

UDC 528.087

## Application Geodata in Logistics

Vladimir Markelov

Moscow State University of Geodesy and Cartography

PhD student

E-mail: vmarkel123456@yandex.ru

**Abstract.** The article analyzes the use of geodata in logistics, describes geodata principles, logistic analysis using geodata on the example of transport network, Graph model as the basis of the analysis, shows the importance of geodata for logistic solutions.

**Keywords:** geoinformatics; geodata; logistics; analysis; transportation.

**Введение.** Особенности применения геоданных Геоданные [1], цифровые модели и карты [2] являются универсальным средством моделирования разных процессов, позволяют решать многие прикладные задачи. В более чем 140 странах уже создана национальная структура геоданных. Она создается и в России [3], что определяет актуальность исследования геоданных в логистике.

Общие принципы организации геоданных. Общие принципы *организации* ГМ включают использование: семантических информационных единиц [4, 5], информационных моделей [6] объектов, информационных моделей ситуаций [7]. Все это применяется на основе геоинформационного подхода [8].

Один из важных принципов организации геоданных – организация связей между данными. Основной теоретический принцип, применяемый для организации таких связей – геореференция [9, 10]. Основной технический принцип, применяемый для организации таких связей – геокодирование. Большое значение при организации связей имеет коррелятивный анализ [11] и визуальное моделирование.

Еще один из принципов организации геоданных заключается в создании топологических связей или топологии. Топологические структуры геоданных включают в себя точечные, линейные и площадные объекты, но дополняют их описанием отношений между объектами. Топологии естественным образом отображаются графовыми структурами. Именно топология геоданных позволяет создавать топологические логистические модели [12] и решать на этой основе логистические задачи.

Применительно к логистике принципы анализа геоданных включают: анализ структур, анализ взвешенного графа, анализ, оценку информационной ситуации.

**Логистический анализ с использованием геоданных.** Логистическая цепочка реализуется в транспортной сети. Транспортная сеть (*Transportation network*) – пространственный линейный объект, описываемый геоданными. В теории графов транспортная сеть представляет собой сетевую модель (граф), в которой обязательно выполняются два условия: определены две вершины – вход и выход сети; для каждой дуги задана характеристика, называемая пропускной способностью.

Анализ транспортной сети представляет собой одну из основных задач в логистике, а именно доставка груза из входа сети в точку выхода при условии минимизации заданного критерия. Как правило этот критерий определяется минимизацией затрат, но в отдельных случаях (доставка грузов в условиях чрезвычайных ситуаций) критерием может быть минимальное время доставки.

Один из методы решения таких оптимизационных задач основан на теореме о максимальном потоке и минимальном разрезе, утверждающей, что максимальный поток, который можно пропустить через сеть из вершины  $U$  в вершину  $V$ , равен минимальной пропускной способности разрезов, разделяющих вершины  $U$  и  $V$ . На этой основе строят различные алгоритмы нахождения максимального потока.

Для конечных графов, т. е. для графов с конечным множеством вершин и ребер, как правило, проблема существования алгоритма решения задач, в том числе оптимизационных, решается положительно. Решение многих задач, связанных с конечными

графами, может быть выполнено с помощью полного перебора всех допустимых вариантов. Существенное значение для теории графов имеет построение эффективных алгоритмов, находящихся точное или приближенное решение.

Постановка задачи при этом следующая. Дан неориентированный граф  $G = \langle V, E \rangle$ , ребрам которого заданы веса. В нашем случае пара  $(V, E)$ , где  $V$  (*Vertex*) - непустое множество объектов, называемых вершинами графа, а  $E$  (*Edge*) - подмножество двухэлементных подмножеств множества  $V$ , называемых *ребрами* графа.

Вес дуги (*Weight of an arc*) - число, приписанное дуге и играющее, например, роль физической длины дуги. В общем случае смысл веса должен оговариваться особо.

Если последовательность вершин  $v_0, v_1, \dots, v_p$  определяет путь в  $G$ , то его *длина* определяется как сумма весов ребер. В этом случае используют термин вес пути. Вес пути (*Weight of a path*) - функция, определенная на множестве дуг пути; чаще всего это – сумма весов дуг пути

Вес может иметь разное значение. Он может отражать как фактор расстояния, так и фактор затрат при перевозке груза на расстояние определяемой точками входа и выхода транспортной сети. Таким образом вершинам соответствуют реальные пункты отправки, назначения и промежуточные.

Вес дуги также может соответствовать *времени* перемещения грузов между вершинами. Необходимо найти кратчайший путь между фиксированными вершинами  $s, t \in V$ , которые соответствуют началу и концу маршрута.

Длину такого кратчайшего пути мы будем обозначать  $d(s, t)$  и называть *расстоянием* от  $s$  до  $t$  (расстояние, определенное таким образом, может быть отрицательным). Если каждый контур графа имеет положительную длину, то *кратчайший* путь будет всегда *элементарным* путем, т.е. в последовательности  $v_1, \dots, v_p$  не будет повторов.

На практике железнодорожных и автоперевозок, как правило, путь существует и надо выбрать из множества существующих путей кратчайший.

В этом случае для произвольных  $s, t \in V$  существует вершина  $v$ , такая что

$$d(s, t) = d(s, v) + a(v, t).$$

Действительно, таким свойством обладает предпоследняя вершина  $v$  произвольного кратчайшего пути из  $s$  в  $t$ . Используя этот рекурсивный подход, мы можем найти вершину  $u$ , для которой  $d(s, v) = d(s, u) + a(u, v)$ , и т.д.

Из положительности длины всех контуров следует, что создаваемая таким образом последовательность  $t, v, u, \dots$  не содержит повторов и оканчивается вершиной  $s$ . Данная задача вполне решается на современных компьютерах. Это является достоинством решения и дает основание рекомендовать методы теории графов для анализа транспортных сетей.

Следует отметить еще одно важное свойство этого метода. Еще раз отметим, что вес пути может означать расстояние (пространственный фактор), время доставки (временной фактор), стоимость перевозки (экономический фактор). Все это выполняется в одной модели, описываемой геоанализом.

В результате анализа такой модели, включая комплексный анализ, осуществляется обоснованная выработка управляющего решения и оказывается воздействие на объект логистики.

Следует отметить, что анализ сложных графовых моделей эффективно осуществляется с использованием интеллектуальных методов обработки информации. Это делает привлекательным использование геоанализа для применения методов искусственного интеллекта [13] и развития интеллектуальной логистики [14].

**Выводы.** Геоанализ как организованная совокупность данных включают геореференции и топологию, что дает возможность решать на них топологические задачи. Топологические задачи позволяют корректно на основе количественных методов решать логистические задачи.

Топологическая модель геоанализа включает и интегрирует в единую модель пространственные, временные и экономические факторы. Это является уникальным свойством таких моделей, позволяющих решать как отдельно пространственные, временные и экономические задачи, так и все вместе в едином комплексе.

Топологическая модель геоданных позволяет применять методы интеллектуальной обработки данных, что создает основу развития интеллектуальных логистических и интеллектуальных транспортных систем.

**Примечания:**

1. Цветков В.Я. Модель геоданных для управления транспортом // Успехи современного естествознания. 2009. №4. С. 50–51.
2. Цветков В.Я. Цифровые карты и цифровые модели // Геодезия и аэрофотосъемка. 2000. №2. С. 147–155.
3. Савиных В.П., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Развитие национальной инфраструктуры пространственных данных на основе развития картографо-геодезического фонда Российской Федерации // Геодезия и аэрофотосъемка. - 2011. №5. С. 85–91.
4. Tsvetkov V.Ya. Semantic Information Units as L. Florodi's Ideas Development // European Researcher, 2012, Vol.(25). № 7. P. 1036–1041.
5. Цветков В.Я. Информационные единицы сообщений // Фундаментальные исследования. 2007. №12. С. 123–124.
6. Цветков В.Я. Информационные модели как основа обработки информации в ГИС // Геодезия и аэрофотосъемка. 2005. № 2. С. 118–123.
7. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Информационная ситуация. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010. № 12. С. 126–127.
8. Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. The Geoinformation approach // European Journal of Natural History. 2009. № 5. P. 102–103.
9. Цветков В.Я. Геореференция как инструмент анализа и получения знаний // Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле». 2011. № 2. С. 63–65.
10. Майоров А.А., Цветков В.Я. Геореференция как применение пространственных отношений в геоинформатике // Геодезия и аэрофотосъемка, 2012. №3. С. 87–89.
11. Tsvetkov V.Ya. Framework of Correlative Analysis // European Researcher, 2012, Vol.(23), № 6-1. P. 839–844.
12. Markelov V.M. Application of Geoinformation Monitoring in Logistics // European Researcher, 2012, Vol.(31). № 10-1. P. 1632–1634.
13. Савиных В.П., Цветков В.Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике // Транспорт Российской Федерации. 2010. № 5. С. 41–43.
14. Цветков В.Я. Интеллектуализация транспортной логистики // Железнодорожный транспорт. 2011. № 4. С. 38–40.

УДК 528.087

**Применение геоданных в логистике**

Владимир Михайлович Маркелов

Московский государственный университет геодезии и картографии  
соискатель  
E-mail: vmarkel123456@yandex.ru

**Аннотация.** В статье дается анализ применения геоданных в логистике. Описаны принципы организации геоданных. Описан логистический анализ с использованием геоданных на примере транспортной сети. Описана модель графа как основа анализа. Показано значение геоданных для решения логистических задач.

**Ключевые слова:** геоинформатика; геоданные; логистика; анализ; транспорт.