грузы должны укладываться плотно для полного пользования пространством. В случае перевозки свежих или охлаждённых продуктов, запакованных в тару, их размещение не должно препятствовать движению воздуха между ящиками или другой тарой. Дистанция между потолком и верхней кладью товара не должна составлять меньше 25-40 сантиметров. Помещение, в котором перевозятся скоропортящиеся продукты, должно быть опломбировано.

При транспортировке продуктов должны быть соблюдены требования не только к упаковке, но и к маркировке. На каждую упаковку могут быть нанесены следующие знаки:

- «Скоропортящийся груз» – обозначает, что при доставке соблюдается температурный режим;
- «Беречь от влаги» – если на перевозимые скоропортящиеся продукты попадет влага, то они теряют потребительские качества;
- «Беречь от солнца» – обозначает запрет на попадание прямого солнечного света;
- «Герметичная упаковка» – этот знак запрещает вскрывать упаковку;
- «Тропическая упаковка» – знак-обозначение отрицательного влияния тропического климата;
- «Вверх» указывает правильное расположение упаковки при погрузке, разгрузке;
- «Ограничение температуры» – с указанием максимально допустимых низких и высоких температур.

Скоропортящиеся грузы перевозятся в автотранспортных средствах, которые могут использоваться только для перевозок продуктов и соответствуют санитарным требованиям. Кузов изотермических автотранспортных средств изготовлен из теплоизолирующего материала, которым покрывают пол, стены, двери и потолок. Существует три класса автотранспортных средств для перевозки продуктов: ледники (в таких транспортных средствах внутренний температурный режим поддерживается при помощи естественного или сухого льда, либо при помощи сжиженного газа); рефрижераторы (так же как и ледники, способны поддерживать температурный режим, но используются специальные холодильные системы: компрессорные агрегаты или абсорбционные установки); отапливаемые автотранспортные средства (в таком транспорте температура повышается и сохраняется в течение 12 часов благодаря отопительной системе).

1. О правилах перевозки скоропортящихся грузов [Электронный ресурс]. Режим доступа: attachment:/228/Грузы_Скоропортящиеся.htm.
2. Перевозка скоропортящихся грузов: Справочник А.П. Леонтьев, В.Д.Ткачев, И.И.Батраков и др. - М.: Транспорт, 2006, - 304 с.
3. Правдина, Н. В. Транспортное обеспечение коммерческой деятельности : учебно-методическое пособие / Н. В. Правдина. - Ульяновск : УлГТУ, 2007. 95 с.

Яровая М.В., Шевырев Л.Ю.

Основы моделирования транспортных процессов

*Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской
государственный аграрный университет
(Россия, Зерноград)*

doi: 10.18411/lj-08-2020-12

idsp: ljjournal-08-2020-12

Аннотация

В данной статье приведены основы моделирования для решения транспортных задач различными методами.

Ключевые слова: «венгерский метод», транспортная задача, моделирование, алгоритм, матрица.

Abstract

This article presents the basics of modeling for solving transport problems using various methods.

Keywords: "Hungarian method", transport problem, modeling, algorithm, matrix.

Под моделированием понимается процесс построения, изучения и применения моделей. Оно тесно связано с такими категориями, как абстракция, аналогия, гипотеза и др. Главная особенность моделирования в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект. Необходимость использования метода моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать или вовсе невозможно, или же это исследование требует много времени и средств.

Моделирование представляет собой циклический процесс, т.е. за первым циклом может последовать второй, третий и т.д. При этом знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а первоначально построенная модель постепенно совершенствуется. Моделирование различных процессов и систем позволяет решать различные проблемы, не прибегая к экспериментам с реальной системой. С помощью моделирования транспортных потоков можно решать задачи, связанные с проектированием дорожных сетей, составлением транспортных маршрутов и расписаний для общественного транспорта, а также оптимизировать движение в существующих транспортных сетях. Существует большое количество методов моделирования, с помощью которых инженеры могут решать свои задачи. Для упрощения выбора метода моделирования их классифицируют. Это помогает быстро определить, какой из методов моделирования подходит для решаемой задачи исходя из имеющихся данных, временных, вычислительных и трудовых ресурсов, а также учитывая необходимую точность и конечные цели моделирования. В статье представлена классификация, а также отдельно рассмотрены различные методы моделирования транспортных потоков. Как примеры макроскопических моделей, также известных как гидродинамические модели, приведены модель Лайтхилла-Уизема, модель Гриншилдса и модель, основной идеей которой является системная динамика. Макроскопические модели строятся «сверху вниз» – для моделирования задаются глобальные параметры взаимодействия и поведения, отдельные единицы транспорты не рассматриваются. Затем в статье речь идёт о мезоскопических моделях. Это методы моделирования, которые комбинируют микромоделирование и макромоделирование. В качестве примеров рассматриваются гравитационная и энтропийная модели. Последним рассматриваемым обширным классом моделей являются микроскопические модели. Здесь настраивается взаимодействие отдельных транспортных единиц и тем самым обозначается поведение всей системы в целом. К микроскопическим моделям относят клеточные автоматы, имитационное моделирование и дискретно-событийный метод.

Общая цель моделирования может быть сформулирована следующим образом: это определение (расчет) значений выбранного показателя эффективности для различных стратегий проведения операции (или вариантов реализации проектируемой системы). При разработке конкретной модели цель моделирования должна уточняться с учетом используемого критерия эффективности.

На автомобильном транспорте наиболее часто встречаются следующие задачи, относящиеся к транспортным:

- прикрепление потребителей ресурса к производителям;

- привязка пунктов отправления к пунктам назначения;
- взаимная привязка грузопотоков прямого и обратного направлений;
- отдельные задачи оптимальной загрузки промышленного оборудования;
- оптимальное распределение объемов выпуска промышленной продукции между заводами-изготовителями и др.

Задача о размещении (транспортная задача)- это распределительная задача, в которой работы и ресурсы измеряются в одних и тех же единицах. В таких задачах ресурсы могут быть разделены между работами, и отдельные работы могут быть выполнены с помощью различных комбинаций ресурсов. Примером типичной транспортной задачи является распределение (транспортировка) продукции, находящейся на складах, по предприятиям-потребителям. Для простоты выбора метода моделирования существуют различные классификации, некоторые приведены ниже. Это классификации по следующим признакам:

- по изменяемости данных с течением времени (динамические, статические);
- по методу расчётов (компьютерные, математические);
- по непрерывности (непрерывные, дискретные);
- по наличию вероятностной составляющей (стохастические, детерминированные);
- по типу решаемых задач (прогнозные, имитационные, оптимизационные);
- по уровню детализации (макроскопические, микроскопические, мезоскопические).

В последнее время специалисты всё чаще прибегают к классификациям, которые основаны не на одном признаке, а на их сочетании.

Первый уровень - это обычные макроскопические модели, где транспортный поток представляется как поток частиц, которые подчиняются законам гидрогазодинамики. Этот класс моделей также известен как гидродинамические модели, поскольку здесь проводится аналогия между транспортным потоком и потоком абстрактной жидкости; поток рассматривается как неделимая единица, то есть отсутствует моделирование каждого автомобиля. Модель настраивается путём определения плотности потока, средней скорости, интенсивности потока. В данных моделях имеются некоторые допущения. Для получения адекватных результатов при определении пропускной способности необходимо правильно задать скорость свободного движения, иначе есть вероятность получения завышенных результатов. Данная модель обладает следующей особенностью: результаты моделирования будут тем точнее, чем ниже будет задана скорость свободного движения.

Вторым уровнем выделяют наиболее часто используемые модели - микроскопические, которые сосредотачиваются на индивидуальных транспортных средствах и их поведении. В то время как макроскопические модели используют меньше вычислительных ресурсов и, поэтому, позволяют моделирование больших дорожных сетей, результаты часто менее точны по сравнению с микроскопическим моделированием. Микроскопические модели описывают систему путём описания поведения каждого отдельного автомобиля и вариантов взаимодействия с другими участниками дорожного движения. Развитие данных моделей обусловлено появлением производительных ЭВМ, благодаря которым появилась возможность работать с большим объёмом расчётов. Первыми появившимися микроскопическими моделями были модели «следования за лидером»: модели оптимальной скорости (разработанные в 1950–1953 годах) и «умного водителя». Предполагается, что каждый участник дорожного движения ориентируется на скорость автомобиля, идущего перед ним. В модели влияние лидера на следующие транспортные средства основано на зависимости оптимальной скорости от дистанции до ведущей машины. Последующий модификации модели оптимального движения касались рассмотрения поведения некоторых

водителей при изменении скорости лидирующего автомобиля, а также было рассмотрено поведение транспорта на дорогах с более чем одной полосой движения. Например, если объектом моделирования является автомобиль, то его атрибутами могут быть «движение» (состояния «двигается» и «покоится»), «направление движения» (например, ориентированное по компасу) и так далее. Это позволяет моделировать поведение отдельных единиц транспортного потока и определять их взаимодействие. Наибольшее распространение этот метод моделирования получил в логистике, а также моделировании производственных процессов.

Модели третьего уровня, мезоскопические, напротив, пытаются заполнить промежуток между макроскопическим и микроскопическим моделированием при использовании индивидуальных транспортных средств, которые приводятся в действие через контролирующие макроскопические переменные. Особенностью данных методов моделирования является комбинирование микро- и макроскопических моделей. Здесь определяется поведение каждой транспортной единицы, но при этом их взаимодействие рассматривается на макроскопическом уровне. Одной из таких моделей является гравитационная модель. Она описывает взаимодействие двух регионов, которые, собственно, и являются источниками транспортных потоков, или, если использовать терминологию этой области, корреспонденций. Это название было выбрано из-за лежащего в основе этой модели закона всемирного тяготения. Здесь в системе определяются регионы – точки, которые являются источниками и приёмниками транспортных потоков. Между ними задаётся связь, которая по сути является путём. Основными исходными данными для гравитационной модели являются объёмы прибытия и отбытия между районами. Предполагается, что сумма всех отбытий равна сумме всех прибытий, иначе модель будет неадекватна. Принцип данного метода заключается в следующем: транспортный поток из точки А в точку Б пропорционален объёму отбытия из А, объёму прибытия в Б, а также функции тяготения F , которую определяет удалённость точек А и Б друг от друга, а также скоростные и прочие характеристики данного участка пути. Недостатком гравитационной модели является то, что объём корреспонденции рассматривается лишь для двух отдельно взятых районов в отрыве от остальных.

Под названием —транспортная задача объединяется широкий круг задач с единой математической моделью. Для большей наглядности приведем схему постановки транспортной задачи на схеме, рисунок 1.

Рисунок 1 – Схема постановки транспортной задачи

Классическая транспортная задача – задача о наиболее экономном плане перевозок однородного продукта или взаимозаменяемых продуктов из пунктов производства в пункты потребления, встречается чаще всего в практических приложениях линейного программирования. Линейное программирование является одним из разделов математического программирования – области математики, разрабатывающей теорию и численные методы решения многомерных экстремальных задач с ограничениями. Огромное количество возможных вариантов перевозок затрудняет получение достаточно экономного плана эмпирическим или экспертным путем. Применение математических методов и вычислительных в планировании перевозок дает большой экономический эффект. Транспортные задачи могут быть решены симплексным методом однако матрица системы ограничений транспортной задачи настолько своеобразна, что для ее решения разработаны специальные методы. Эти методы, как и симплексный метод, позволяют найти начальное опорное решение, а затем, улучшая его получить оптимальное решение. Транспортная задача может также решаться с ограничениями и без ограничений. В зависимости от способа представления условий транспортной задачи она может быть представлена в сетевой (графовой) или матричной (табличной) форме.

1. Геронимус Б.Л., Царфин Л.В. Экономика – математические методы в планировании на автомобильном транспорте: учебник / Геронимус Б.Л. – М:Транспорт, 1988 . – 191 с.
2. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие / Н.В. Голубева. - СПб.: Лань, 2016. - 192 с.
3. Федоткин, И.М. Математическое моделирование технологических процессов / И.М. Федоткин. - М.: КД Либроком, 2018. - 416 с.