условиями в соответствии с требованиями соответствующего стандарта;
- 2) дублирующий – знак, установленный в том же поперечном сечении дороги, что и основной знак, служащий для повышения надёжности восприятия информации участниками движения;
- 3) предварительный – знак, установленный до основного знака и предупреждающий водителей о предстоящем изменении режима движения или объекте, информация о которых содержится на основном знаке;
- 4) повторный – знак, установленный за основным знаком и подтверждающий его информацию;
- 5) знак дополнительной информации (табличка) – знак, ограничивающий или уточняющий действие других знаков, совместно с которыми он применён.

Дорожный светофор – светосигнальное устройство для регулирования движения.

Светофорный объект – группа светофоров, установленных на участке улично-дорожной сети, очерёдность движения по которому конфликтующих транспортных потоков или транспортных и пешеходных потоков регулируется светофорной сигнализацией.

Дорожное ограждение – устройство, предназначенное для предотвращения съезда транспортного средства с обочины и мостового сооружения (моста, путепровода, эстакады и т.п.), переезда через разделительную полосу, столкновения со встречным транспортным средством, наезда на массивные препятствия и сооружения, расположенные на обочине и в полосе отвода дороги, на разделительной полосе (удерживающее ограждение для автомобилей), падения пешеходов с мостового сооружения или насыпи (удерживающие огражде-

ния для пешеходов), а также для упорядочения движения пешеходов и предотвращения выхода животных на проезжую часть (ограничивающее ограждение).

Направляющее устройство – сигнальный столбик, тумба, направляющий островок, островок безопасности, предназначенные для зрительного ориентирования.

Основные характеристики транспортных потоков

При формировании информации о состоянии дорожного движения в первую очередь необходимы данные, характеризующие транспортный поток.

Многолетний зарубежный и отечественный опыт научных исследований и практических наблюдений за транспортными потоками позволил выделить наиболее объективные показатели. По мере совершенствования методов и аппаратуры для исследования транспортных потоков номенклатура показателей, используемых в организации дорожного движения, продолжает развиваться. Наиболее часто применяемыми являются: интенсивность транспортного потока, его состав по типам транспортных средств, плотность потока, скорость движения, задержки движения.

Интенсивность транспортного потока (интенсивность движения) I_a – это число транспортных средств, проезжающих 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 и средств измерения.

Заключение

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. Собраны 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.

Список литературы

1. Борисова, Н.Е. Классификация моделей формализации транспортного потока в условиях города [Текст] / Н.Е. Борисова [Текст] // Молодежный научно-технический вестник. – 2013. – № 7.
2. Буслаев, А. П. Вероятностные и имитационные подходы к оптимизации автодорожного движения [Текст] / А.П. Буслаев, А.В. Новиков, В.М. Приходько, А.Г. Таташев, М.В. Яшина ; под ред. В.М. Приходько. – М. : Мир, 2003. – 368 с.
3. Гатиятуллин, М.Х. Интеллектуальная транспортная система для крупных городов [Текст] / М.Х. Гатиятуллин, Р.Р. Загидуллин // Вестник НЦБЖД. – 2010. – № 5. – С. 76–82.
4. Гвоздев, В.Е. Проблемы информационного обеспечения систем анализа состояния природно-технических объектов на основе математико-геоинформационного моделирования [Текст] / В.Е. Гвоздев // Проблемы управления и моделирования в сложных системах. – Самара : ИПУСС РАН, 2000. С. 323–326.
5. Загорулько, Ю.А. Моделирование потоков в сложных системах с применением интеллектуальных технологий [Текст] / Ю.А. Загорулько, И.Г. Попов, В.В. Тарасевич // Проблемы управления и моделирования в сложных системах. – Самара, ИПУСС РАН, 1999. С. 39-45.
6. Захаров, С.Б. Интеллектуальные транспортные системы [Текст] / С.Б. Захаров // Вестник СамГУПС. – 2010. – № 4 (10). – С. 89–94.
7. Зырянов, В.В. Моделирование транспортных потоков на городской сети [Текст] / В.В. Зырянов, В.Г. Кочерга // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах. – СПб. : СПб. ГАСУ, 2006. – С. 193–197.
8. Изюмский, А.А. Проблемы и перспективные направления развития интеллектуальных транспортных систем в России [Текст] / А.А. Изюмский, И.Н. Котенкова // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2013. – Т. 2. – С. 206–211.
9. Михайлов, А.Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов [Текст] / А.Ю. Михайлов, И.М. Головных. – Новосибирск : Наука, 2004. 267 с.
10. Михеева, Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий. [Текст]: /Т.И. Михеева, // Информационные технологии. 2006. №1. С.69–75.

11. Михеева, Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем [Текст] / Т.И. Михеева // Самара : Самар. науч. центр РАН, 2008. 380 с.
12. Наумова, Н.А. Управление транспортными потоками на улично-дорожной сети городов [Электронная публикация] / Н.А. Наумова, Л.М. Данович // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – Режим доступа : <http://www.science-education.ru/104-6728>.
13. Сапрыкина, О.В. Построение геоинформационной математической модели транспортной инфраструктуры [Текст] / О.В. Сапрыкина, О.Н. Сапрыкин, Т.И. Михеева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. Т. 16. – № 4(2). – С. 409–412.
14. Якимов, М.Р. Транспортное планирование : создание транспортных моделей городов [Текст] / М.Р. Якимов // М. : Логос, 2013. – 188 с.

Zolotovitsky A.V., Smolev A.M.
ORGANIZATION OF TRANSPORT PROCESSES
URBANIZED TERRITORY
ON THE INTERACTIVE MAP

Samara University named after Academician S.P. Korolev
IntelTranS

The congestion of highways is rapidly increasing due to the saturation of the traffic flow. It is relevant to solve problems related to the organization and management of transport processes to minimize the adverse consequences of transport delays and downtime. Object of research: transport processes in the urbanized territory. The purpose of the work: to investigate the transport infrastructure on the selected section of the urbanized territory's street-road network – to study the existing dislocation of technical means of traffic management, to compile a database and to build a geoinformation model of the street-road network in ITSGIS.

Keywords: street and road network, geoinformation system, automated system, road passport, ITSGIS, highway, database.

УДК 656.225.073.444

Овчинникова М.Д., Молодыко К.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ В «ITSGIS»
ДИСЛОКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА РЯЗАНЬ

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

В статье рассматривается выполнение построения комплексной математической модели транспортной инфраструктуры части города Рязань, а также оптимизация дислокации технических средств организации дорожного движения в городе Рязань. Цель работы: оценка текущего состояния части транспортной инфраструктуры города Рязань. В процессе работы построена комплексная модель транспортной сети города Рязань: Голенчинское шоссе, Славянский проспект, ул. Братиславская от Славянского проспекта до ул. Гоголя; исследованы дорожные знаки города Рязань, дорожная разметка, опоры освещения, остановки общественного транспорта, пешеходные ограждения. Проведена комплексная оптимизация дислокации технических средств организации дорожного движения на рассматриваемых участках, с учетом существующих геообъектов транспортной инфраструктуры города, с использованием интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS».

Ключевые слова: геоинформационная система, математическое моделирование, транспортная инфраструктура, транспортный процесс, геообъекты, пространственно-распределительная информация.

Введение

Современная география и наука о Земле в основном полагаются на цифровые пространственные данные, полученные с помощью технологий дистанционного зондирования, обработанные и визуализированные с помощью специальных географических информационных систем (ГИС). Географические информационные системы – уникальный аналитический инструмент для создания компьютерных электронных карт. ГИС используются в различных отраслях современной экономики, начиная от планирования в градостроении, маркетинговых исследований и кончая предупреждением особых ситуациях. Сначала ГИС были предназначены для военного применения. Они использовались

при составлении артиллерийской съемки местности и для полетных карт в военно-воздушных силах, но в последующем стали эффективно применяться для гражданских целей.

Геоинформационная система – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах.

Понятие геоинформационной системы также используется в более узком смысле – как инструмента (программного продукта), позволяющего пользователям искать, анализировать и редактировать как цифровую карту местности, так и дополнительную информацию об объектах.

Геоинформационная система может включать в свой состав пространственные базы данных, редакторы растровой и векторной графики, различные средства пространственного анализа данных. Применяются картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне и многих других областях.

Реализация карт в геоинформационной системе более проста и гибка, используя для нанесения объекты на местность данные дистанционного зондирования, съемками на местности и т. д. Гибкость создания карт заключается в удобстве ввода и редактировании внесенных данных, возможности внесения различной геометрической информации для упрощения процесса визуализации, совместном и многократном использовании данных цифровой карты.

В целях повышения эффективности территориального управления создаются новые геоинформационные системы управления транспортными потоками на муниципальном, местном, районном, региональном и федеральном уровнях. На этой основе создаются системы управления транспортом и навигационные системы, а также системы по сбору данных и их обработке в соответствии с нормами и стандартами. Одним из примеров создания геоинформационных систем является система «ITSGIS».

«ITSGIS» – это интеллектуальная транспортная геоинформационная система (ИТСГИС) с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры. «ITSGIS» предназначен для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационной системы.

В работе выполняется построение комплексной математической модели транспортной инфраструктуры города в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» с учетом существующих геообъектов транспортной инфраструктуры города Тольятти, а также оптимизация дислокации технических средств организации дорожного движения на электронной карте города.

Функция интеллектуальности ИТСГИС обеспечивается за счет максимально возможной автоматизации процессов управления транспортно-дорожным комплексом, выработке прогнозных управляющих решений на основе современных математических решений и высокоэффективных аппаратно-программных реализаций. На техническом уровне ИТСГИС имеет распределенную элементную архитектуру: на транспортных средствах, в инфраструктуре. Дополнительные программные модули (плагины) расширяют функциональность системы и позволяют работать со специализированными геообъектами – точечными, линейными и полигональными геометриями на электронной карте с прикрепленной к ним семантической информацией.

Для того чтобы построить математическую модель транспортной инфраструктуры города, необходимо провести сбор информации об объектах транспортной инфраструктуры г. Рязань на основе геомаршрутов с привязкой видео к координатам местности (на основе Яндекс-карт и Яндекс-панорам). На рисунке 1 представлен вид г. Рязань в программе «ITSGIS».

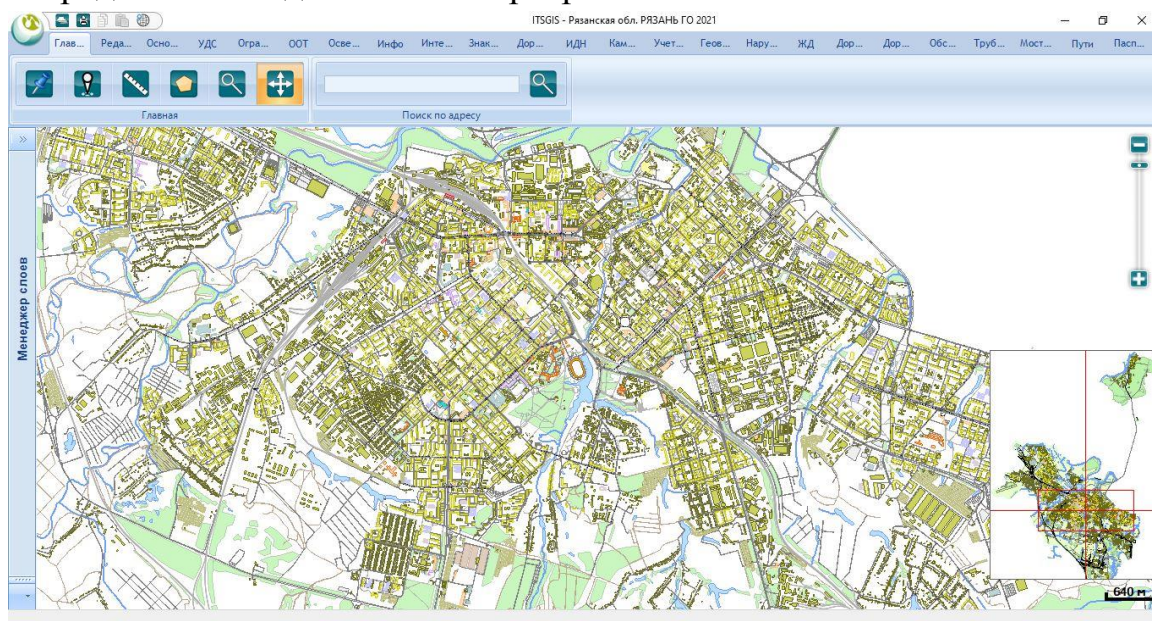
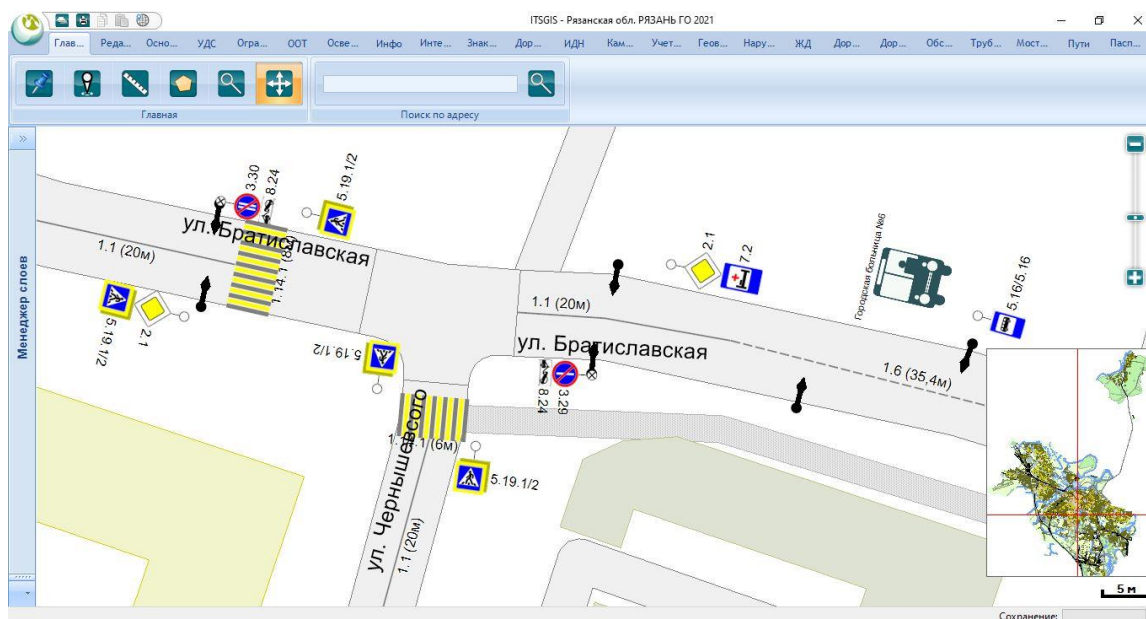


Рисунок 1. г. Рязань в программе «ITSGIS»

Определение дислокации технических средств организации дорожного движения

Дислокация ТСОДД определяется путем нанесения их на карту исследуемой улично-дорожной сети.



**Рисунок 2. ТСОДД в ИТSGIS на перекрестке
ул. Братиславская х ул. Чернышевского**

Дислокация остановок общественного транспорта

Знак 5.16 «Место остановки автобуса и (или) троллейбуса» применяют для обозначения остановочных пунктов соответствующих видов маршрутных транспортных средств и стоянки легковых такси. Знаки должны быть 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 5.16 около остановки «Тубдиспансер» на Голенчинское шоссе, нечётная сторона. Для этого в «ИТSGIS» 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.

Рассмотрим дислокацию остановки общественного транспорта:



Рисунок 3. Остановка Тубдиспансер (Голенчинское шоссе х Светлый проезд, нечётная сторона)

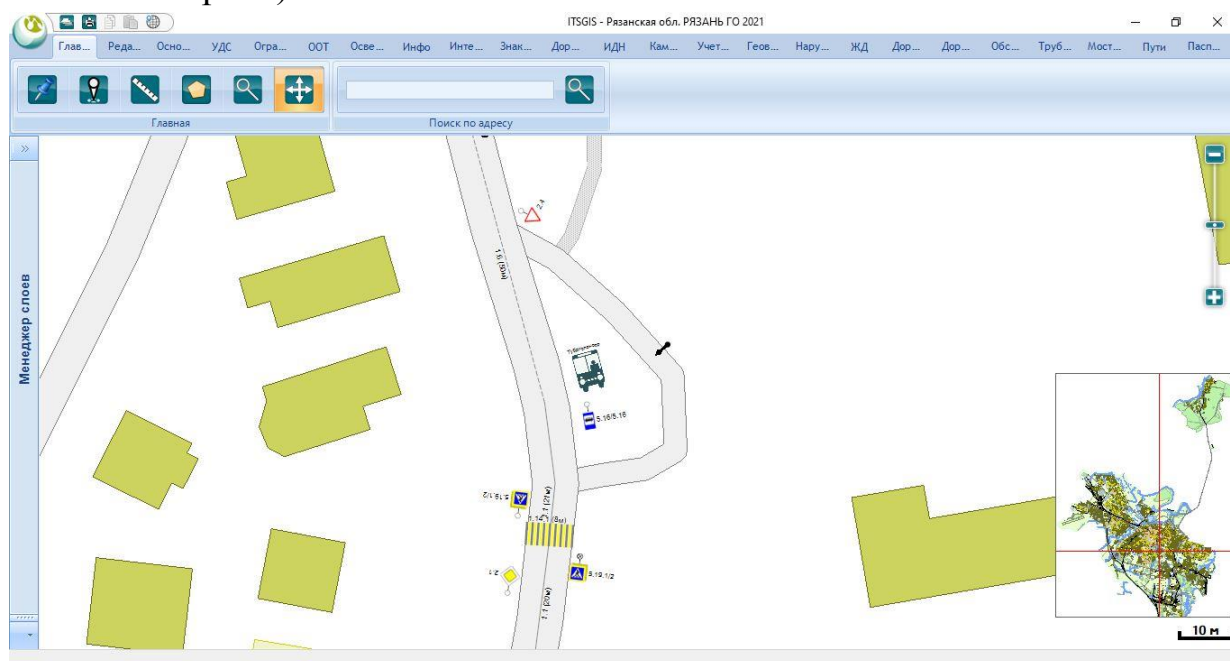


Рисунок 4. Остановка Тубдиспансер (Голенчинское шоссе х Светлый проезд, нечётная сторона)

Дислокация дорожных ограждений на Голенчинском шоссе

Чтобы нанести на карту «ITSGIS» ограждения, 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.



Рисунок 5. Ограждение на Голенчинском шоссе, четная

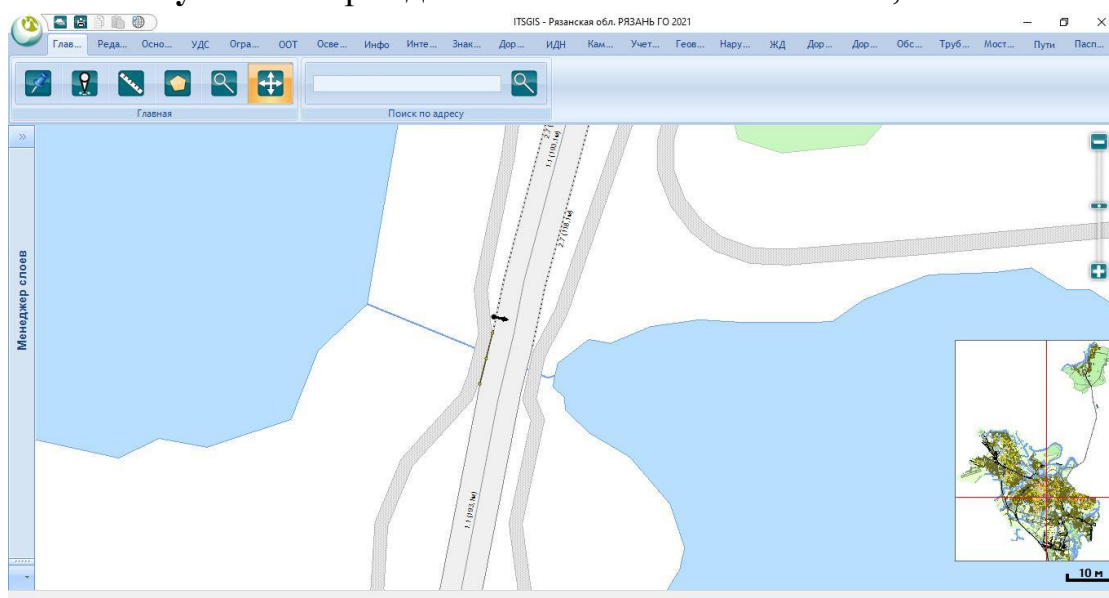


Рисунок 6. Ограждение на Голенчинском шоссе, четная

Дислокация знаков дорожного движения на Славянском проспекте
Дорожный знак – техническое средство безопасности дорожного движения, стандартизированный графический рисунок, устанавливаемый у дороги для сообщения определённой информации участникам дорожного движения.

Все знаки дорожного движения разделяются на восемь групп, каждая из которых служит для донесения определенной информации до водителя. Все, используемые на территории Российской Федерации, знаки разделяются на определенные группы.

Каждая группа дорожных знаков имеет свою форму и цветовой тон. Кроме того, на всех табличках имеется цифровой идентификатор. Первая

цифра обозначает группу, вторая – номер внутри группы, а третья – вид. Каждая группа служит для донесения до водителя какой-либо информации или запрета на передвижение.

Поведение водителей на дороге регламентируется с помощью знаков, светофоров, а также разметки. Дорожные знаки – наиболее простой, экономичный и удобный вариант, так как они имеют больше преимуществ.

Расстановка дорожных знаков в дислокации должна соответствовать ГОСТ 23457-86 «Технические средства организации дорожного движения».

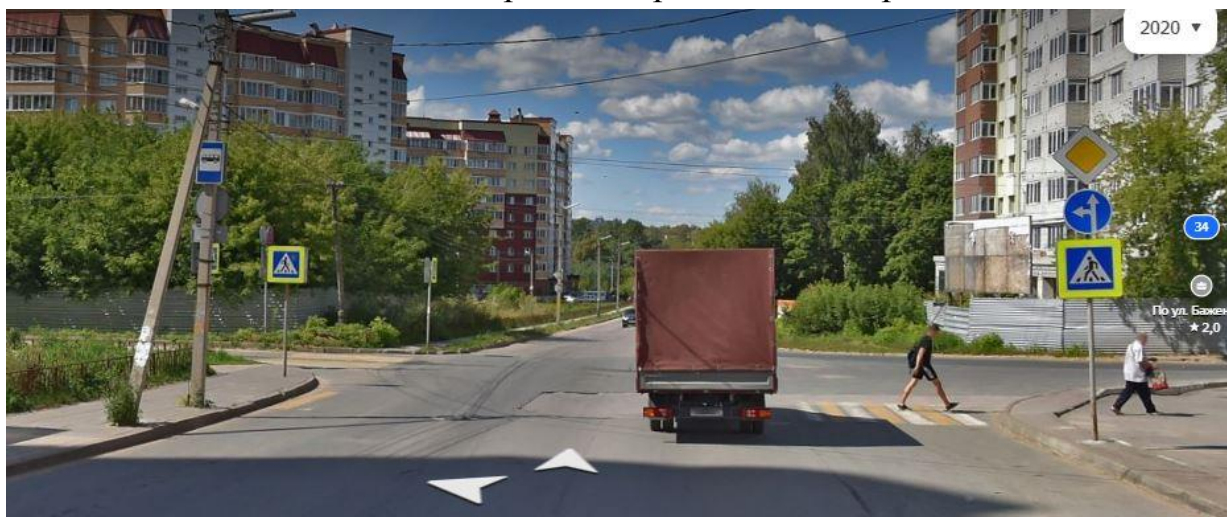


Рисунок 7. Дорожные знаки 5.19.1/5.19.2, 4.1.5, 2.1 Славянский проспект, нечет, 5.16, 5.19.1/5.19.2 Славянский проспект, чет

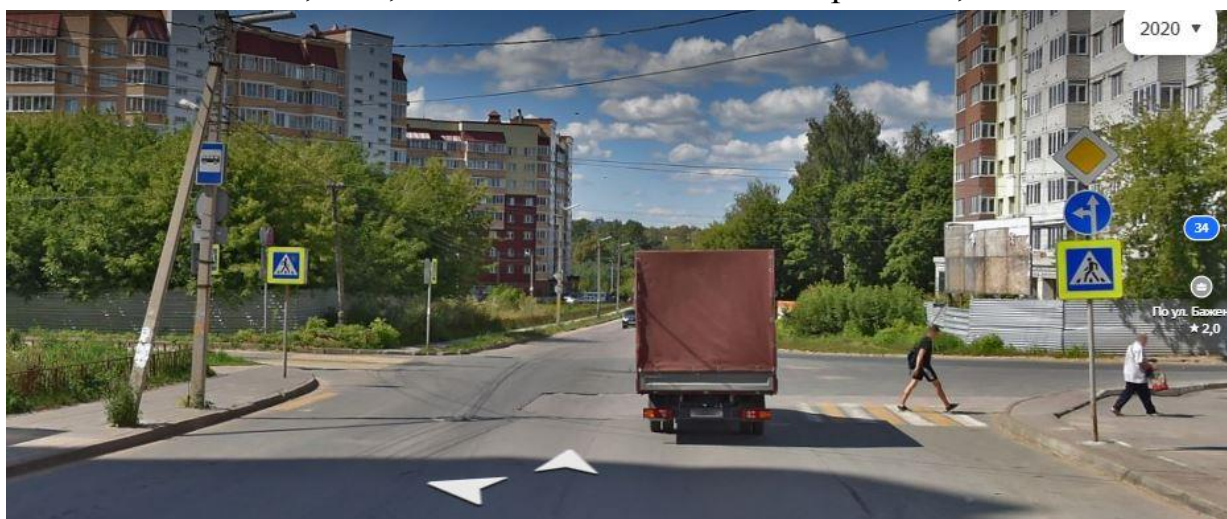


Рисунок 8. Дорожные знаки Славянский проспект x ул. Баженова

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 переутверждения.

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.

Заключение

В результате исследования получено представление об интеллектуальных транспортных системах и 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 технических средств организации дорожного движения.

Список используемой литературы

1. Ковин, Р.В. Геоинформационные системы [Текст]: учебное пособие для студентов / Р.В. Ковин, Н.Г. Марков. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2008. – 175 с.
2. «ITSGIS». Описание. [Электронный ресурс] Режим обращения – <http://www.»ITSGIS».ru/site/page?page=about>
3. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS». Ядро [Текст] / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головин [и др.] – Самара: Интелтранс, 2016. – 171 с.
4. ГОСТ Р 52289–2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Электронный ресурс] – URL: <http://vsegost.com/Catalog/36/3662.shtml>
5. Карта города Рязань в картографическом сервисе Яндекс. [Электронный ресурс] – <https://yandex.ru/maps/>, (дата обращения 05.12.2022).
6. Михеева, Т.И. Система мониторинга дислокации знаков дорожного движения / Т.И. Михеева, Н.А. Калугин, А.Н. Калугин [Текст] // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, - 2003. С. 35 - 39.

Ovchinnikova M.D., Molodyko K.A.
OPTIMIZATION IN "ITSGIS"
OF THE DISLOCATION OF THE ORGANIZATION'S TECHNICAL
MEANS TRAFFIC ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF RYAZAN

Samara University named after Academician S.P. Korolev
IntelTranS

The article considers the implementation of the construction of a complex mathematical model of the transport infrastructure of a part of the city of Ryazan, as well as the optimization of the deployment of technical means of traffic management in the city of Ryazan. Purpose of the work: assessment of the current state of a part of the transport infrastructure of the city of Ryazan. In the course of the work, a comprehensive model of the transport network of the city of Ryazan was built: Golenchinskoe Highway, Slavyansky Prospekt, Bratislava St. from Slavyansky Prospekt to Gogol St.; road signs of the city of Ryazan, road markings, lighting poles, public transport stops, pedestrian fences were studied. A comprehensive optimization of the dislocation of technical means of traffic management on the considered sections, taking into account the existing geo-objects of the transport infrastructure of the city, using the intelligent transport geoinformation system "ITSGIS", was carried out.

Keywords: geoinformation system, mathematical modeling, transport infrastructure, transport process, geo objects, spatial distribution information.

УДК 656.225.073.444

Тамарова К.Е., Савичев А.С., Алексеев С.А.
ПРОЦЕСС ОПТИМИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ «ITSGIS»
ДИСЛОКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖ-
НОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА РЯЗАНЬ

Самарский университет имени академика С.П. Королёва
ИнтелТранс

В статье рассматривается выполнение построения комплексной математической модели транспортной инфраструктуры части города Рязань, а также оптимизация дислокации технических средств организации дорожного движения в городе Рязань. Цель работы: оценка текущего состояния части транспортной инфраструктуры города Рязань. В процессе работы по-

строена комплексная модель транспортной сети города Рязань: улица Радиозаводская и улица Тимакова. Проведена комплексная оптимизация дислокации технических средств организации дорожного движения на рассматриваемых участках, с учетом существующих геообъектов транспортной инфраструктуры города, с использованием интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITS GIS».

Ключевые слова: геоинформационная система, математическое моделирование, транспортная инфраструктура, транспортный процесс, геообъекты, пространственно-распределительная информация.

Введение

Современная география и наука о Земле в основном полагаются на цифровые пространственные данные, полученные с помощью технологий дистанционного зондирования, обработанные и визуализированные с помощью специальных географических информационных систем (ГИС). Географические информационные системы – уникальный аналитический инструмент для создания компьютерных электронных карт. ГИС используются в различных отраслях современной экономики, начиная от планирования в градостроении, маркетинговых исследований и кончая предупреждением особых ситуациях. Сначала ГИС были предназначены для военного применения. Они использовались при составлении артиллерийской съемки местности и для полетных карт в военно-воздушных силах, но в последующем стали эффективно применяться для гражданских целей.

Геоинформационная система – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах.

Понятие геоинформационной системы также используется в более узком смысле – как инструмента (программного продукта), позволяющего пользователям искать, анализировать и редактировать как цифровую карту местности, так и дополнительную информацию об объектах [1].

Геоинформационная система может включать в свой состав пространственные базы данных, редакторы растровой и векторной графики, различные средства пространственного анализа данных. Применяются картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне и многих других областях [2].

Реализация карт в геоинформационной системе более проста и гибка, используя для нанесения объекты на местность данные дистанционного зондирования, съемками на местности и т. д. Гибкость создания карт заключается в удобстве ввода и редактировании внесенных данных, возможности внесения

различной геометрической информации для упрощения процесса визуализации, совместном и многократном использовании данных цифровой карты.

В целях повышения эффективности территориального управления создаются новые геоинформационные системы управления транспортными потоками на муниципальном, местном, районном, региональном и федеральном уровнях. На этой основе создаются системы управления транспортом и навигационные системы, а также системы по сбору данных и их обработке в соответствии с нормами и стандартами. Одним из примеров создания геоинформационных систем является система «ITSGIS».

«ITSGIS» – это интеллектуальная транспортная геоинформационная система (ИТСГИС) с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры. «ITSGIS» предназначен для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационной системы [3].

В работе выполняется построение комплексной математической модели транспортной инфраструктуры города в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS» с учетом существующих геообъектов транспортной инфраструктуры города Рязань, а также оптимизация дислокации технических средств организации дорожного движения на электронной карте города.

Функция интеллектуальности ИТСГИС обеспечивается за счет максимально возможной автоматизации процессов управления транспортно-дорожным комплексом, выработке прогнозных управляющих решений на основе современных математических решений и высокоэффективных аппаратно-программных реализаций. На техническом уровне ИТСГИС имеет распределенную элементную архитектуру: на транспортных средствах, в инфраструктуре. Дополнительные программные модули (плагины) расширяют функциональность системы и позволяют работать со специализированными геообъектами – точечными, линейными и полигональными геометриями на электронной карте с прикрепленной к ним семантической информацией [2].

Для того чтобы построить математическую модель транспортной инфраструктуры города, необходимо провести сбор информации об объектах транспортной инфраструктуры г. Рязань на основе геомаршрутов с привязкой видео к координатам местности (на основе Яндекс-карт и Яндекс-панорам). На рисунке 1 представлен вид г. Рязань в программе «ITSGIS» [3].

Определение дислокации технических средств организации дорожного движения

Дислокация ТСОДД определяется путем нанесения их на карту исследуемой улично-дорожной сети.

Дислокация остановок общественного транспорта

Знак 5.16 «Место остановки автобуса и (или) троллейбуса» применяют для обозначения остановочных пунктов соответствующих видов маршрутных транспортных средств и стоянки легковых такси. Знаки должны быть 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.

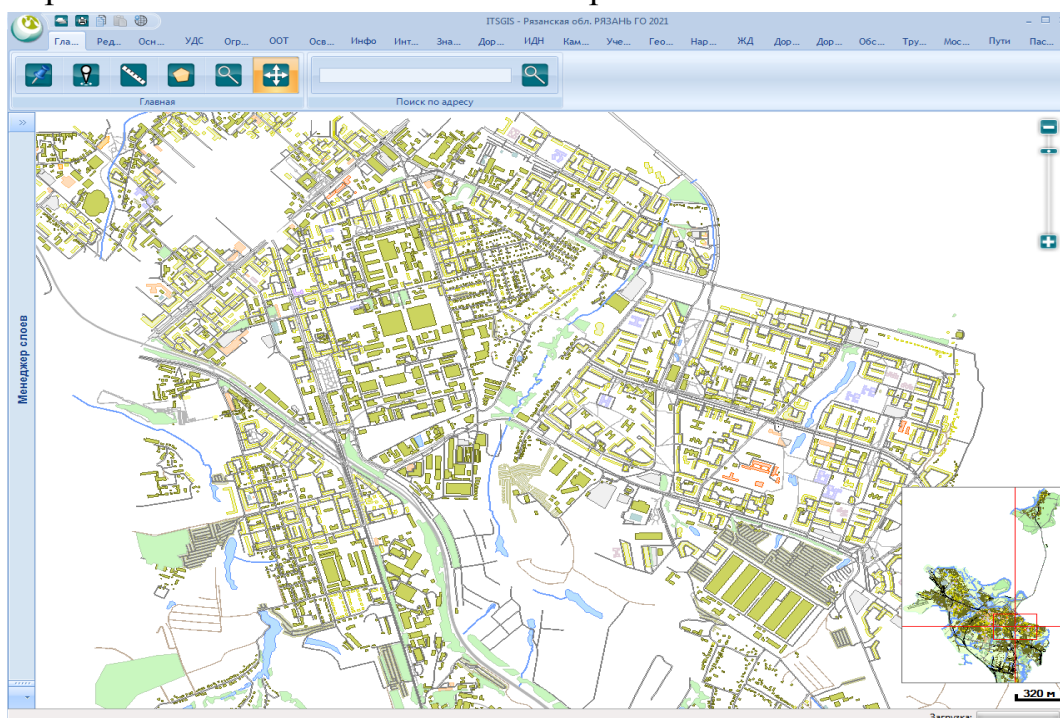


Рисунок 1. г. Рязань в программе «ITSGIS»

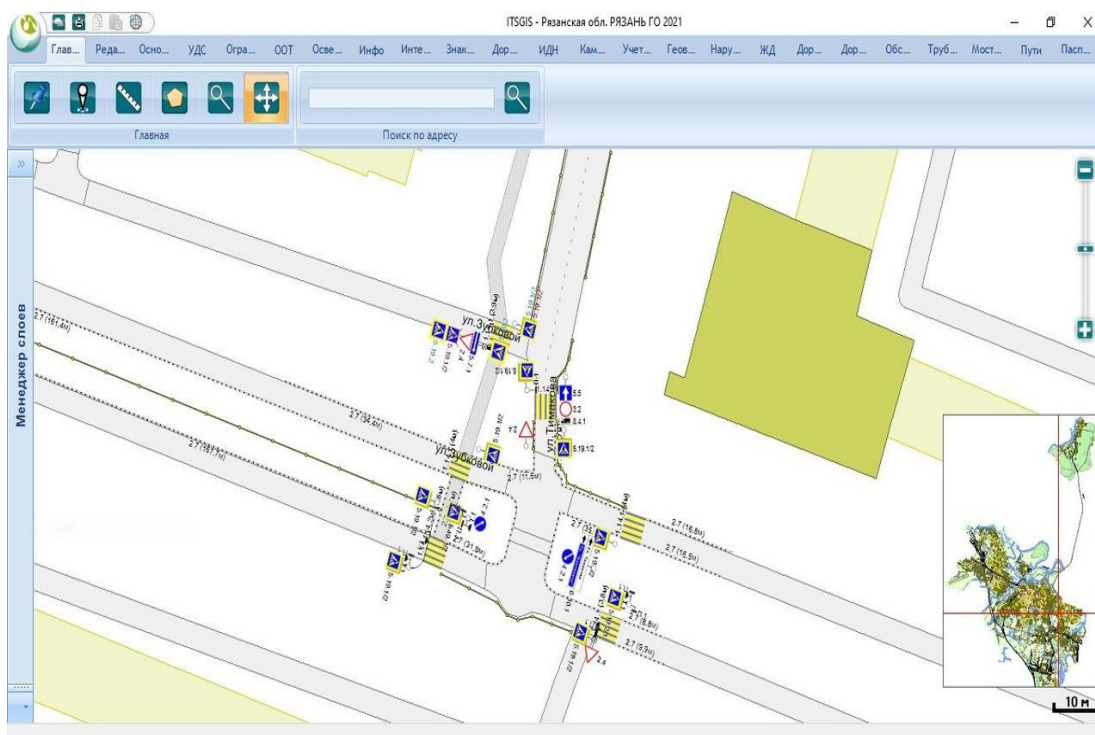


Рисунок 2. ТСОДД в ИТСГИС на перекрестке
ул.Зубкова х ул.Тимакова

Запроектируем знак 5.16 около остановки «ул.Тимакова» на улице Тимакова. 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. Поскольку этот знак проектируется, то его статус – «Требуется», типоразмер знака остается по умолчанию (I).

Рассмотрим дислокацию остановки общественного транспорта:



Рисунок 3. Остановка – ул.Тимакова



Дислокация дорожных ограждений на ул. Тимакова

Чтобы нанести на карту «ITSGIS» ограждения, 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.



Дислокация знаков дорожного движения на ул. Радиозаводская

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



Рисунок 6. Ограждение ул. Тимакова, чет

Все знаки дорожного движения разделяются на восемь групп, каждая из которых служит для донесения определенной информации до водителя. Все, используемые на территории Российской Федерации, знаки разделяются на определенные группы.

Каждая группа дорожных знаков имеет свою форму и цветовой тон. Кроме того, на всех табличках имеется цифровой идентификатор. Первая цифра обозначает группу, вторая – номер внутри группы, а третья – вид. Каждая группа служит для донесения до водителя какой-либо информации или запрета на передвижение.

Поведение водителей на дороге регламентируется с помощью знаков, светофоров, а также разметки. Дорожные знаки – наиболее простой, экономичный и удобный вариант, так как они имеют больше преимуществ.

Расстановка дорожных знаков в дислокации должна соответствовать ГОСТ 23457-86 «Технические средства организации дорожного движения».

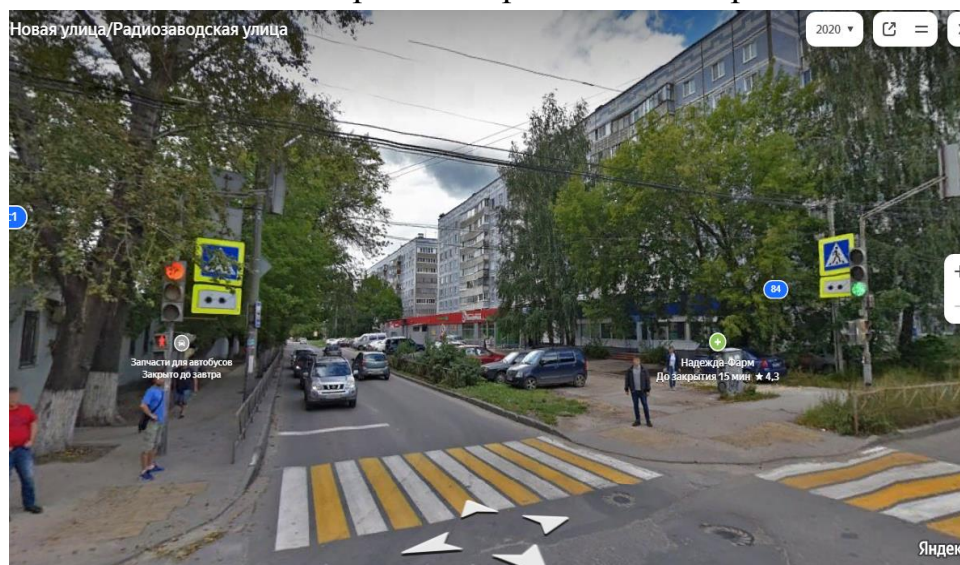


Рисунок 7. Дорожные знаки 5.19.1/2, 8.13
ул.Радиозаводская х ул.Новая

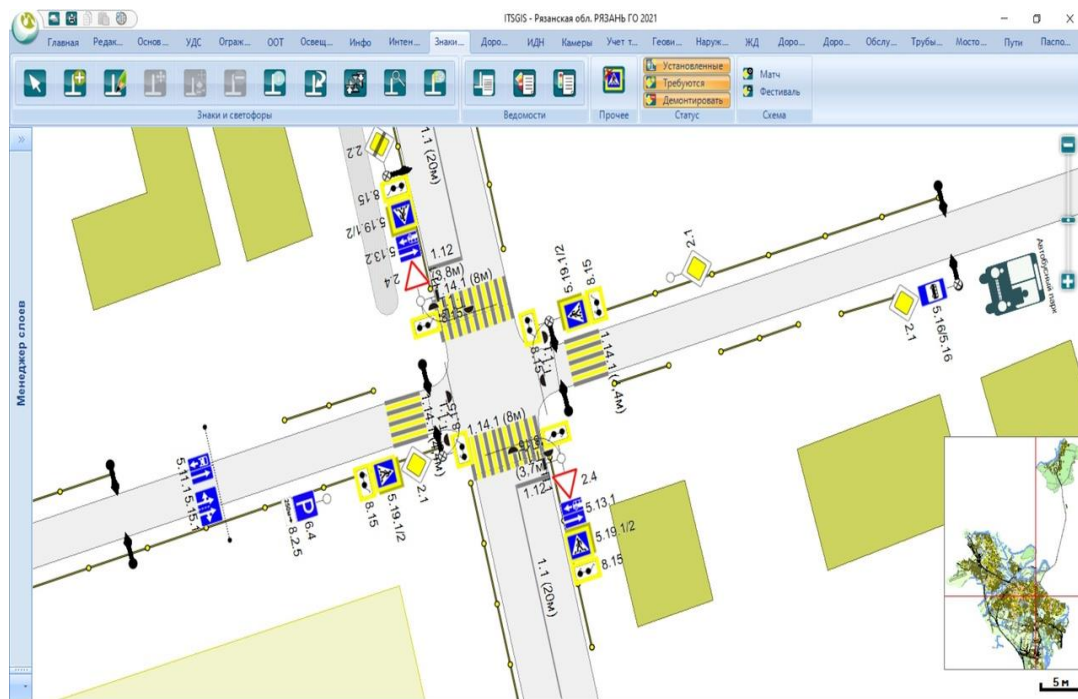


Рисунок 8. Дорожные знаки на ул. Радиозаводская х ул.Новая

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 переутверждения.

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.

Заключение

В результате исследования получено представление об интеллектуальных транспортных системах и 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 технических средств организации дорожного движения.

Список используемой литературы

1. Ковин, Р.В. Геоинформационные системы [Текст]: учебное пособие для студентов / Р.В. Ковин, Н.Г. Марков. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2008. – 175 с.
2. «ITSGIS». Описание. [Электронный ресурс] Режим обращения – <http://www.»ITSGIS».ru/site/page?page=about> (дата обращения 05. 12. 2022).
3. Михеева, Т.И. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS». Ядро [Текст] / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головин [и др.] – Самара: Интелтранс, 2016. – 171 с.
4. ГОСТ Р 52289–2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Электронный ресурс] – URL: <http://vsegost.com/Catalog/36/3662.shtml>
5. Карта города Рязань в картографическом сервисе Яндекс. [Электронный ресурс] – <https://yandex.ru/maps/>, (дата обращения 05.12.2022).
6. Михеева, Т.И. Система мониторинга дислокации знаков дорожного движения / Т.И. Михеева, Н.А. Калугин, А.Н. Калугин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» - Самара: СГАУ, - 2003. С. 35 - 39.
7. Михеев, С.В. Информационно-аналитическая система учета и анализа дорожно-транспортных происшествий / Михеев С.В., Чугунов А.И. [Текст] //IT&Transport. – Самара: Интелтранс, 2017. – Т.7. – С. 82-89.

Tamarova K.E., Savichev A.S., Alekseev S.A.

THE PROCESS OF OPTIMIZATION IN THE "ITSGIS" SYSTEM OF DISLOCATION OF TECHNICAL MEANS OF ORGANIZING ROAD TRAFFIC ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF RYAZAN

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

The article considers the implementation of the construction of a complex mathematical model of the transport infrastructure of a part of the city of Ryazan, as well as the optimization of the deployment of technical means of traffic management in the city of Ryazan. Purpose of the work: assessment of the current state of a part of the transport infrastructure of the city of Ryazan. In the course of the work, a complex model of the transport network of the city of Ryazan was built: Radiozavodskaya Street and Timakov Street. A comprehensive optimization of the dislocation of technical means of traffic management in the considered sections was carried out, taking

into account the existing geo-projects of the city's transport infrastructure, using the intelligent transport geoinformation system "ITSGIS".

Keywords: geoinformation system, mathematical modeling, transport infrastructure, transport process, geo objects, spatial distribution information.

УДК 004.9

Савинова С., Михеева Т.И.

**ПОДСЧЁТ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И
ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕКРЕСТКА
УЛИЦА АВРОРЫ x УЛИЦА АЭРОДРОМНАЯ**

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

В статье рассматривается метод подсчета интенсивности транспортных и пешеходных потоков на определенном перекрестке города Самара.

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

Введение

Рост автомобильного парка в городах и повышение интенсивности дорожного движения приводят к снижению скоростей движения, возникновению задержек в транспортных узлах, ухудшению условий движения, повышению загазованности и уровня шума в городской застройке, росту аварийности на улично-дорожной сети. Все это вызывает необходимость разработки эффективных мероприятий по устранению подобных негативных последствий, особенно по снижению дорожно-транспортных происшествий.

Условия движения, особенно в городах, характеризуются все возрастающей сложностью. Высокая и все увеличивающаяся интенсивность движения – результат диспропорции между ростом автомобильного парка и сетью автомобильных дорог. Высокий уровень аварийности, связанный с человеческим фактором, – результат диспропорции между уровнями подготовки, транспортной культуры участников движения и массовости профессий водителя.

Любой вид транспорта, в том числе и автомобильный, играет большую роль в развитии, как государства, так и его отдельных субъектов. Отчетность об интенсивности транспортных узлов является необходимой частью для анализа и совершенствования дорожных объектов города.

Расчет интенсивности транспортных и пешеходных потоков

Интенсивность движения на автомобильной дороге – интенсивность движения количество транспортных средств, проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги в единицу времени (за сутки или за один час).

Для получения интенсивности на заданном перекрёстке в каждой из четырёх точек перекрёстка в течение 15 минут подсчитывается количество транспортных средств, движущихся по трём направлениям относительно точки наблюдения: направо, прямо и налево, и количество пешеходов.

Затем данные сводятся в таблицу, распределяющую транспортные средства по видам транспорта, направлениям и времени проведения подсчёта.

Для получения часовой интенсивности умножаем каждое число таблицы на четыре. Получаем интенсивность в транспортных единицах.

Для получения интенсивности в приведенных единицах умножим интенсивность каждого вида транспорта на соответствующий ему коэффициент приведения.

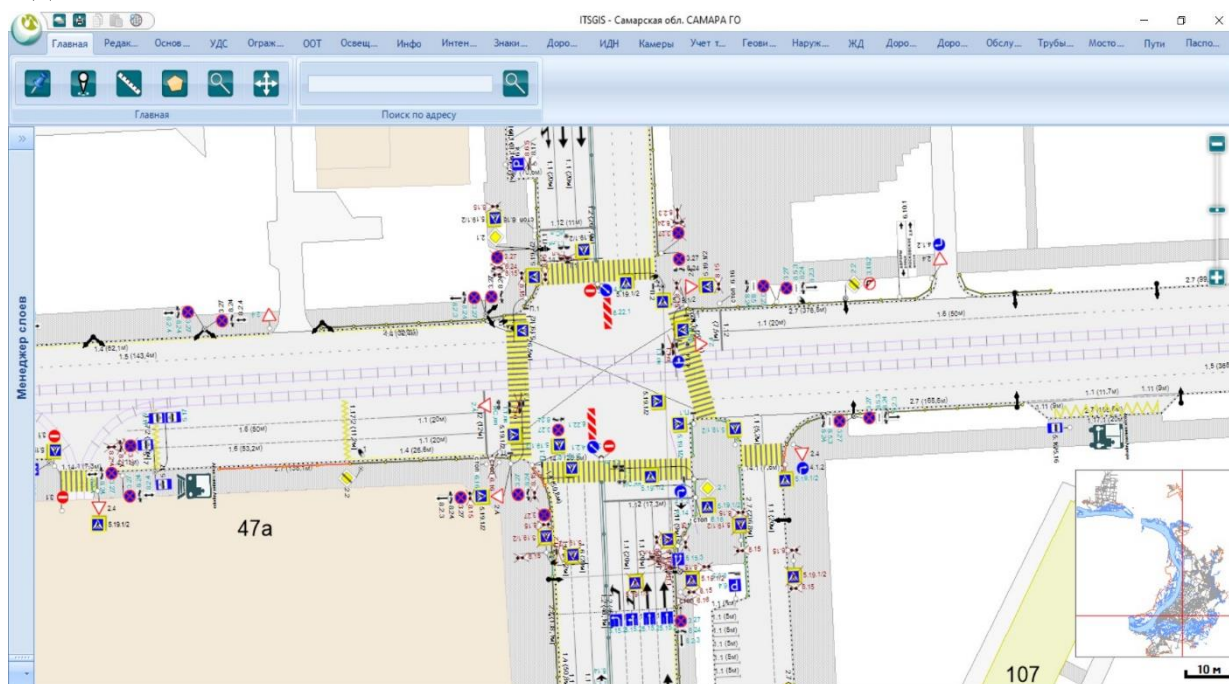


Рисунок 1. Визуализация перекрестка ул. Авроры х ул. Аэродромная в ITSGIS

Для получения суточной среднегодовой интенсивности поделим перекресток на 4 сечения и посчитаем интенсивность каждого сечения, используя интенсивность в приведенных единицах.

Для непосредственного получения суточной среднегодовой интенсивности воспользуемся формулой:

$$I_{\text{сут}} = (I_{\text{ч}}) / (k_t \cdot k_n \cdot k_r \cdot 365), \quad (1)$$

$I_{\text{ч}}$ – 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.

ул. Авроры х ул. Аэродромная (07.09.22, 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

$I_{сут1} = (1216 \div (0,055 \cdot 0,14 \cdot 0,11 \cdot 365)) = 3933$

$I_{сут2} = (2664 \div (0,055 \cdot 0,14 \cdot 0,11 \cdot 365)) = 8617$

$I_{сут3} = (1836 \div (0,055 \cdot 0,14 \cdot 0,11 \cdot 365)) = 5939$

$I_{сут4} = (2738 \div (0,055 \cdot 0,14 \cdot 0,11 \cdot 365)) = 8856$

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

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:

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

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

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

n – количество типов автомобилей.

При проектировании уличной сети города используется значение интенсивности движения на перспективу. Отдаленность этой перспективы при со-

ставлении генплана города принимают не менее 20 лет. При рабочем проектировании используют данные перспективной интенсивности 5-, 10- и 20-летней удаленности.

Наиболее часто интенсивность движения транспортных средств и пешеходов в практике организации движения характеризуют их часовыми значениями. При этом наиболее важен этот показатель в пиковые периоды. Необходимо, однако, иметь в виду, что интенсивность движения в «часы пик» в различные дни недели может иметь неодинаковые значения.

Неравномерность транспортных потоков во времени (в течение года, месяца, суток и даже часа) имеет важнейшее значение в проблеме организации движения. Термин «час пик» является условным и объясняется лишь тем, что час является основной единицей измерения времени. Продолжительность наибольшей интенсивности движения может быть больше или меньше часа. Поэтому наиболее точным будет понятие пиковый период, под которым подразумевают время, в течение которого интенсивность, измеренная по малым отрезкам времени (например, по 15-минутным наблюдениям), превышает среднюю интенсивность периода наиболее оживленного движения. Периодом наиболее оживленного движения на большинстве городских и внегородских дорог обычно является 16-часовой отрезок времени в течение суток (примерно с 5 до 22 ч).

Практическая ценность решения задачи подсчета интенсивности состоит в развитии разработок оценки риска возникновения транспортного затора на исследуемых перекрестках, что позволяет категорировать участки улично-дорожной сети по степени риска возникновения транспортного затора с целью увеличения пропускной способности по приоритету и выбора наиболее оптимального кратчайшего расстояния. Для определения интенсивности дорожного движения в ITS GIS рекомендовано использовать данные, полученные в ходе диагностики дороги подвижным наблюдателем при помощи видео- или фотосъемки. Параллельно учет количества транспортных средств на обследуемой дороге можно осуществлять на стационарном посту.

При росте интенсивности движения транспорта и достижении его величины равной и/или выше пропускной способности улично-дорожной сети, происходит резкое увеличение плотности автодороги при резком снижении скорости потока, а, следовательно, и снижении интенсивности движения, вплоть до полной остановки.

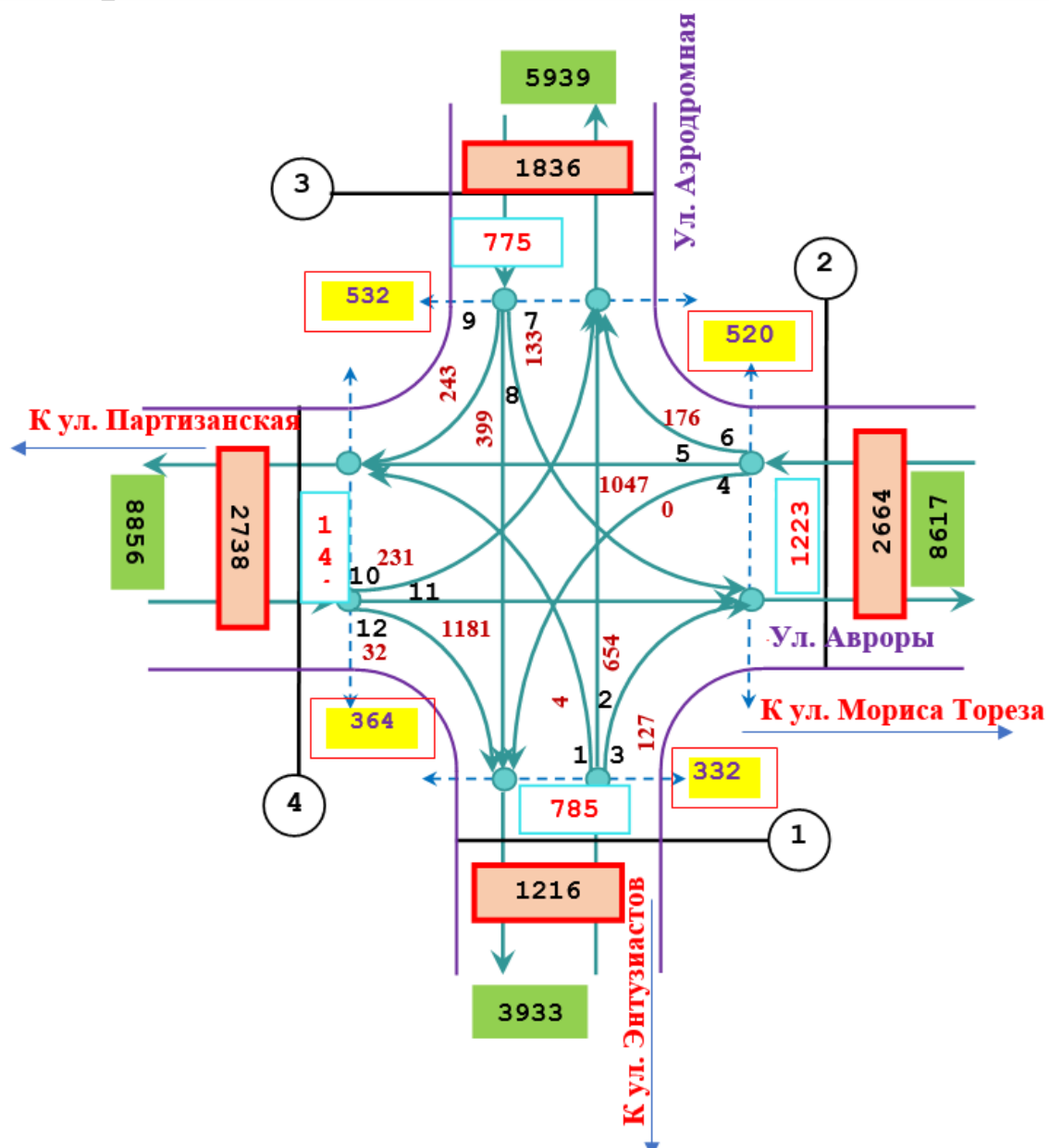


Рисунок 3. Пересечение ул. Авроры и ул. Аэродромная (утро)

Таблица 2. Интенсивность движения за 15 минут

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	1	133	24	0	191	30	21	74	44	48	231	8
Двухосные грузовые автомобили до 2т	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	4	0
Трехосные грузовые автомобили до 6т	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	7	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	2	3	0	11	1	1	3	1	1	9	0
Автобусы малого класса	0	9	1	0	18	7	6	6	5	1	15	0
Автобусы среднего класса	0	2	0	0	5	0	0	2	2	3	1	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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	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 3. 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	4	532	96	0	764	120	84	296	176	192	924	32
Двухосные грузовые автомобили до 2т	0	0	4	0	16	0	0	0	0	0	16	0
Трехосные грузовые автомобили до 6т	0	4	0	0	4	0	0	0	4	0	28	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	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		

Таблица 4. Интенсивность движения с приведенными коэффициентами

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	4	532	96	0	764	120	84	296	176	192	924	32
Двухосные грузовые автомобили до 2т	0	0	6	0	24	0	0	0	0	0	24	0
Трехосные грузовые автомобили до 6т	0	7	0	0	7	0	0	0	7	0	50	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	18	0	66	6	6	18	6	6	54	0
Автобусы малого класса	0	65	7	0	130	50	43	43	36	7	108	0
Автобусы среднего класса	0	18	0	0	44	0	0	18	18	26	9	0
Автобусы большого класса (сочлененный)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	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	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		

Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка

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

Суточная среднегодовая интенсивность

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

Список литературы

- ГОСТ 32965-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200132267> (дата обращения: 11.11.22)
- Жданов, В.Л. Организация дорожного движения: Методические указания. / В.Л. Жданов, А.В. Косолапов [Текст] // Кемерово: Кузбасский государственный технический ун-т им. Т.Ф. Горбачева, 2013. – 39 с.
- Астратов, О.С. Видеомониторинг транспортных потоков. / О.С. Астратов, В.Н. Филатов, Н.В. Чернышева [Текст] // Информационно-управленческие системы. – 2004. – № 1. – С. 14-21.
- Толстиков, Н. П. Определение интенсивности движения статистическим методом. / Н. П. Толстиков, В. Б. Ивасик [Текст] // Автомобильные дороги. – 1988. – № 10. – С. 15-17.
- Мартынов, В.В. Статистические методы обработки экспериментальных данных / В.В. Мартынов, П.В. Мартынов [Текст] // Саратов: СГТУ, 2011. – 188 с.
- Михеева, Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий / Т.И. Михеева [Текст] // Информационные технологии. – 2006. – №1. – С. 69-75.
- Михеева, Т.И. Исследование методов локального управления транспортными потоками / Т.И. Михеева, С.В. Михеев [Текст] // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники» – Самара: СГАУ, – 2003. С. 24-30.
- Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов / Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов [Текст] // М.: Логос, 2013. – 464 с.
- Михеева, Т.И. Система моделирования «Транспортная инфраструктура города» / Т.И. Михеева, И.А. Рудаков, И.А. Чугунов [Текст] // Вестник Самарск. гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки». 2008, №1. – С. 28–38.

Savinova S., Mikheeva T.I.

**CALCULATING THE INTENSITY OF TRANSPORT AND
PEDESTRIAN FLOWS ON THE EXAMPLE OF AN INTERSECTION
AURORA STREET X AERODROMNAYA STREET**

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

The article considers a method for calculating the intensity of traffic and pedestrian flows at a certain intersection of the city of Samara.

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

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».

Михеев Сергей Владиславович, кандидат технических наук.

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

Алексеев Сергей Алексеевич, заместитель генерального директора группы компаний «ИнтелТранС».

Турский-Ляхов Алексей Павлович, ОАО и Учреждение социального проектирования и строительства «Институт Реабилитации Города» им. архитектора В.А.Васильева.

Клепиков Никита Михайлович, магистрант кафедры кафедры технической кибернетики института информатики и кибернетики Самарского университета (национального исследовательского университета им. акад. С.П. Королева).

Раптанова Полина Алексеевна, аспирант кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета (национального исследовательского университета им. акад. С.П. Королева).

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

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

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

Молодыко К.А., аспирант кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского университета (национального исследовательского университета им. акад. С.П. Королева).

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

Савичев Андрей Сергеевич, бакалавр Самарского государственного экономического университета, кафедра землеустройства и кадастров, специалист отдела геоинформационных технологий научно-производственного центра «Интеллектуальные транспортные системы».

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

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Клепиков Н.М.</i> ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ PDOM И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ТАБЛИЦ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ITSGIS	4
<i>Раптанова П.А.</i> РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИДЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ITSGIS	10
<i>Турский-Ляхов А.П.</i> ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КВАНТОВОЙ МИРОВОЙ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ «ИТСГИС-СИГМА-ПЕРСЕПТРОН» И СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ	19
<i>Павлова А.Д., Алексеев С.А.</i> ПОСТРОЕНИЕ ПАСПОРТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ С УЧЕТОМ ПЕРЕКРЕСТКА УЛИЦ АВРОРЫ И ДЫБЕНКО	30
<i>Михеева Т.И., Смолев А., Клепиков Н.М.</i> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАГИНА ИТСГИС С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПАСПОРТИЗАЦИИ ДОРОГ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ	39
<i>Золотовицкий А.В., Смолев А.М.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЕ	51
<i>Овчинникова М.Д., Молодыко К.А.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ В «ITSGIS» ДИСЛОКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА РЯЗАНЬ	65
<i>Тамарова К.Е., Савичев А.С., Алексеев С.А.</i> ПРОЦЕСС ОПТИМИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ «ITSGIS» ДИСЛОКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА РЯЗАНЬ	73
<i>Савинова С., Михеева Т.И.</i> ПОДСЧЁТ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕКРЕСТКА УЛИЦА АВРОРЫ x УЛИЦА АЭРОДРОМНАЯ	82

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 27.09.2022.

Формат 60х84 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 11,04.

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