

УДК 656.13.073

ГЕО- ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ И МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ДОРОГАХ И ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНАХ ГОРОДОВ

В. П. ЮдинКандидат технических наук, доцент; академик ТАУ
Украины*

Контактный тел.: (061) 764-40-25, 066-383-05-98

В. И. Подгорный

Кандидат технических наук, доцент*

Л. А. Васильева

Старший преподаватель*

Л. А. Веремеенко

Старший преподаватель*

А. В. Тарасенко

Старший преподаватель*

*Кафедра «Транспортные технологии»

Запорожский национальный технический университет
ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, 69063

У статті розглянуті сучасні методи управління транспортними засобами і інфраструктурою з використанням геоінформаційних систем (ГІС). Представлена ГІС - модель оптимального розташування автозаправочних станцій на визначеній території міста

В статье рассмотрены современные методы управления транспортными средствами и инфраструктурой с использованием геоинформационных систем (ГИС). Представлена ГИС - модель оптимального размещения автозаправочных станций на определённой территории города

In article modern management methods by vehicles and an infrastructure with use of geoinformation systems (GIS) are considered. GIS as the model of optimum seating of gasoline stations on a certain city territory are presented

1. Вступление

Дальнейшее развитие транспорта невозможно без его надежного и качественного информационного обе-

спечения. Именно решению этой проблемы служат быстроразвивающиеся географические информационные системы (геоинформационные системы - ГИС). Эти системы нашли широкое применение в различных

сферах человеческой деятельности для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных об объектах.

Особая роль ГИС отводится широкому кругу пользователей транспортной сферы - дорожникам, перевозчикам, логистикам, менеджерам, грузовладельцам, клиентам транспортных услуг и др. С точки зрения ГИС транспорт - это транспортные средства, автомобильные и железные дороги, трубопроводы, речные и морские пути, порты и аэропорты, транспортные узлы и терминалы.

Перечисленные транспортные объекты располагаются на поверхности Земли или в непосредственной близости от нее.

Следовательно, данные об объектах составляют пространственную информацию и могут быть успешно реализованы ГИС для управления транспортными объектами и сетями. Для пользователей ГИС важны координаты объектов в пространстве и их описательные характеристики.

Таким образом, сущностью ГИС является соединение координатной и описательной информации в одно целое [1].

2. Состояние вопроса по применению ГИС на транспорте.

В настоящее время мировыми лидерами в области ГИС являются компании ESRI и Leica (США). Одним из продуктов ГИС является Arc GIS Network Analyst - мощное средство для расчета построения маршрутов движения транспортных средств, представляющее полноценную среду для пространственного анализа на основе данных по транспортным сетям [2,3].

ГИС-Ассоциация на Украине была создана в 1996 году сообществом специалистов, работающих в области информационных технологий, картографии, геодезии и строительства. Ведущими разработчиками ГИС-продуктов являются компании ООО «Артмастер» и ОАО «Аркада». На «ГИС-Форуме-2006» в Киевском Национальном Университете строительства и архитектуры (КНУСА) компания ООО «Артмастер» представила продукты Intergraph для создания ГИС-решений.

Рассмотрим более подробно возможности ГИС в решении транспортных задач.

Применительно к транспортной логистике помимо решения классических задач нахождения кратчайшего маршрута, задачи коммивояжера и более сложной транспортной задачи (организации перевозок различных грузов из многих источников по многим адресам) ГИС может эффективно использоваться и в мульти-модальных перевозках, включающих применение нескольких видов транспорта. При этом ГИС способны совмещать информацию по множеству транспортных сетей в единой базе данных или на одной электронной карте.

В плане управления парком транспортных средств ГИС позволяют не только планировать перевозки, но и контролировать их.

Во многих странах мира все большую популярность приобретает слежение за транспортными средствами с помощью GPS (система глобального пози-

ционирования). Структура такой системы проста: на автомобиль (локомотив, судно, самолет) устанавливается GPS-приемник, координатная информация с которого по радиоканалу передается в диспетчерский центр и аккумулируется в базе данных, что позволяет следить за перемещением объектов в режиме реального времени, а также обнаруживать отклонение от графика движения, прогнозировать время доставки и информировать заказчиков. В самое ближайшее время эта система может быть реализована по сетям сотовой связи с передачей данных с помощью SMS и размещением GPS-приемников в мобильных телефонах, наручных часах, автомобилях и даже в собачьих ошейниках.

В общем случае ГИС на транспорте могут использоваться для решения трех групп задач:

- управление инфраструктурой и ее развитие;
- управление парком подвижных средств и логистики;
- управление движением.

Ниже представлены возможные варианты сфер и направлений применения ГИС на транспорте [2].

1. Автодороги: планирование (совместный анализ транспортной нагрузки и состояния дорожного полотна); проектирование (выбор оптимальных коридоров для строительства новых трасс); строительство (отображение состояния строительных проектов и определение приоритетов); эксплуатация (анализ различных стратегий проведения ремонтных работ); мониторинг за движением и сбор статистики по функционированию подведомственной дорожной сети.

2. Железные дороги: управление недвижимым имуществом, объектами инфраструктуры (энергоснабжение, путевое хозяйство, сигнализация и связь); слежение за поездами и грузами, анализ грузопотоков, мониторинг и реагирование на чрезвычайные ситуации; информирование пассажиров; маркетинг, оценка рисков, планирование развития сети, распределение средств на развитие и ремонт.

3. Аэропорты: управление имуществом аэропортов; моделирование и мониторинг шумового загрязнения прилегающих территорий; оптимизация парковки самолетов; оценка и планирование пропускной способности аэропортов; информирование пассажиров и др.

4. Водный транспорт: автоматизированный подбор карт при наличии информации от GPS-приемника; поиск объектов на карте, отображение местоположения объектов на карте с вектором его курса и скорости; расчет маршрута времени в пути и расхода топлива; проверка нового маршрута на безопасность плавания; вывод на экран в режиме реального времени информации о координатах судна, его курса и скорости; мониторинг прилегающей к портам акватории.

5. Трубопроводный транспорт: информационное обеспечение технологических элементов трубопроводной системы нефтегазового комплекса; мониторинг заменяющейся информации на местности; кадастровая информация; результаты диагностики технического состояния трубопровода; данные измерений в процессе эксплуатации; оценки рисков.

6. Городской пассажирский транспорт: планирование и анализ маршрутной сети; диспетчеризация и слежение за подвижным составом; увязка расписаний

с другими видами транспорта; поддержка эксплуатации систем энергоснабжения, сигнализации и связи; демографический анализ; анализ пассажиропотоков и реструктурирование маршрутов.

7. Складское хозяйство: учет хранения и движения товаров с пространственной привязкой, когда склад представляется как город, ряды полок - как улицы, места на полках - как дома; оптимизация маршрутов перемещения погрузчиков, что позволяет выполнять ту же или большую работу быстрее с меньшими силами; планирование завоза товаров, анализ, обработка и хранение информации на электронных носителях.

8. Охранные функции ГИС на транспорте:

- комплекс решений аппаратного и программного уровня, обеспечивающий сохранность транспортного средства и современное реагирование в случае разбойного нападения;

- алгоритмы реагирования на внештатные ситуации для охраны жизни и собственности автовладельца;

- контроль салона автомобиля при помощи скрытно установленных микрофонов и цифровых камер;

- обеспечение двойного уровня надежности (сохранности) совместно со штатными автомобильными охранными системами.

9. Система контроля перевозок нефтепродуктов:

- логистическое сопровождение доставки топлива на нефтехранилища и автозаправочные станции (АЗС);

- совмещение функций контроля, диспетчеризации и охраны;

- мониторинг параметров топлива при помощи датчиков;

- контроль и учет на этапах залива и слива топлива в цистерны.

ГИС-моделирование транспортно-логистических задач.

Большинство применений ГИС, как на транспорте, так и в других областях, определяется их способностью связывать пространственную и описательную информацию с возможностью их совместного анализа. Рассмотрим в качестве объекта моделирования средствами ГИС задачу оптимального распределения автозаправочных станций в определенном городском регионе [4].

Задачу можно решать в следующей последовательности:

- определение границ рынка на прямой, соединяющей две конкурирующие АЗС;

- разведка ареалов двух конкурентов на плоскости;

- переход к ареалам трех ближайших конкурентов;

- переход к ареалам сети конкурентов на реальной неоднородной улично-дорожной сети (УДС) региона;

- экономический анализ на базе проведенного сетевого анализа.

На первом этапе приводится оцифровка земельных и водных ресурсов, УДС может быть выбрана под требования Network Data Set с учетом ограничений на повороты всех перекрестков.

Далее выбирается соответствующие системы координат: географическая, начальный меридиан, система координат и проекции, координаты привязки к центру города (False Northing, Scale Factor, Azimuth), линейные

единицы (напр.: Meter). Затем определяются границы рынка на прямой, соединяющей двух конкурентов в однородной среде.

При расположении АЗС А и В на расстоянии L друг от друга (рис. 1) границей рынка на соединяющей их прямой будет точка равновыгодности Т, когда общие затраты можно определить по формуле:

$$C_{PA} + C_{тА} \cdot X_A = C_{PB} + C_{тВ} (L - X_A), \tag{1}$$

где C_p - производственные затраты, ден. ед./ед. товара;

C_t - транспортный тариф на доставку топлива, ден. ед./ед. тов. · км;

X_A - расстояние от предприятия А до потребителя, км.

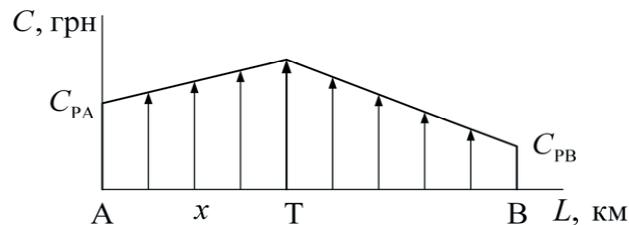


Рис. 1. Зависимость общих затрат предприятий по производству и доставке топлива потребителю

Затраты по доставке топлива в конкретную точку линейно возрастают с удалением потребителя от производителя, при этом суммарные затраты по линии реализации продукции топлива будут равны интегралу функции затрат по ареалу предприятия:

$$C_{\Sigma(L)} = \int_0^{L=AT} \Omega (C_{PA} + C_{тА} \cdot X_A) dl, \tag{2}$$

где: $C_{\Sigma(L)}$ - суммарные затраты по линии влияния, грн.;

Ω - плотность распределения потребителей по линии распределения, потр./км;

На плоскости (в двухмерном пространстве) расходы предприятий по доставке товара в конкретную точку однородного пространства измеряются пропорционально расстоянию от предприятия до потребителя – в любом из направлений.

При этом линии равных суммарных затрат на единицу продукции (изокосты) являются окружностями.

В трехмерном изображении, если ось аппликат Z отвести под общие затраты, то совокупность изокост образует конус с вершиной в центре с координатами (X_0, Y_0, Z_0) , где X_0 и Y_0 - координаты месторасположения предприятия, Z_0 - производственные затраты C_p (рис. 2).

При этом суммарные затраты для каждого предприятия будут равны объему фигуры, находящейся под его конусом до отметки $Z = 0$.

Конусы пересекаются по пространственной кривой, проекция которой на плоскость (X, Y) является границей ареалов выгодного сбыта топлива конкурирующих предприятий А и В.

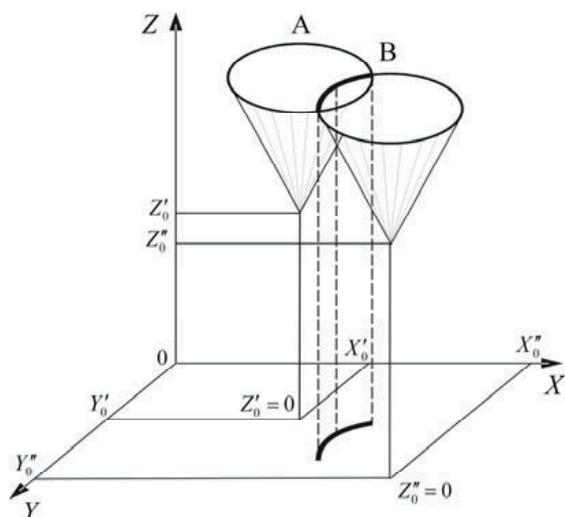


Рис. 2. Графическое изображение затрат и доходов конкурирующих предприятий А и В

Аналогично рассматривается совокупность трех и более конкурентов сбыта на АЗС. С целью повышения степени адекватности моделирования улично-дорожной сети в городе привлекаются функции модуля Network Analyst. При этом моделируется положение АЗС и подъезды к ним – точное расположение АЗС на нужной стороне дороги, учет разрешенных и запрещенных маневров.

Для более полного и точного решения рассмотренной задачи желательно применять и другие методы, например символьной алгебры (с использованием специализированных математических пакетов) и других методов оптимизации. Их комплексное использование и интеграция с ГИС позволяет существенно повысить эффективность совокупности инструментальных средств для решения задач в транспортной отрасли.

Заключение

Дальнейшее развитие экономики невозможно представить без развития спутниковых навигационных систем, в том числе массового использования навигационных модулей GPS в мобильной связи.

Применение современных ГИС в целях планирования, позиционирования и контроля за использованием транспортных средств оправдано уже при перевозке на сумму от 5 тыс. долларов в месяц [2]. Очевидно, что экономический эффект от их применения в крупных компаниях, выполняющих тысячи доставок в сутки, многократно превышает издержки на приобретения программного и аппаратного обеспечения, внедрение и сервисную поддержку ГИС.

Литература

1. Майбиц, Л. М. Компьютерная картография и зоны спутниковой связи [Текст] / Л. М. Майбиц; 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство «Горячая Линия - Телеком», 2009. - 260 с. - ISBN: 5-9912-0086-6.
2. Андрианов, В. Ю. ГИС на транспорте [Текст] / В. Ю. Андрианов / ZARCREV. - 2007. - № 3 (42). - с. 1-3. - Библиограф.: с.3
3. Стадников, В. В. Разработка генерального плана нефтеперерабатывающего комплекса [Текст] / В. В. Стадников, А. Л. Шпилевой, О. Ю. Степовая, И. А. Пискарева, А. Е. Лозинский // ARCREV. - 2007. - № 2 (41). - с. 9. - Библиограф.: с. 9.
4. Котиков, Ю. Г. Моделирование системы топливообеспечения автомобильного транспорта мегаполиса средствами ГИС [Текст] / Ю. Г. Котиков, Р. С. Чудаков // ARCREV.-2007. - № 3 (42). - с. 7 - 16. - Библиограф.: с. 16.