

Геоинформационное картографирование дорожных условий с использованием пространственных данных OpenStreetMap

Л.В. Гордиенко

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В данной работе рассмотрено значение транспортных сетей для развития экономики страны. Определено, что при этом на функционирование транспортных сетей влияет огромное количество разнородных факторов. В этом случае для оптимизации перевозочных процессов необходимо заранее обладать информацией о состоянии дорожной сети. Эффективным инструментом представления данных подобного рода являются геоинформационные системы, которые позволяют хранить и обрабатывать пространственные и связанные с ними атрибутивные данные. Автором предложена методика геоинформационного картографирования дорожных условий с помощью открытого проекта Openstreetmap (OSM). OSM обеспечивает доступ к актуальной географической информации, а также предоставляет программные инструменты для обработки данных. В работе определены тип и уровни повреждений дорожного полотна, разработан геоинформационный проект, в котором отражены основные типы повреждений дорожного полотна участка улично-дорожной сети.

Ключевые слова: геоинформационная система, геоинформационное картографирование, дорожная сеть, OpenStreetMap

Транспортные сети имеют важнейшее экономико-социальное значение в любой стране мира. Современные требования перевозчиков накладывают жесткие ограничения к параметрам транспортных сетей [1]. В этом случае актуальной является задача обеспечения полной, достоверной информацией субъектов перевозочного процесса о дорожных условиях. Подобного рода информация позволяет планировать маршруты с минимальными издержками [2].

Создание современной, комфортной и надежной транспортной инфраструктуры — одна из главных задач, поставленных главой государства. Основным инструментом достижения стратегической цели стал национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги», стартовавший в 2019 году и ставший логичным продолжением совместной работы федеральных и региональных ведомств дорожного хозяйства.

При управлении транспортной системой должны использоваться как подсистемы мониторинга, так и подсистемы оценки и прогноза состояния дорожного движения на отдельных элементах улично-дорожной сети (УДС).

Целью данной работы является разработка методологии геоинформационного картографирования дорожных условий с использованием пространственных данных OpenStreetMap (OSM).

Дорожная сеть и ее инфраструктура используется как в личных, так и профессиональных сферах деятельности людей. Дорожная сеть также является одним из существенных факторов при принятии управленческих решений (например, при планировании размещения жилых комплексов, спортивных, общественных и торговых центров, логистическом планировании) [3]. На функционирование дорожной сети влияет огромное количество различных факторов, имеющих как пространственный, так и непространственный характер. Поэтому использование геоинформационных систем (ГИС) при мониторинге и управлении дорожными сетями является наиболее эффективным средством [4]. ГИС, в отличие от других информационных систем позволяют визуализировать участки дорожной сети, связанные с ними объекты инфраструктуры, хранить описательную информацию о различных объектах, а также осуществлять операции поиска и анализа данных по различным критериям [5].

Участок дорожной сети и его инфраструктура включают в себя:

- Отрезок улично-дорожной сети;
 - Разметку улично-дорожной сети;
 - Пешеходные переходы;
 - Светофоры;
 - Остановки общественного транспорта;
 - Объекты освещения;
 - Дорожные знаки;
-

- Ограждения;
- Железнодорожные переезды;
- Специальные технические средства, имеющие функции фото- и киносъемки.

Схема участка улично-дорожной сети представлена на рисунке 1.

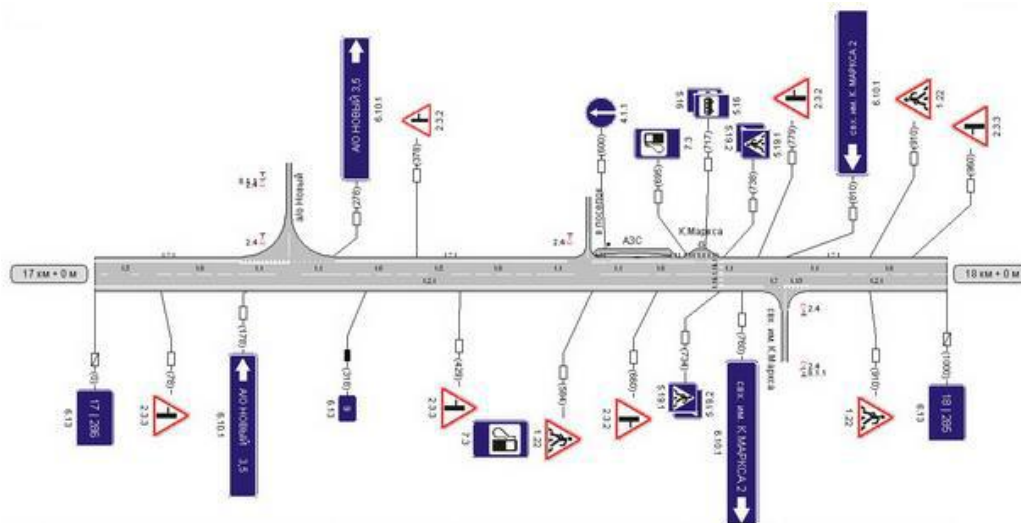


Рис. 1. – Схема участка улично-дорожной сети

В ГИС участок улично-дорожной сети представлен в виде линейного объекта. Линейные объекты в интерпретации моделей представления данных ГИС имеют протяженность, но не имеют ширины. Такие объекты инфраструктуры как светофоры, дорожные знаки, остановки, камеры отображаются с помощью точечных объектов.

Каждая дорожная сеть имеет набор условий и характеристик, определяющих эффективность ее функционирования. технически повреждение дороги указывает на состояние, при котором структурные и функциональные участки дороги не в состоянии обеспечить оптимальное обслуживание движения. Как правило, ущерб на дорогах в значительной степени обусловлен поведением участников дорожного движения, неправильным управлением и внедрением, а также ненадлежащим обслуживанием дорог [6].

Повреждение дорог разделим на следующие категории:

1. Растрескивание представляет повреждение поверхности дорожного покрытия, которое приводит к попаданию воды с поверхности дорожного покрытия в нижележащий слой.

2. Деформация – это изменение формы дороги, которое происходит из-за слабости грунта основания, меньшего уплотнения на базовом слое, что приводит к дополнительному уплотнению из-за транспортной нагрузки.

3. Дезинтеграция – это тип повреждения дорожного покрытия, который приводит к химическому и механическому повреждению слоя дорожного покрытия. Это повреждение может быть в виде полых дорожных условий, высвобождения зернистого материала дороги и отслаивания поверхностного слоя, или выкрашивания (нарушение верхнего слоя из-за выпадения материала).

Уровень повреждения дорог будет разделен на 3 стандартных уровня: легкий, средний и тяжелый. Это относится к серьезности того или иного типа дорожных повреждений.

Роль ГИС при управлении дорожной инфраструктурой заключается в следующем:

- обеспечивать сбор пространственных и атрибутивных данных о дорожной сети;
- визуализировать данные о состоянии участка улично-дорожной сети различными способами;
- позволять обеспечивать актуальное состояние данных о дорожной сети;
- выполнять анализ данных о пространственных объектах и представлять результаты в различных вариантах (таблиц, карт, диаграмм и т.п.) [7].

Под процессом картографирования дорожных условий в данной работе понимается программное автоматизированное создание и использование в

среде ГИС наборов пространственных и атрибутивных данных, полно и точно описывающих объекты дорожной сети [8].

В процессе геоинформационного картографирования дорожных условий можно выделить следующие этапы (рисунок 2).



Рис. 2. – Работы, выполняемые при создании геоинформационном картографировании дорожных условий

На первом подготовительном этапе должны быть четко определены требования к входным данным для того, чтобы исключить конфликтные ситуации и противоречивость информации, так как данные о дорожных сетях и их состоянии, поступающие в ГИС, зачастую имеют разнородный характер, могут противоречить друг другу [9].

На втором этапе собираются и обрабатываются как пространственные, так и атрибутивные данные о дороге и ее характеристиках. На этом этапе обрабатывается большое количество разнородной информации: технические и кадастровые паспорта автомобильных дорог, правоустанавливающие документы на земельные участки полосы отвода, паспорта сооружений на дорогах, сведений о дефектах, дорожно-транспортных происшествиях, пропускной способности, информация о выполняемых ремонтных работах за последние несколько лет, а также пространственные данные о координатах

начала и конца участка улично-дорожной сети, координатной привязке, проекции, координатах элементов дорожной инфраструктуры. В этом случае могут быть использованы различные способы: аэрофотосъемка, данные лазерного сканирования дороги, данные Openstreetmap.

На следующем этапе выполняется наполнение картографической базы данных информацией, полученной на предыдущих этапах. В данной работе в качестве системы управления базами данных (СУБД) будет использована PostgreSQL.

Картографическая база данных представляет собой комбинированный набор взаимосвязанных картографических и атрибутивных данных некоторой предметной области, специализированного программного обеспечения и СУБД. Представление объектов в картографической базе данных зависит от их пространственной размерности. Как было сказано ранее, дороги представляют собой объекты, имеющие лишь протяженность, но не имеющие ширины. В ГИС такие объекты представлены одномерными объектами, или линейными.

Нульмерные объекты имеют положение в пространстве, но не имеют длины. Таким объектом является точка. Точечными объектами описываются светофоры, дорожные знаки, остановки и т.д.

Объекты классифицируются и объединяются по общим признакам. В базе данных дорожных условий выделяются объекты классов «автомобильные дороги», «объекты инфраструктуры», «состояние дорог» и т.д. Данные объекты классов образуют отдельный слой картографической базы данных.

Четвертый этап предусматривает внедрение, тестирование и использование ГИС на рабочих станциях.

Проанализировав сервисы, предоставляющие пространственные данные (Карты Google, Яндекс Карты, Openstreetmap и ESRI), выбран сервис Openstreetmap по ряду причин:

Openstreetmap - это совместный проект по созданию бесплатной редактируемой карты мира [10]. Выбор данной технологии обусловлен следующими достоинствами Openstreetmap:

- OSM — это единственные карты, к внутреннему устройству которых у нас есть полный доступ;
- Функция «Редактирование» предоставляет возможность пользователям вносить свои данные в проект, исправлять ошибки;
- OSM позволяет загружать данные различных форматов, как векторные, так и растровые;
- Openstreetmap обеспечивает доступ к актуальной географической информации.

Основным продуктом Openstreetmap является набор пространственных данных, который содержит географические данные и информацию со всего мира.

В настоящее время проект включает разнообразную пространственную информацию, в том числе данные о дорожной сети и ее объектах. Эти данные возможно использовать при картографировании дорожных условий. Наличие расширений для разработчиков (редактор Java OpenStreetMap (JOSM), OSM (API)) позволяет получать дополнительную информацию, например, фото, видеозаписи, GPS-треки в режиме реального времени.

В данной работе предложено использовать базу данных в СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS.

Геоинформационное картографирование дорожных условий осуществляется по следующим принципам. Сегмент дороги может иметь статус поврежденного, если отчет от пользователя, связанного с этим

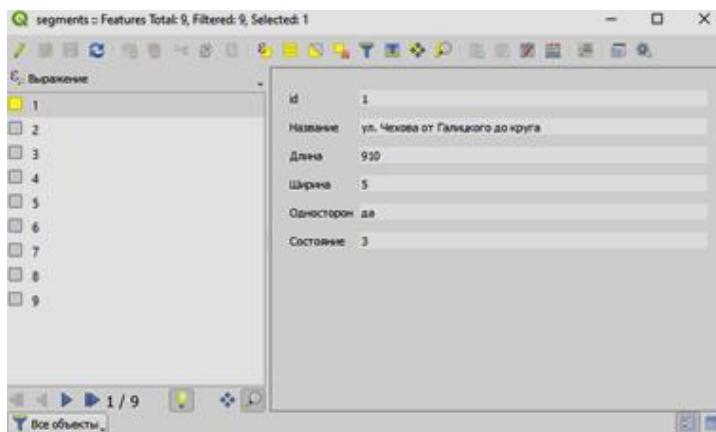
сегментом, был проверен системным администратором. Обычно отчет включает в себя множество сегментов дорожной линии. Любые входящие отчеты от пользователей не будут немедленно считаться действительными, поэтому процесс проверки требует от администратора, чтобы отчет мог быть использован другими пользователями. Цвет поврежденного участка дороги определяется типом состояния. В этом случае существует 3 типа повреждений и 3 уровня, которые представляют каждый тип повреждений, а именно:

1. Растрескивание с 3 уровнями повреждения.
2. Деформация представлено с 3 уровнями повреждения.
3. Дезинтеграция с 3 уровнями урона.

Тип состояния:

- 1 – хорошее, ровный участок, представлено зеленым цветом;
- 2 – удовлетворительное, есть небольшие деформации, но на пропускную способность и качество передвижения транспортного средства это не влияет, представлено оранжевым цветом;
- 3 – плохое – наличие ям, выбоин, трещин, движение затруднено, представлено красным цветом.

Таблица атрибутов всех нанесенных на карту объектов представлена на рисунке 3.



id	1
Название	ул. Чехова от Галицкого до круга
Длина	930
Ширина	5
Односторон	да
Состояние	3

Рис. 3. – Таблица атрибутов сегментов УДС

На рисунке 4 показано, как картографическая основа будет выглядеть с подписями всех объектов слоев «segments», «deformation», «Дорожные знаки».

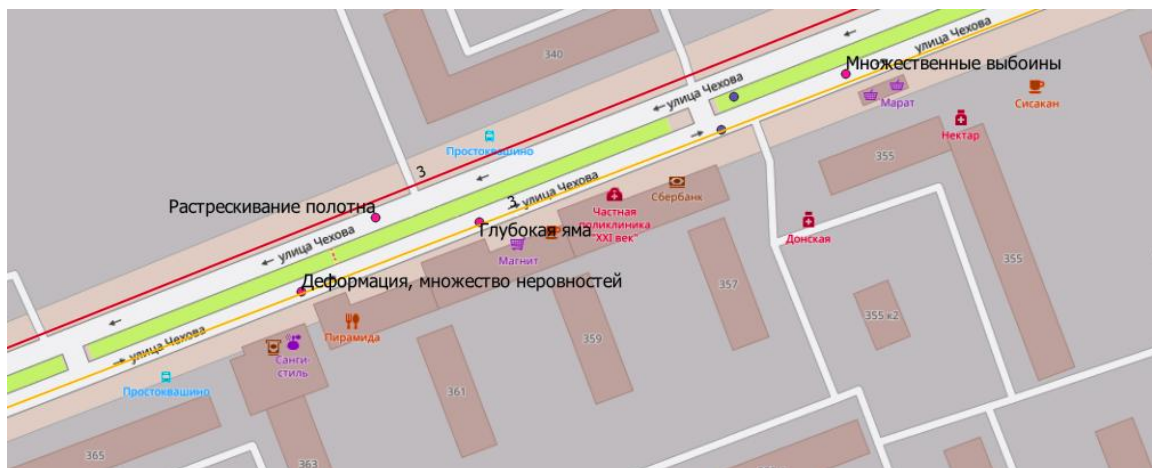


Рис. 4. – Картографирование участка УДС

Собранные пространственные данные могут быть использованы для разработки системы поиска альтернативных путей, позволяющей избежать повреждения дорог. Кроме того, пространственные данные также будут использоваться для проведения картографического анализа дорожных улучшений и кластеризации областей повреждения дорог.

Данный разработанный геоинформационный проект в будущем может быть полезен не только в оптимизации работы дорожных служб, но и для туристов, приезжающих в город и планирующих маршруты.

Литература

1. Коновалова Т. В. Проблемы и перспективы развития транспортной инфраструктуры и транспортных средств в России // Политехнический вестник «Наука. Техника. Технологии». 2016. № 2. С. 148-150.
2. Банушкина, Н. А. Методика разработки экспертных систем управления безопасностью дорожного движения в населенных пунктах // Изв. Алт. гос. ун-та. 2015. № 1/2 (85). С. 91–95.

3. Обоймова Н.Т., Довлатян Г.П. Исследование социально-экономического потенциала территориального развития с использованием маркетингового инструментария // Инженерный вестник Дона, 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/767

4. Mobasheri A., Zipf A., Francis L. Openstreetmap data quality enrichment through awareness raising and collective action tools-experiences from a European project // Geo-spatial Information Science. 2018. № 3. pp. 234-246.

5. Lebedeva O. A., Poltavskay J. O. Analysis of city transport network based on geoinformation systems in transport zones of industrial city // Journal of Physics: Conference Series, 2020, Vol. 1615, DOI 10.1088/1742-6596/1615/1/012010. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1615/1/012010/pdf.

6. Ивасик Д.В., Васильченко А.А., Сидоренко Т.А., Мисюрин П.Л. Проблемы обеспечения безопасности дорожного движения // Инженерный вестник Дона, 2019, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2019/5810.

7. Королев Ю.К. Общая геоинформатика. Ч.1: Теоретическая геоинформатика. М.: Дата+, 1998. 118 с.

8. Лурье И. К. Основы геоинформационного картографирования: учебное пособие. М.: Изд-во Моск ун-та, 2000. 143 с.

9. Мазуров С.Ф. Научно-методические принципы и приемы создания региональных геоинформационных систем // Гео-Сибирь. 2009. № 2(1). С. 136-142.

10. Mobasheri A., Zipf A., Francis L. Openstreetmap data quality enrichment through awareness raising and collective action tools-experiences from a European project // Geo-spatial Information Science. 2018. № 3. pp. 234-246.

11. Алимбекова Н.А., Жапаркулова А.А. Openstreetmap как источник свободных данных для ГИС // Вестник Кыргызского государственного

университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. – 2019. № 2. С. 80-82.

References

1. Konovalova T. V. Politekhnicheskiy vestnik «Nauka. Tekhnika. Tekhnologii». 2016. № 2. pp. 148-150.
2. Banushkina, N. A. Izv. Alt. gos. un-ta. 2015. № 1/2 (85). pp. 91–95.
3. Oboymova N.T., Dovlatyan G.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/767.
4. Mobasheri A., Zipf A., Francis L. Geo-spatial Information Science. 2018. № 3. pp. 234-246.
5. Lebedeva O. A., Poltavskaya J. O. Journal of Physics: Conference Series, 2020, Vol. 1615, DOI 10.1088/1742-6596/1615/1/012010 URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1615/1/012010/pdf.
6. Ivasik D.V., Vasil'chenko A.A., Sidorenko T.A., Misyurin P.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2019/5810.
7. Korolev Yu. K. [Obshchaya geoinformatika. Ch.1: Teoreticheskaya geoinformatika General Geoinformatics. Part 1: Theoretical geoinformatics]. M.: Data+, 1998. 118 p.
8. Lur'e I. K. Osnovy geoinformatsionnogo kartografirovaniya [Fundamentals of geoinformation mapping]. M.: Izd-vo Mosk un-ta, 2000. 143 p.
9. Mazurov S.F. Geo-Sibir. 2009. № 2(1). pp. 136-142.
10. Mobasheri A., Zipf A., Francis L. Geo-spatial Information Science. 2018. № 3. pp. 234-246.
11. Alimbekova N.A., Zhaparkulova A.A. Vestnik Kyrgyzskogo gosudarstvennogo universiteta stroitel'stva, transporta i arkhitektury im. N. Isanova. 2019. № 2. pp. 80-82.