

УДК 91:004

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ARCGIS NETWORK ANALYST
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗОН ОБСЛУЖИВАНИЯ МЧС ГОРОДА МОГИЛЕВА****А.В. КЛЕПЧА***(Представлено: П.Ф. ПАРАДНЯ)*

Анализируется оценка размещения опорных пунктов МЧС путём моделирования зон доступности с использованием сетевого анализа.

В современном мире критической величиной для принятия решений зачастую является время. Это касается как реагирования в случае чрезвычайных ситуаций, так и элементарного выбора магазина. Сами того не замечая, мы постоянно обрабатываем и анализируем пространственную информацию, выбираем оптимальный маршрут, рассчитываем время. Однако это относительно простые задачи. Иногда задача усложняется: одновременно надо учесть большое число факторов, рассчитать десятки и сотни маршрутов, сориентироваться на незнакомых дорогах по всей стране, континенту. Современные ГИС позволяют быстро решать такие задачи, выполняя математический анализ сетевых данных.

Основой сетевого анализа является линейный векторный слой, который может быть получен с помощью оцифровки растрового картографического материала или же с помощью внедрения ранее созданных тематических слоев.

Важную роль играет подбор качественного картографического материала, удовлетворяющего требованиям. Общие требования к картографическим материалам, вводимым в ГИС:

1. Достоверность – соответствие реальной действительности на данный момент времени.
2. Точность – обуславливается методом графического материала, типом избранной проекции, системой координат.

3. Актуальность – соответствие времени.

Все современные ГИС имеют функцию прямого приема (скачивания) информации с электронных и электронно-оптических регистраторов. С точки зрения достоверности именно эта информация является максимально предпочтительней по сравнению с прочими картографическими материалами.

При выполнении работы в качестве картографического материала использовалась отсканированная карта города Могилева масштаба 1:50000 из Национального атласа Беларуси (издание от 2002 г.) [4]. Атлас Беларуси содержит более 120 тематических карт (климатические, геологические, почвенные, гидрографические и другие). Для осуществления достоверного анализа картографический материал был привязан к системе координат Pulkovo 1942/ Gauss-Kruger 5N.

Существуют разные способы и программные средства для получения векторных данных на основе растровых подложек. Из наиболее популярных программных продуктов для оцифровки можно выделить: Easy Trace, Raster Desk, Spotlight, Vector Magic Desktop и др.

Используя программный комплекс ArcGis, была отвекторизована картографическая основа. На ее основе путем векторизации был получен набор тематических слоев. В атрибутивную информацию слоев заносятся необходимые сведения для корректного построения набора сетевых данных и дальнейшего анализа дорожного графа. Атрибутивные данные могут быть представлены в ГИС в цифровом и аналоговом виде. Аналоговая информация вводится в ГИС с помощью специальных преобразователей: автокамера (цифровая), видеокамера, сканеры разных типов, дигитайзер (англ. «точкообразный»).

Для работы с инструментами Network Analyst необходимы исходные данные, моделирующие дорожную сеть. Любой сетевой анализ требует использования набора данных, представляющих собой логическую сеть.

Особенностью сетевого анализа является наличие затратных единиц (импеданс), по которым в дальнейшем программа будет оценивать дорожный граф. Импеданс – это мера количества сопротивления, или стоимости, которая требуется для прохождения линии от исходного узла до конечного узла, либо для перехода с одной линии на другую через узел. Это может быть мера расстояния пути, времени, скорости умноженной на расстояние, и т.д. Высокий импеданс означает большее сопротивление движению, 0 – отсутствие стоимости. Оптимальный путь по сети – это путь с самым низким импедансом, также называется самым дешёвым путем.

Перед тем как приступить непосредственно к построению набора сетевых данных, необходимо внести в атрибутивную таблицу информацию о затратных единицах. Анализируемый слой должен иметь следующий минимальный состав атрибутивных характеристик для каждого сегмента: длина, время прохождения, скорость движения, признак одностороннего движения, класс иерархии (рекомендуется задавать не более 5), название улиц и дорог (допускаются нулевые значения). В качестве стоимостных еди-

ниц в работе использовалось время в минутах, которое рассчитывалось исходя из скоростного режима ребра графа (рис. 1).

| FID | Shape * | FID 111 | Движение | lenq | min | тип |
|------|-----------|---------|----------|-----------|----------|-----|
| 747 | Полилиния | 0 | 1 | 242,993 | 0,242993 | 0 |
| 762 | Полилиния | 0 | 1 | 262,69699 | 0,262697 | 0 |
| 789 | Полилиния | 0 | 1 | 128,257 | 0,128257 | 0 |
| 804 | Полилиния | 0 | 1 | 218,28999 | 0,21829 | 0 |
| 806 | Полилиния | 0 | 1 | 192,866 | 0,192866 | 0 |
| 817 | Полилиния | 0 | 1 | 129,435 | 0,129435 | 0 |
| 833 | Полилиния | 0 | 1 | 241,147 | 0,241147 | 0 |
| 845 | Полилиния | 0 | 1 | 134,461 | 0,134461 | 0 |
| 907 | Полилиния | 0 | 1 | 149,117 | 0,149117 | 0 |
| 1168 | Полилиния | 0 | 1 | 245,30099 | 0,245301 | 0 |
| 1186 | Полилиния | 0 | 1 | 254,043 | 0,254043 | 0 |
| 1188 | Полилиния | 0 | 1 | 201,32001 | 0,20132 | 0 |
| 1191 | Полилиния | 0 | 1 | 311,298 | 0,311298 | 0 |
| 1202 | Полилиния | 0 | 1 | 307,30099 | 0,307301 | 0 |
| 1216 | Полилиния | 0 | 1 | 349,16599 | 0,349166 | 0 |
| 1222 | Полилиния | 0 | 1 | 136,783 | 0,136783 | 0 |
| 0 | Полилиния | 0 | 0 | 77,769798 | 0,07777 | 0 |
| 1 | Полилиния | 0 | 0 | 61,0224 | 0,061022 | 0 |
| 2 | Полилиния | 0 | 0 | 7,39193 | 0,007392 | 0 |
| 3 | Полилиния | 0 | 0 | 74,445893 | 0,074445 | 0 |

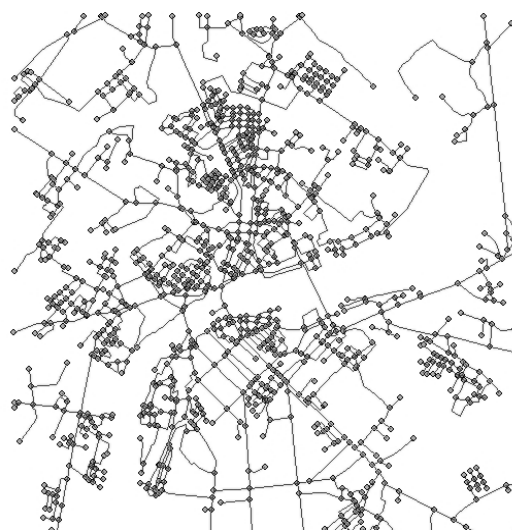


Рисунок 1. – Дорожный граф города Могилева с атрибутивной информацией

Для учета всех исключений в атрибутивную информацию слоя сетевого анализа была добавлена информация об ограничениях, которая в дальнейшем используется при построении графа дорог. Информация об ограничениях была получена с помощью географического интернет-сервиса mapsgator.here.com, который является картографическим сервисом, принадлежащим консорциуму компаний AUDI AG, BMW Group и Daimler AG. Он используется в многочисленных пакетах программного обеспечения, включая системы навигации, а также доступен для веб-браузеров и телефонов на различных платформах. С помощью встроенных функций данного геосервиса была внесена семантика о направлении движений. Данную информацию геосервис предоставляет бесплатно [2].

Набор сетевых данных, представляющий собой граф дорог, строится внутри базы геоданных в одном с линейной темой дорог наборе классов. Через модуль ArcCatalog создается набор сетевых данных. С помощью мастера настройки задаются основные установки и характеристики сети. Граф дорог в среде ArcGIS (рис. 1) строится на основе линейного слоя дорог и состоит из 3 типов элементов:

- ребра (Edges) – линейные сегменты;
- соединения (Junctions) – точечные соединения;
- повороты (Turns) – линейные объекты, моделирующие правила поворотов.

Для корректного построения сетевого набора данных необходимо настроить сетевые атрибуты. Следует указать список атрибутов, их тип применения, единицы измерения и тип данных.

Сетевые атрибуты содержат информацию о наборе сетевых данных. Их существует четыре типа:

- Стоимость (Cost) – суммирует значения по элементам. Требуется, по крайней мере, один атрибут стоимости (расстояние или время).
- Признак (Descriptor) – содержит общую информацию, например, названия улиц и дорог.
- Иерархия (Hierarchy) – разделяет сеть, главным образом, с целью ускоренного проведения сетевого анализа.
- Ограничение (Restriction) – обычно запрещает определенные перемещения сетевых элементов, но может также устанавливать предпочтение или игнорирование элементов.

Завершающим этапом работы является создание зон обслуживания. Для построения зон к векторному материалу добавляется полученный набор сетевых данных, на основе которого будет проводиться анализ.

В ходе анализа, в результате которого будут построены зоны доступности, требуется добавить точки интереса. Это могут быть магазины, остановки и др. В данном случае используется сеть пожарных аварийно-спасательных частей (ПАСЧ) города Могилева, загруженная из заранее созданного точечного слоя, исходя из которых, в совокупности будет моделироваться буферная зона обслуживания.

Для точности моделируемых зон требуется установить барьеры. Барьеры – это классы пространственных объектов в слоях сетевого анализа, которые ограничивают или изменяют стоимость перемещения по ребрам и соединениям связанного набора сетевых данных. Барьеры делятся на три типа геометрии и предназначены для моделирования временных изменений в сети. Они бывают точечные, линейные

и полигональные барьеры. Барьеры помогают добавить и удалить изменения сети оперативно, что идеально подходит для моделирования временных изменений стоимости перемещения по сети: дерево, блокирующее трафик, будет со временем удалено, и наводнение, в конце концов, отступит. После окончания события, которое моделирует барьер, его можно просто удалить [1].

Для добавления барьеров использовался сервис *Mapcam.info*. Это проект, созданный для обмена информацией между водителями о всевозможных опасностях на дорогах.

Произведя настройки свойств сетевого анализа, в качестве диапазонов зон обслуживания были указаны временные рамки 5, 10, 15, 20 минут для пересечения ребер графа.

Расчитав, *Network Analyst* вырабатывает решение, которое становится частью слоя сетевого анализа. Создаются выходные объекты сетевого анализа и обновляются входные/выходные объекты с использованием результатов [3]. Таким образом, построение области обслуживания *Network Analyst* заключается в анализе максимального расстояния вдоль каждого ребра графа, а узлы этих ребер становятся точками на периметре полигона зоны обслуживания.

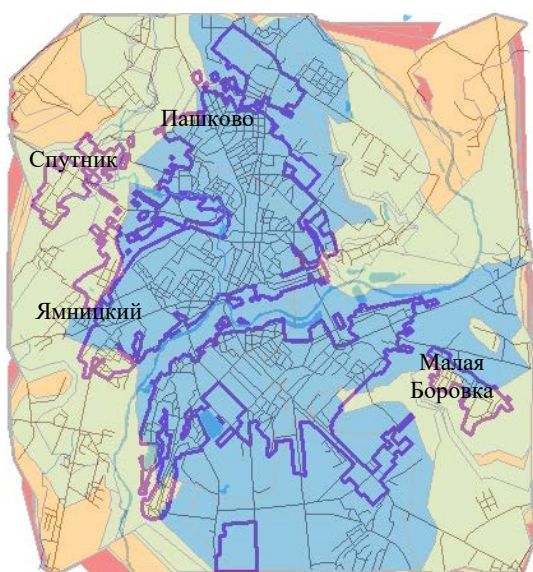


Рисунок 2. Зоны обслуживания ПАСЧ города Могилева

Выполнив работу, была получена карта зон доступности 5, 10, 15, 20 минут от пожарных аварийно-спасательных частей города Могилева (рис. 2). Полученные зоны отражают время, которое необходимо затратить на преодоление пути, рассчитанного от сети пожарных аварийно-спасательных частей.

По результатам выполненного исследования можно выявить территории, которые находятся в удалённом доступе от сети пожарных аварийно-спасательных частей, определить зоны доступности, выработать рекомендации по совершенствованию сети опорных пунктов МЧС.

Подводя итоги можно сделать вывод о том, что около 85 %

территории города Могилева находятся в зоне 5 минут доступа от ПАСЧ; вся городская территория находится в зоне 10 минут доступа. Наиболее удаленными от точек интереса являются такие территории города как: Малая Боровка, микрорайон Спутник, Новое и Старое Пашково, микрорайон Ямницкий.

Для оптимизации работы служб МЧС необходимо совершенствование сети опорных пунктов, которые позволят более оперативно реагировать на вызовы о чрезвычайных ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барьеры(Barriers)-Справка ArcGIS|Desktop [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.4/extensions/network-analyst/barriers.htm>. – Дата доступа: 15.09.2017.
2. Клепча, А.В. Некоторые аспекты использования географических интернет-сервисов / А.В. Клепча, П.Ф. Парадня // Организация устойчивого землепользования : сб. науч. статей по материалам Международной научно-практической конференции : в 2 ч. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия ; ред. кол.: П.А. Саскевич. – Горки, 2016. – Ч. 1. – 260 с.
3. ГеоСистемПро- Network Analyst. Первые шаги. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geosys.by/blog/item/8-network-analyst>. – Дата доступа: 15.09.2017.
4. Национальный атлас Беларуси. – Минск : Белкартография, 2002. – 292 с.