

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА

© 2012 О.А. Юдин

Московский финансово-промышленный университет “Синергия”

E-mail: OET2004@yandex.ru

Моделируется размещение производства при полном удовлетворении спроса на продукцию и при минимальных транспортных издержках. Математически рассчитываются транспортная сеть между городами производства и сбыта продукции (на основе алгоритма Дейкстры), наиболее привлекательные удаленные регионы для поставок (методами многокритериальной оптимизации); определяется центр создания регионального представительства при минимальной транспортной сети (на основе дерева Штайнера).

*Ключевые слова:* размещение производства, минимальная транспортная сеть, алгоритм Дейкстры, дерево Штайнера, многокритериальная оптимизация.

Целью написания статьи является рассмотрение способов размещения производства и организации сбыта продукции для компаний, выходящих на рынок с инновационным продуктом, на основе экономико-математических методов. На сегодня известные нам методики в большей степени освещают данный вопрос эмпирически, без использования последовательных алгоритмов.

В качестве примера, от которого будем отталкиваться, предлагается инновационный проект основания и развития организации, производящей и распространяющей безглютеновую продукцию на территории Российской Федерации. Целевая аудитория компании - люди, страдающие целиакией (непереносимость белка глютена, содержащегося в злаковых). Данный проект является инновационным, так как на текущий момент в России отсутствуют крупные производители всего необходимого ассортимента доступной рядовому потребителю безглютеновой продукции. Есть только мелкие производители некоторых продуктов, располагающихся в Москве и Санкт-Петербурге, а также ряд дистрибьюторов продукции, произведенной за рубежом, что очевидно влечет за собой высокие цены и низкое удовлетворение спроса. Данный аспект делает производство более привлекательным за счет отсутствия прямых конкурентов, а также товаров-заменителей<sup>1</sup>.

Предлагаемый проект основан на производстве продуктов на территории России и полном покрытии спроса на безглютеновую продукцию на всей территории страны. Используя отечественное производство, компания стремится достичь низких издержек и, как следствие, низких цен на произведенные продукты.

Интерес представляют две задачи принятия решений по проблеме непокрытого спроса на безглютеновые товары в РФ:

- размещение производства скоропортящейся продукции и доставка ее потребителю. Здесь более пристальное внимание следует уделить срокам доставки и связанными с ними высокими транспортными издержками (срок должен быть достаточно коротким). Решается посредством использования существующих каналов сбыта и адекватным выбором пунктов размещения производства;

- размещение производства продукции с длительным сроком хранения и методы доставки ее потребителю (здесь более важную роль играет не срок доставки, а минимальное расстояние и, как следствие, снижение транспортных издержек). Решается посредством размещения производства в одном ключевом пункте, использования существующих каналов сбыта, а также посредством развития регионального представительства.

Решение первой задачи было осуществлено при помощи приведения ее к серии задач нелинейного программирования, решаемых асимптотически и приведших к удовлетворительным результатам. В данной же статье хотелось бы акцентировать внимание на решении второй задачи.

Так как существует необходимость покрыть спрос на товар по всей стране, то одним из направлений деятельности будет являться развитие региональных представительств.

Первая цель развития регионального представительства - организация доставки продукции долгосрочного хранения из центра производства

в Москве в города размещения магазинов розничной торговой сети (выбор розничной сети сбыта продукции был осуществлен на основе эмпирического анализа, а также экспертного анализа, методов многокритериальной оптимизации и построения функции ценности).

Кроме того, в силу недостаточного распространения розничной сети многие регионы страны не получают доступа к продукции, как расположенные в непосредственной близости от сети поставок, так и удаленные и в первую очередь регионы Дальнего Востока. Следовательно, второй целью является прикрепление наиболее привлекательных близлежащих регионов к сети поставки продукции из центра производства в Москве, и третьей целью - организация производства фирмы для покрытия спроса страны в удаленных от торговой сети регионах.

По решению проблемы и достижению поставленных целей были сформулированы следующие задачи принятия управленческого решений:

1) построить транспортную сеть между городами производства и сбыта продукции, т.е. найти кратчайший путь доставки продукции;

2) из близлежащих регионов выбрать нуждающиеся и наиболее привлекательные для доставки в них безглютеновой продукции;

3) по результатам решения второй задачи выбрать в каждом регионе привлекательные для сбыта города и построить транспортную сеть доставки из центра производства в эти города;

4) из представленных для исследования удаленных регионов выбрать нуждающиеся в безглютеновой продукции для открытия регионального представительства;

5) по результатам решения четвертой задачи выбрать наиболее привлекательные для сбыта города в регионах и найти пункты местоположения центров регионального представительства, связующих выбранные города по минимальному дереву.

Первая задача кратчайшего пути решается на основании алгоритма Дейкстры<sup>2</sup> при помощи Географической информационной системы (GIS - Geographic Information System) GRASS (Geographic Resources Analysis Support System), используемой для географического управления и анализа данных, обработки изображений, создания карт, моделирования пространства и визуализации. GRASS является свободной ГИС и распространяется под GNU General Public License.

Результаты длин дорог от Москвы до городов: Нижний Новгород - 415,23 км; Екатеринбург - 1961,62 км; Санкт-Петербург - 747,88; Самара - 1087,58 км; Ростов-на-Дону - 1096,64 км; Краснодар - 1369,14 км; Новосибирск - 3721,74 км. Общая длина транспортной сети - 10399,84 км. Такая же методика позволяет оценить транспортные и временные издержки для задачи, описанной выше. Вторая задача прикрепления наиболее привлекательных близлежащих регионов не отличается от задачи кратчайшего пути.

Как было отмечено выше, предприятие преследует цель открытия регионального представительства в удаленных от регионов размещения торговой сети, осуществляющей сбыт. Задача принятия управленческого решения возникла, поскольку спрос на безглютеновую продукцию превышает предложение.

Задача принятия решения - из 13 представленных для исследования регионов выбрать нуждающиеся в безглютеновой продукции для открытия регионального представительства.

Регионы для исследования:

1) Дальневосточный федеральный округ: Амурская область, Еврейская АО, Камчатский край, Магаданская область, Приморский край, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Хабаровский край, Чукотский автономный округ;

2) Сибирский федеральный округ: Республика Бурятия, Читинская область, Иркутская область, Республика Тыва.

Регионы, представленные для исследования, являются удаленными от основного центра производства, а также от построенной сети доставки продукции. Ранжирование регионов по привлекательности размещения в них сбыта осуществляется на основе метода многокритериальной оптимизации. Критерии для оптимизации: численность населения, площадь региона, плотность населения регионов, удельный вес городского населения в общей численности населения региона, потребительские расходы в среднем на душу населения, продукция растениеводства, производство зерна, оборот розничной торговли продовольственных товаров, заболевание органов пищеварения на 1000 чел.<sup>3</sup> В качестве моделей принятия управленческих решений могут быть использованы: рациональная модель принятия решений, модели Вуда и Карпова, модель Минцберга, модель Саймона (выбрана для решения задачи на основе сравнительного анализа моде-

лей)<sup>4</sup>. Для решения этой задачи могут быть использованы следующие методы: метод анализа иерархии, построение и максимизация функции ценности ЛПР, лексикографическое упорядочение критериев по важности и целевое программирование (также выбрано на основе сравнения)<sup>5</sup>.

Таким образом, была построена функция ценности и осуществлена ранжировка регионов по предпочтению осуществления сбыта. Следует заметить, что применение многокритериальной оптимизации для макроэкономических показателей - это принципиально новый метод, использованный в данной работе.

По результатам полученной ранжировки необходимо для наиболее привлекательных регионов выбрать города сбыта продукции и место расположения регионального центра для обеспечения доставки в них. В тройку наиболее привлекательных регионов попали Приморский край, Иркутская область, Хабаровский край.

Прежде всего, для оценивания места расположения центров производства в регионах необходимо выяснить возможные пути сбыта продук-

менение его в целях, поставленных в данной работе, является новым и неисследованным. Кроме того, русскоязычная литература не описывает использование метода в практических целях.

В данной работе применяется свободная ГИС GRASS<sup>7</sup>. Обратимся к практическому применению данного алгоритма для наиболее предпочтительного Приморского края: выбор места расположения регионального центра производства осуществляется при условии поставки продукции в пять городов региона: Владивосток, Находка, Уссурийск, Арсеньев, Партизанск.

Наиболее важные города для поставки продукции (при наличии сети "ВЛ-Март") - Владивосток, Уссурийск и Находка. Во-первых, это крупнейшие города края по численности населения, во-вторых, именно в них находятся самые крупные магазины розничной торговли. Самым привлекательным городом для поставки продукции является столица края - город Владивосток (см. таблицу). Несомненно, построенный региональный центр производства должен находиться территориально близко к этому городу.

Наличие сети "ВЛ-Март" в крупнейших городах Приморского края

Город	Население, тыс. чел.	Общая площадь гипер/супермаркета "ВЛ-Март", м <sup>2</sup>	Торговая площадь гипер/супермаркета "ВЛ-Март", м <sup>2</sup>
Владивосток	605,4	1) 2950 2) нет данных	1) 1300 2) 1500
Уссурийск	180,5	1390	900
Находка	169,5	1850	900
Партизанск	49,4	550	251

ции в них. При этом следует обратить внимание, что в качестве канала сбыта предпочтительна сеть розничной торговли, по характеристикам схожая с выбранной в предыдущей задаче торговой сетью. Наиболее удовлетворяют данным требованиям сети "ВЛ-Март" и "Самбери".

Для решения задачи о поставке продукции в выбранные города региона требуется выбрать такое расположение центра производства (регионального представительства), которое обеспечит минимальное суммарное расстояние между городами. Покрывающее дерево, обеспечивающее минимальное суммарное расстояние между заданными пунктами, называется минимальным деревом Штайнера<sup>6</sup>.

Следует отметить, что в настоящий момент алгоритм дерева Штайнера используется в основном в телекоммуникациях при оптимизации маршрутов передачи мультимедийных данных. При-

В результате решения задачи получено, что дерево дорог состоит из трех маршрутов: 1) Владивосток, 2) Уссурийск и Арсеньев, 3) Находка, Партизанск. Причем все три линии дорог пересекаются в одной точке, которая является одной из точек Штайнера. Кроме того, пересечение дорог проходит точно через г. Артем, который является четвертым крупнейшим городом Приморского края по численности населения (111,9 тыс. чел.).

Город Артем можно считать искомым пунктом размещения регионального центра производства для Приморского края. Таким образом:

- центр производства будет открыт в точке пересечения путей доставки продукции по трем главным направлениям;
- обеспечивается минимальная длина всей сети доставки;

- путь из Артема в главные города - Владивосток, Уссурийск, Находка - является также кратчайшим путем доставки;

- центр производства располагается в одном из самых крупных городов края и потенциальным местом сбыта продукции.

Стоит отметить, что исследования, проводимые в данной работе, являются лишь частью проекта по созданию предприятия. Примененные методы анализа развития регионального представительства не могут охватить все аспекты проблемы размещения центров регионального производства, однако они дают альтернативные варианты решения, которые существенно облегчают процесс принятия управленческого решения.

---

<sup>1</sup> Официальный сайт Санкт-Петербургского общества больных целиакией. URL: [celiac.spb.ru](http://celiac.spb.ru).

<sup>2</sup> Протасов В.Ю. Максимумы и минимумы геометрии. М., 2005.

<sup>3</sup> Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации : стат. сб. / Росстат. М., 2009.

<sup>4</sup> Филинов Н.Б., Борисова В.В. Математическое моделирование в анализе и разработке управленческих решений : учеб. пособие. Ч. 2. М., 2003.

<sup>5</sup> Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решения при многих условиях: предпочтения и замещения. М., 1981.

<sup>6</sup> См.: Korte В., Vygen J. Combinatorial Optimization // Theory and Algorithms. 2002. Springer; Graham R.L. The shortest network problem // Production company: University Video Communications. 1988.

<sup>7</sup> См.: Dassau O., Holl St., Neteler M., Dr. Manfred Redslöb. GRASS GIS 6.0 Tutorial. Version 1.2. - GDF. Hannover bR, 2005; GRASS Development Team. GRASS GIS 6.4.0svn Reference Manual, 2009.

*Поступила в редакцию 04.04.2012 г.*