

Степанцов Михаил Евгеньевич

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2011/11/22.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2011. № 11 (54). С. 68-70. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2011/11/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Из графиков (Рис. 5) видна эволюция частотного спектра, что соответствует сигналам различной частоты (Рис. 1). Из полученных результатов видно, что метод оконного преобразования Фурье можно использовать для частотно-временного анализа сложных сигналов.

Список литературы

1. Детлаф А. А. Курс физики: учеб. пособие для студентов вузов. 8-е изд., стереот. / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. М.: Академия, 2009. 720 с.
2. Трофимова Т. И. Курс физики: колебания и волны: теория, задачи и решения / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов. М.: Академия, 2003. 256 с.

УДК 519.67

Михаил Евгеньевич Степанцов

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ[©]

Данная работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 11-06-00193.

Транспортные сети, их характеристики и возможности по перевозке грузов всегда являлись одним из определяющих факторов социально-экономического развития отдельных населенных пунктов, регионов и целых стран. Таким образом, адекватное моделирование социально-экономической динамики невозможно без того, чтобы описать математически развитие транспортной инфраструктуры и учесть взаимное влияние транспортной сети и всей экономической системы в целом.

Следует отметить, что большая часть моделей транспортных систем ориентирована на построение при заданных условиях и параметрах системы оптимального в том или ином смысле плана перевозок. В таких моделях подразумевается, что все функционирование транспортной сети управляется из одного центра. При этом либо решается просто задача оптимизации перевозок в рамках существующей неизменной сети [1], либо изменения в структуре транспортной сети, ее развитие также рассматриваются как результат принятия некоего решения центром управления транспортной сетью и реализации этого решения [2; 4].

Между тем, в условиях наличия большого количества хозяйствующих субъектов эти предположения нельзя считать верными. В этом случае и схема перевозок, и процесс развития транспортной сети складываются из одновременных независимых друг от друга действий этих субъектов. При этом действия не являются ни полностью скоординированными, ни совершенно случайными.

Именно такой подход использован в [3]. Предлагаемая модель является попыткой описать на языке математики процесс самоорганизации (возникновения и развития) транспортной сети, происходящий не на основании некоего единого плана, а самопроизвольно складывающийся при заданных географических условиях и параметрах спроса и предложения нескольких видов товаров.

Основной идеей модели является введение для каждого вида товаров величины, названной потенциалом. Потенциал численно характеризует потребность в данном товаре, существующую в данном узле транспортной сети. Именно разность потенциалов между узлами и создает в модели потоки товаров.

Модель представляет собой полный граф, каждой вершине и каждому ребру которого приписан определенный набор параметров и переменных. Вершины моделируют узлы сети и характеризуются следующими величинами:

1. Размер узла V_i .
2. Выпуск продукции вида k P_{ik} (отрицательное значение означает спрос на продукцию).
3. Потенциал продукции каждого вида ϕ_{ik} .

Ребрам графа, изображающим транспортные коммуникации, связывающие населенные пункты, поставлены в соответствие следующие величины:

1. Длина $L_{ij} > 0$.
2. Коэффициент затрат на расширение Q_{ij} .
3. Пропускная способность $W_{ij} \geq 0$.
4. Поток продукции вида k S_{ijk} .

Кроме этого, модель характеризуется глобальными параметрами «коэффициент проторенного пути» $N > 1$ и «коэффициент роста узлов» $G > 0$. Первый из них показывает, во сколько раз затраты на прокладывание новой дороги с некоторой пропускной способностью превышают затраты на расширение существующей дороги на ту же величину.

Динамика модели реализована с использованием дискретного времени, шаг которого можно условно положить эквивалентным году реального времени - традиционному для экономики отчетному и плановому

периоду. В связи с этим возникла известная методологическая проблема, свойственная, например, традиционным разностным схемам - дискретный характер пространства и времени противоречил бы континуальным свойствам переменных. Поэтому уместно было положить, что все величины (кроме коэффициентов Q_{ij} , N , G , не являющихся переменными модели) также могут принимать только целые значения.

Начальное состояние модели задается набором значений V_i , P_{ik} , L_{ij} , Q_{ij} , W_{ij} и глобальных параметров. Пошаговое изменение состояния модели осуществляется в два этапа, которые носят принципиально различный характер. Первый этап состоит в установлении схемы перевозок товаров при существующих значениях спроса, предложения и возможностях транспортировки. Следует отметить, что в рамках модели эта схема складывается не путем выбора оптимального (в каком-либо смысле) способа перевозок, а через самопроизвольное установление маршрутов перевозки, каждый из которых «закрывает» некоторую часть спроса на данный вид товара.

Номер вида продукции k играет роль индикатора значимости продукции. На каждом шаге алгоритма для каждого значения k , меняющегося от 1 (номер наиболее значимой продукции) до максимального (номер наименее значимой продукции), в каждой вершине рассматривалась задача оптимизации:

$$|\varphi_{ik}| \mapsto \min \quad (1)$$

при ограничениях

$$\forall j \sum_k |S_{ijk}| \leq W_{ij}, \quad (2)$$

где значения потенциалов заданы выражением

$$\varphi_{ik} = \sum_j S_{ijk} + P_{ik} \quad (3)$$

К задаче (1, 2) применяем следующий метод. Поскольку $S_{ijk} \in Z$, то для каждого значения k значение S_{ijk} увеличивалось на 1, если $\varphi_{ik} > \varphi_{jk}$ или уменьшалось в обратном случае, и не меняется при равенстве потенциалов. При переборе ребер приоритет отдается ребрам с наибольшей разностью потенциалов между вершинами. Если для данного ребра итерационный процесс останавливается из-за нарушения условия (2), будем говорить, что имеет место перегрузка ребра.

Следует отметить, что такой алгоритм, применяемый для каждого вида товаров, нельзя строго назвать решением задач (1, 2). Он как раз и моделирует спонтанное установление торговых маршрутов между вершинами транспортной сети.

После этого осуществляется изменение параметров вершин и ребер. Размер вершин является также динамической величиной и меняется в зависимости от уровня потока товаров через данную вершину:

$$\forall i: V_i' = \left[V_i (1 + G \sum_{j,k} S_{ijk}^2) \right] \quad (4)$$

При изменении размера вершины выпуски продукции всех видов в этой вершины изменяются пропорционально.

Для всех ребер, на которых возникла перегрузка, проверяется возможность увеличения их пропускной способности. При выполнении условия

$$\frac{V_i + V_j}{2L_{ij}Q_{ij}} \geq 1 \quad (5)$$

осуществляется увеличение пропускной способности ребра

$$W_{ij}' = W_{ij} + \left[\frac{V_i + V_j}{2L_{ij}Q_{ij}} \right] \quad (6)$$

В случае если изначально пропускная способность ребра равна 0 (дорога отсутствует), приведенные формулы модифицируются следующим образом:

$$\frac{V_i + V_j}{2L_{ij}Q_{ij}N} \geq 1 \quad (5a)$$

$$W_{ij}' = W_{ij} + \left[\frac{V_i + V_j}{2L_{ij}Q_{ij}N} \right] \quad (6a)$$

Таким образом, модель представляет собой самоорганизующуюся систему с обратной связью (структура сети определяет схему перевозок, а схема перевозок влияет на изменение структуры сети).

Особенности предлагаемой модели позволяют использовать ее для исследования взаимного влияния экономики территории и расположенной на этой территории транспортной системы.

Подводя итог, отметим, что, используя предложенную модель, можно получить результаты, носящие исключительно качественный характер. Исследовать же количественные характеристики различных транспортных сетей представляется возможным только с использованием для калибровки моделей реальных данных о функционировании конкретной транспортной сети.

Список литературы

1. Бутов А. С., Гаскаров Д. В., Егоров А. Н., Крупенина Н. В. Транспортные системы: моделирование и управление. СПб.: Судостроение, 2001. 552 с.
2. Лившиц В. В. Математическая модель случайно-детерминированного выбора и ее применение для расчета трудовых корреспонденций // Автоматизация процессов градостроительного проектирования: сборник. М.: ЦНИИП градостроительства, 1973. С. 39-57.
3. Малинецкий Г. Г., Степанцов М. Е. Дискретная математическая модель динамического развития транспортной сети // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2009. Т. 49. № 9. С. 1565-1570.
4. Попков Ю. С. и др. Системный анализ и проблемы развития городов. М., 1983.

УДК 53

*Василий Евгеньевич Тарасов**Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова**Московский авиационный институт (технический университет)*О КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ[©]

Одной из проблем, возникших в настоящее время перед техническими университетами, является проблема обучения основам физики студентов младших курсов. Наряду с тем, что теперь преподавателям приходится вносить изменения в курс общей физики, в связи созданием учебных программ для бакалавриата, заменяющего специалитет, все чаще проявляется неудовлетворенность содержанием программ по этому курсу. Кроме того, современные достижения в физике создают настоятельную необходимость в пересмотре учебных программ по курсу общей физики. Помимо этого у автора были и дополнительные мотивы взяться за написание данной статьи. Во-первых, еще в студенческие годы возникло недовольство традиционным содержанием курса общей физики, вызванное тем, что фундаментальные понятия и законы утопали в море приложений и несвязанном наборе фактов. Во-вторых, это недовольство стало усиливаться, когда, помимо научно-исследовательской работы, приступил к преподаванию курса общей физики. При работе со студентами возникал некоторый внутренний дискомфорт и неудовлетворенность от того, чему их приходилось учить. Это породило желание понять причины этой неудовлетворенности, сформулировав их на бумаге, прежде всего для себя. Хотелось также найти возможные способы и пути устранения выявленных недостатков. Надежда на то, что изменения в учебной программе по курсу общей физики помогут избавиться от выявленных недостатков и создаст условия для их исправления, были главным стимулом при оформлении данных заметок. Другими словами, заметки писались, прежде всего, для себя, но с надеждой, что они могут пригодиться и другим.

Далее в статье формулируются общие замечания к традиционному изложению курса общей физики и предлагаются некоторые изменения в методах формирования этого курса.

О курсе общей физики

Под «общей физикой» подразумевается учебная дисциплина, в которой должны излагаться общие основы для всех физических наук и наук, использующих физику. Именно общие основы, то есть фундаментальные физические теории, всеобщие понятия и законы. Курс общей физики должен быть основан на том общем, что объединяет все физические теории. Включение в курс общей физики разделов прикладной физики необоснованно, ибо тогда в данный курс следует включить разделы технической физики, биофизики, астрофизики, геофизики, и еще кучу всего интересного и важного, но не являющегося общим и фундаментальным. Кроме этого, большая прикладная составляющая курса общей физики дает специальным кафедрам технических университетов законное право отбирать у кафедр физики часы, которые отведены для курса общей физики.

Кратко перечислим предлагаемые изменения в курсе общей физики.

1. Из курса общей физики следует исключить разделы, относящиеся к прикладной физике и не являющиеся частью основных фундаментальных теорий. Изучение прикладной физики (физики лазеров, физика полупроводников, термоэлектрические и контактные явления и так далее и тому подобное) более логично в рамках спецкурсов, в которых изучаются соответствующие направления науки и техники. В курсе общей физики следует больше внимания уделить фундаментальным физическим теориям, чтобы заложить хороший фундамент для изучения прикладных наук.

2. Рассмотрение примеров физических систем и устройств (гармонического осциллятора, маятника, ротатора, барьерные задачи, изопроцессы, линзы, интерферометры, лазеры, трансформаторы, диоды, тепловые двигатели, и т.д.) и методов решения уравнений движения таких систем, следует перенести из лекционного курса на практические занятия, компьютерные лабораторные работы, коллоквиумы и семинарские занятия. Именно их (но не только) следует разбирать в пособиях по практическому курсу физики, в разделах