

УДК 91:004

**СЕТЕВОЙ АНАЛИЗ В ARCGIS. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА****А.В. КЛЕПЧА***(Представлено: П.Ф. ПАРАДНЯ)*

*Посвящается сетевому анализу пространственной информации на основе набора данных, созданного в соответствии с теорией графов на примере построения маршрутов в программной среде ArcGIS с использованием специализированного модуля Network Analyst.*

В настоящее время люди больше путешествуют, открывают для себя новые города и страны. Находясь в неизвестном вам городе или стране, сталкиваемся с проблемой выбора маршрута к определенному объекту. В качестве таких объектов могут выступать различные точки интереса: парки, магазины, муниципальные объекты и др. Решающим фактором при этом являются затраты, понесённые на преодоление расстояния. Это может быть время, денежные средства и другие затратные единицы. И задача выбора оптимального маршрута становится достаточно актуальной.

Современные геоинформационные системы внедряют новые технологии пространственного анализа данных. В силу этого они служат мощным средством преобразования и синтеза разнообразных данных для задач управления. Программный комплекс ArcGIS является одним из представителей геоинформационных систем, который позволяет проводить сетевой анализ данных с использованием дополнительного модуля Network Analyst. Он позволяет создавать и управлять сложными наборами сетевых данных и решать задачи с помощью маршрутизации процессов [1].

ArcGIS Network Analyst – мощное средство для расчета и построения маршрутов транспортных средств, предоставляющее полноценную среду для пространственного анализа на основе данных по транспортным сетям (в том числе: анализ местоположений, анализ времени в пути, моделирование пространственного взаимодействия). С его помощью пользователи ArcGIS могут моделировать сценарии решения транспортных задач на основе реальных сетей [2].

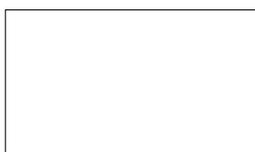
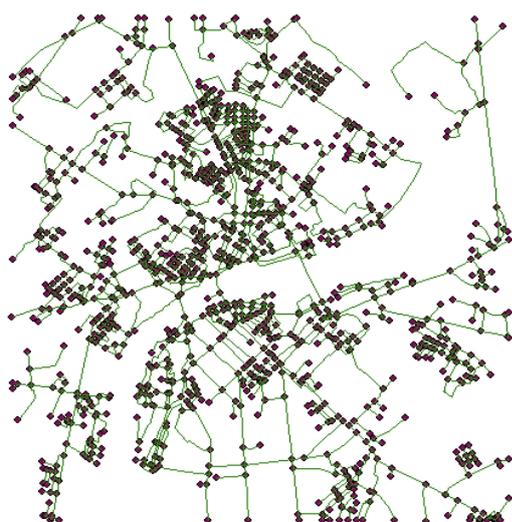
Применяя ArcGIS Network Analyst можно:

- провести анализ времени нахождения на маршруте,
- создать маршрут проезда по заданным пунктам,
- создать описание маршрута,
- определять области обслуживания,
- рассчитать кратчайший путь,
- выбрать оптимальный маршрут,
- найти ближайший пункт обслуживания,
- создать матрицу отправных и конечных пунктов.

ArcGIS Network Analyst позволяет решать широкий спектр задач на основе анализа географических сетей. Он существенно упрощает процесс выбора наиболее приемлемого маршрута, создание путевого листа, поиск ближайших объектов, определение области обслуживания на основе времени в пути и т.п. Для получения оптимального маршрута в Network Analyst включены расширенные возможности сетевой модели данных: сложные повороты, динамический импеданс, веса, барьеры, возможность работы в многопользовательском режиме, точная и иерархическая маршрутизация [2]. Модуль работает, анализируя набор сетевых данных, построенный в виде графа дорог. Граф  $G = (V(G), E(G))$ , где  $V(G)$  – множество вершин графа  $G$ , а  $E(G)$  – множество ребер графа  $G$  [3]. Таким образом, граф –  $G$  – это совокупность вершин, соединённых ребрами.

Граф дорог (рис. 1) – это набор векторных данных, состоящих из топологических связанных дуг и узлов, местоположение и свойства которых с заданной точностью и полнотой передают маршруты и организацию движения наземного транспорта. Выделяют три типа элементов графа: ребра (Edges), соединения (Junctions), повороты (Turns). Элементы графа дорог предназначены для использования в задачах по автоматизированной прокладке маршрутов между любыми заданными точками на графе. На этапе построения в семантические характеристики дуг и узлов записывается информация о связности сети и атрибуты для решения поисковых задач. Важной информацией в атрибутивной таблице являются сведения о длине ребра, время его прохождения, скорость движения, признак одностороннего движения, класс иерархии, название элементов.

Средства редактирования графа дорог предназначены для уточнения графа в местах многоуровневых развязок и формирования запретов поворотов. Пользователь имеет возможность вручную удалить, добавить узлы сети, заменить дугу с двусторонним движением на дугу с односторонним движением, провести распараллеливание дорог, создать дуги и развороты, сформировать на перекрестках запреты поворотов.



Поиск кратчайшего пути между точками осуществляется с учетом любых характеристик, записанных в дуги сети (тип дорог, скорость движения, количество проезжих частей). Кратчайший маршрут можно найти либо по минимальной длине пути, либо по минимальному времени прохождения маршрута. При этом имеется возможность исключения некоторых дуг, например, аварийных участков, из поиска с помощью барьеров [4]. Барьеры делятся на три типа геометрии и предназначены для моделирования временных изменений в сети. Они бывают точечные – ограничивающие и дополнительной стоимости, линейные – ограничивающие и масштабирующие стоимость, полигональные – ограничивающие и масштабирующие стоимость.

Network Analyst, анализируя затратные единицы, выбирает оптимальные ребра графа, на преодоление которых будет меньше затрат, и создает путь. Результаты поиска отображаются на карте в виде объекта – маршрута (рис. 2).



Рисунок 2. – Результаты расчёта маршрута разными способами

С учетом исходных данных был построен маршрут из указанных остановок. Функциональные возможности Network Analyst позволяют игнорировать порядковый номер остановки и строить оптимальный маршрут, посещая все точки интереса.

Существует множество разных функций в дополнительном модуле ArcGIS Network Analyst, которые позволяют учесть все необходимые характеристики для создания маршрута.

Преимуществом использования ArcGIS Network Analyst является оперативность решения задач, которая позволяет мгновенно моделировать ситуацию, с возможностью интерактивного добавления условий, и находить наиболее выгодное решение. Модуль строит матрицы стоимости достижения цели, позволяющие прогнозировать прохождение маршрута и рассчитывать затраты. Ещё одним плюсом Network Analyst является возможность использования его в интерактивном режиме, например, для согласования работы общественных служб.

Модуль Network Analyst может использоваться во многих областях деятельности в связи со своими многофункциональными возможностями. Он находит применение в логистике, экономике, строительстве, предпринимательской деятельности, в работе общественных служб и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое модуль Network Analyst?-Справка | ArcGIS Desktop [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/analyze/arcpy-network-analyst/what-is-network-analyst-module.htm>. – Дата доступа: 14.09.2017.

2. ArcGIS Network Analyst. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.nrtb.ru/products/arcgis\\_distrib/arcgis\\_modules/network\\_analyst.php](http://www.nrtb.ru/products/arcgis_distrib/arcgis_modules/network_analyst.php). – Дата доступа: 14.09.2017г.
3. Татт, У. Теория графов / У. Татт ; пер. с англ. Г.П. Гаврилова. – М. : Мир, 1988. – 424 с.
4. ГИС ПАНОРАМА-Граф дорог. Создание, редактирование и поиск кратчайших маршрутов по графу сети. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gisinfo.ru/products/editroad.htm>. – Дата доступа: 14.09.2017.