

УДК 911.3:33(477)

UDC 911.3:33(477)

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ УКРАИНЫ**THE OPTIMIZATION OF ROAD CARRIAGE BASED ON SOLVING THE LINEAR PROGRAMMING TRANSPORTATION PROBLEM IN THE WESTERN REGION OF UKRAINE****М. И. Сенькив,***аспирант кафедры экономической и социальной географии Львовского национального университета имени И. Франко, Украина***M. Senkiv,***Post-Graduate Student,
Lviv national university named
after Ivan Franko, Ukraine*

Поступила в редакцию 15.07.16.

Received on 15.07.16.

Обоснована целесообразность решения транспортной задачи линейного программирования для осуществления оптимизации автомобильных перевозок в Западном регионе Украины. Осуществлена оптимизация перевозок цемента в Западном регионе Украины на основе транспортной задачи, в частности, определены оптимальные зоны поставки цемента и оптимальный объем поставки цемента от действующих заводов к потребителям. На основе полученных результатов построена картосхема оптимальных зон поставки цемента в Западном регионе Украины. Сделан подробный пространственный анализ выделенных оптимальных зон поставки цемента, в частности, относительно сети автодорог международного, национального и регионального значения в пределах региона. Предложены пути улучшения существующей сети перевозок цемента автомобильным транспортом от действующих заводов к потребителям в пределах Западного региона Украины.

Ключевые слова: оптимизация, транспортная задача, автотранспортные перевозки, цементный завод, Западный регион Украины.

The expediency of solving the linear programming transportation problem to implement the optimization of road carriage in the Western region of Ukraine is substantiated. The optimization of cement carriage in the Western region of Ukraine based on the transportation problem is implemented; in particular, the optimal zones of cement supply and optimal amount of cement supply from acting plants to consumers are determined. Based on the obtained results a map scheme of the optimal zones of cement supply in the Western region of Ukraine is made. The detailed spatial analysis of the marked optimal zones of cement supply, particularly, concerning the network of international, national and regional roads within the region is carried out. The ways of improving the existing network of cement carriage from acting plants to consumers within the Western region of Ukraine are proposed.

Keywords: optimization, transportation problem, road carriage, cement plant, the Western region of Ukraine.

Введение. В наше время автомобильные грузоперевозки играют значительную роль в хозяйственной деятельности. С логистической точки зрения автомобильный транспорт характеризуется мобильностью и оперативностью и поэтому широко используется для перемещения малых и средних грузов. Также автомобильный транспорт, в отличие от других видов транспорта, способен доставить груз без посредников (от двери отправителя к двери получателя), что обуславливает целесообразность оптимального распределения потребителей продукции за поставщиками на основе решения транспортной задачи. Большинство существующих исследований

оптимизации перевозок с помощью решения транспортной задачи имеют локальный характер. Целью данного исследования является оптимизация перевозок цемента на основе решения транспортной задачи на крупнорегиональном уровне, в частности в Западном регионе Украины (ЗРУ). Она предполагает формулировку, постановку и решение транспортной задачи для оптимизации перевозок цемента в ЗРУ, а также картографическое моделирование и географическое изучение полученного решения.

Методика исследования. Оптимизация перевозок цемента в ЗРУ осуществлена на основе решения транспортной задачи ли-

нейного программирования. Среди методов математического программирования линейное программирование, в частности решение транспортной задачи, получило наибольшее распространение в общественной географии [1]. Транспортная задача позволяет спланировать оптимальные перевозки между элементами комплекса региона, то есть структуру лучшей сети перевозок. Отметим, что в отечественной и зарубежной научной литературе имеется достаточно работ, посвященных теоретическим и прикладным аспектам транспортной задачи линейного программирования. Однако публикаций, которые бы демонстрировали решение такой задачи на уровне региона, очень мало. Транспортная задача – это всегда математическая модель, поэтому для ее решения на региональном уровне нужно знать основы математического моделирования в общественной географии. Общие вопросы математического моделирования в общественной географии, виды математического моделирования, применение математических моделей рассмотрены в работе В. С. Грицевича [2]. Теоретические основы постановки и решения оптимизационных задач и методические основы решения транспортной оптимизационной задачи линейного программирования находим в работах В. С. Грицевича, Е. В. Крикавского, И. Г. Смирнова, А. Schrijver [3–6]. Некоторые прикладные аспекты решения задач оптимизации приведены в работе В. С. Грицевича [7]. Аспекты транспортной задачи для оптимизации перевозок рассмотрены в работах А. И. Ковалева и Г. В. Подвальной [8, 9].

Постановка оптимизационной задачи включает три блока. В первом блоке фиксируется совокупность переменных оптимизации. Это те переменные, значениями которых в рамках конкретной задачи можно манипулировать для достижения оптимального эффекта. Второй блок – это критерий оптимизации. В нем определяют функцию цели (целевой функции) от переменных оптимизации и отмечают, что нужно с ней сделать для решения оптимизационной задачи: максимизировать или минимизировать. Третий блок включает совокупность ограничений на переменные оптимизации. В общем случае постановка оптимизационной задачи формулируется так: определить такие значения переменных оптимизации, при которых достигается

оптимум (максимум или минимум) целевой функции и удовлетворяются все ограничения.

В исследовании использованы данные объема производства продукции цементных заводов в ЗРУ [10], а также статистические данные населения районов и городов областного значения в регионе в 2014 г. [11].

Результаты исследования. Для оптимизации автомобильных перевозок в регионе смоделированы перевозки цемента от четырех цементных заводов региона (Публичное акционерное общество (ПАО) «Ивано-Франковскцемент», ПАО «Николаевцемент», ПАО «Волыньцемент» и ПАО «Подольский цемент») к потребителям ЗРУ. Максимальный годовой объем производства цемента в регионе имеет ПАО «Подольский цемент», на втором месте – ПАО «Ивано-Франковскцемент», на третьем – ПАО «Волыньцемент», и минимальный годовой объем производства цемента имеет ПАО «Николаевцемент». В случае рассмотрения в качестве потребителей население 127 административных районов региона количество переменных оптимизации составляет 508, что превосходит возможности стандартного пакета «Excel». Поэтому выполнена группировка административных районов в более крупные территориальные единицы – уезды (на украинском языке – «повіті»). Необходимо сказать, что в Украине административно-территориальная реформа находится на этапе концептуального становления и включает несколько альтернативных подходов. В исследовании использована одна из распространенных схем группировки районов Игоря Колиушко, хотя возможно применение и других известных схем. Схема уездного уклада Игоря Колиушко предусматривает 37 уездов в пределах ЗРУ, следовательно, количество переменных оптимизации составляет 148, что допустимо для пакета «Excel». Потребности уездов в цементе оценены расчетным путем пропорционально количеству населения в каждом уезде при условии закрытости транспортной задачи. Показатели стоимости перевозки цемента оценены пропорционально реальным (вдоль дорог) расстояниям между заводами и административными центрами уездов.

По результатам решения транспортной задачи создана картосхема оптимальных зон поставок цемента в пределах ЗРУ (рису-

нок). Исходя из особенностей этих зон, напомним, что критерием оптимальности задачи является минимизация суммарных транспортных издержек перевозок цемента в ЗРУ в целом. На решение задачи существенно повлиял тот факт, что мощность ПАО «Подольский цемент» в 2014 г. была наибольшей в регионе, а мощность ПАО «Николаевцемент» – наименьшей. Кро-

ме оптимальных зон поставки цемента на картосхеме представлены: объем производства цемента заводами, автотранспортная сеть региона в составе дорог международного, национального и регионального значения, пространственное распределение оптимального объема поставок цемента от заводов к потребителям.

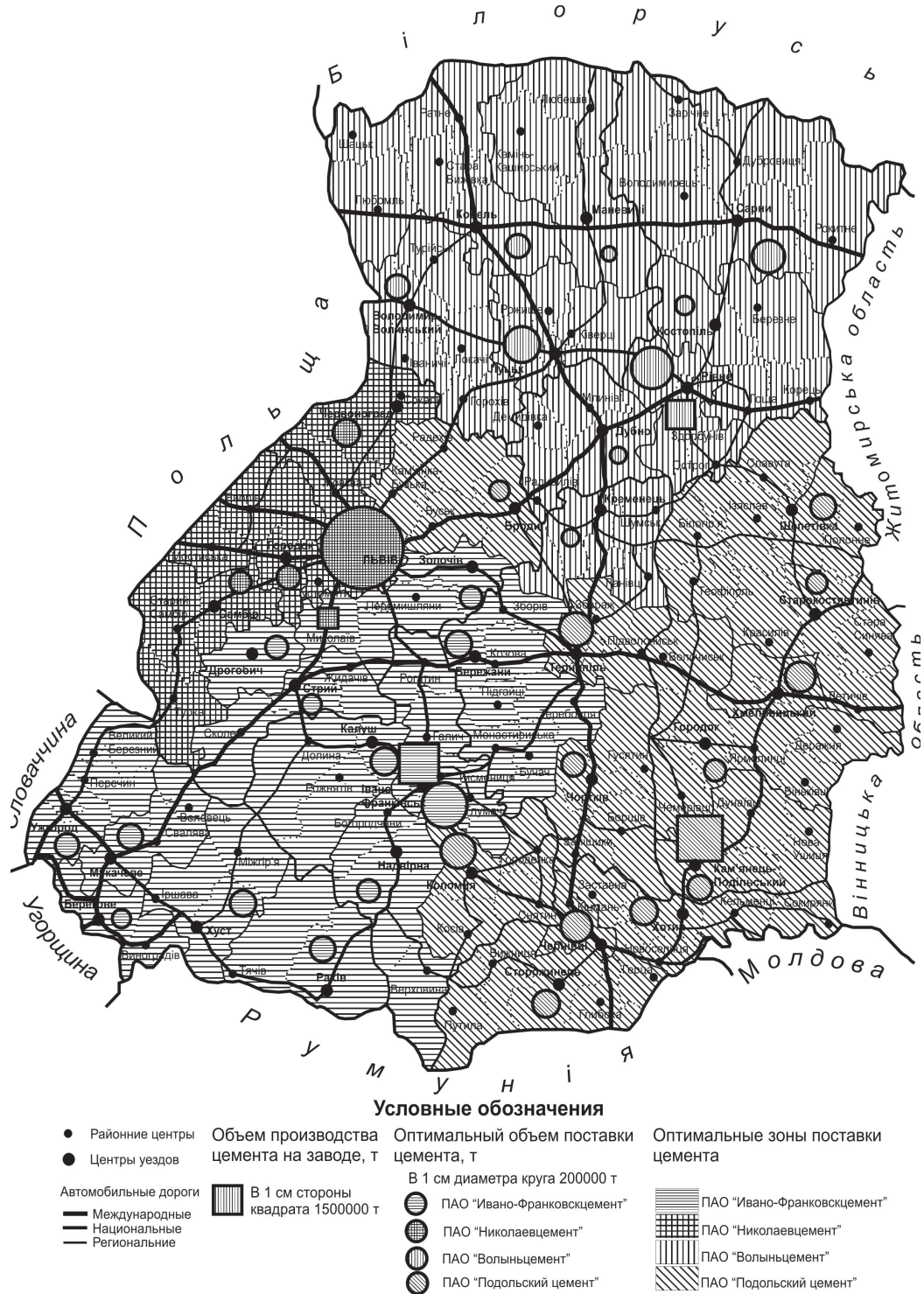


Рисунок – Оптимальные зоны поставок цемента в ЗРУ

Исходя из общерегиональных интересов ЗРУ, продукцию ПАО «Подольский цемент» целесообразно поставлять в Хмельницкую и Черновицкую области, юго-восточную часть Тернопольской и Ивано-Франковской областей, а также в самый восточный уезд Львовской области. Наличие одного уезда, оторванного от основной зоны, объясняется двумя причинами. Во-первых, сыграла роль конфигурация Кременецкого уезда Тернопольской области. Во-вторых, в направлении из Тернополя на Броды ведут сразу две серьезные автомобильные дороги (М19 и Р39). ПАО «Подольский цемент» в пределах выделенной оптимальной зоны поставки цемента соединено с городом Тернополь удовлетворительным участком автодороги Н03 и удовлетворительным участком автодороги М12, также удовлетворительным участком дороги Р24, которая от Борщева является плохой, и удовлетворительным участком автодороги М19. С городом Чертков завод соединен удовлетворительным участком дороги Р24, которая от Борщева является плохой, и удовлетворительным участком автодороги М19. Такое же сообщение есть с городами Староконстантинов (Н03), Хмельницкий (Н03), Каменец-Подольский (Н03), Хотин (Н03), Черновцы (Н03). С городом Сторожинец завод соединен удовлетворительным участком дороги Н03 и плохим участком автодороги Р62. С Городком есть удовлетворительное (Н03) и плохое (Р50) сообщение, с Шепетовкой также – удовлетворительное (Н03) и плохое (Р05). С Коломыей завод соединен удовлетворительными участками автодорог Н03 и Н10 [12]. В рамках этой оптимальной зоны поставок цемента сообщение главных городов и завода является удовлетворительным и плохим, а хорошее сообщение вообще отсутствует.

Продукцию ПАО «Ивано-Франковскцемент» целесообразно поставлять в Закарпатье, юго-восточные уезды Львовской области, западную часть Тернопольской и почти всю Ивано-Франковскую (кроме юго-восточной части) область. Наибольший объем поставок приходится на уезд с центром в Ивано-Франковске, с которым завод соединен хорошим участком автодороги Н09. С городами Ужгород и Мукачево завод соединен

удовлетворительным участком автодороги Н10 и хорошим участком дороги М06. Удовлетворительное сообщение завод имеет с городами Калуш (Н10), Стрый (Н10), Надворная (Н09). С Береговым существует удовлетворительное (Н10 и М24) и хорошее (М06) сообщение. С городами Рахов и Хуст завод соединен удовлетворительным и плохим участками автодороги Н09. Город Золочев соединен с заводом хорошим участком автодороги Н09 и плохим участком дороги Н02. Плохое сообщение завод имеет с городами Бережаны (М12) и Дрогобыч (автодороги территориального значения).

Продукцию ПАО «Волыньцемент» целесообразно поставлять в Волынскую и Ровенскую области, а также на север Тернопольской области. Наибольший объем поставок приходится на уезд с центром в Ровно, с которым завод соединен удовлетворительным участком автодороги Р05, но на незначительном расстоянии друг от друга. Хорошее сообщение завод имеет с городом Дубно (М06). С Маневичами завод соединен удовлетворительными участками автодорог Н22 и Р14, с Ковелем – Н22 и М19. Удовлетворительное сообщение существует также с городами Владимир-Волынский (Н22) и Кременец (М19). С Луцком завод имеет хорошее (М06) и удовлетворительное (М19) сообщение. Плохое сообщение существует с городами Костополь (Р05) и Сарны (Р05).

Продукцию ПАО «Николаевцемент» целесообразно поставлять только в западные уезды Львовской области. Максимальный объем поставок приходится на город Львов, с которым завод соединен хорошей автодорогой международного значения М06. Через Городок также проходит хорошая трасса М11. Проблематичным является сообщение с Самбором (плохая автодорога Н13) и Червоноградом (плохая автодорога Р15). Интересно, что сам завод находится на территории Николаевского района, который попадает в зону влияния цементного завода ПАО «Ивано-Франковск».

Отметим, что осуществленная оптимизация перевозок цемента не учитывает возможности его экспорта за пределы региона. В реальности, действующие цементные заводы часто имеют сертификаты на соответствие их продукции европейским стандартам.

Заклучение. В работе осуществлена оптимизация перевозок цемента на основе транспортной задачи линейного программирования в ЗРУ. Исходя из общерегиональных интересов региона, продукцию ПАО «Подольский цемент» целесообразно поставлять в Хмельницкую и Черновицкую области, юго-восточную часть Тернопольской и Ивано-Франковской области, а также в самый восточный уезд Львовской области. Продукцию ПАО «Ивано-Франковскцемент» целесообразно поставлять в Закарпатье, юго-восточные уезды Львовской области, за-

падную часть Тернопольской и почти всю Ивано-Франковскую (кроме юго-восточной части) области. Продукцию ПАО «Волыньцемент» целесообразно поставлять в Волынскую и Ровенскую области, а также на север Тернопольской области. Продукцию ПАО «Николаевцемент» целесообразно поставлять только в западные уезды Львовской области. В пределах выделенных оптимальных зон поставки цемента существуют проблемные участки автотранспортной сети, нуждающиеся в срочном ремонте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мезенцев, К. В. Суспільно-географічне прогнозування регіонального розвитку : монографія / К. В. Мезенцев. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2005. – 253 с.
2. Грицевич, В. С. Моделювання територіальних систем у суспільно-географічній науці / В. С. Грицевич // Вісник ЛНУ ім. І. Франка. Серія: Географія. – № 29. – Ч. 2. – Львів, 2003. – С. 8–12.
3. Грицевич, В. С. Методи математико-географічного прогнозування та оптимізації: тексти лекцій / В. С. Грицевич. – Львів: Малий видавничий центр. Лабораторія тематичного картографування геогр. ф-ту, 2016. – 32 с.
4. Крикавський Є. В. Логістичні системи: навч. посібник для студ. екон. спец. / Є. В. Крикавський, Н. В. Чорнописька. – Львів: Видавництво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. – 263 с.
5. Смирнов І. Логістика : просторово-територіальний вимір : монографія / І. Г. Смирнов. – К.: ВГЛ «Обрії», 2004. – 334 с.
6. Schrijver, A. (2003), Combinatorial optimization, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Vol. A.
7. Грицевич, В. С. Оптимізація відтворювального потенціалу трудових ресурсів Львівщини / В. С. Грицевич // Вісник ЛДУ ім. І. Франка. Серія: Географія. – № 24. – Львів, 1999. – С. 52–55.
8. Ковальов, А. І. Застосування «транспортної задачі» для оптимізації логістичних витрат у молочній промисловості / А. І. Ковальов, В. А. Карпов, О. І. Винокурова // Економічні інновації. – 2015. – Вип. 59. – С. 29–35.
9. Подвальна, Г. В. Оптимізація перевезень: проблеми використання «транспортної задачі» / Г. В. Подвальна // Вісник Нац. ун-ту «Львів. політехніка». – 2012. – №735. – С. 176–180.
10. Обсяг виробництва продукції цементних заводів у Західному регіоні України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://smida.gov.ua>.
11. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
12. Актуальний стан автомобільних доріг України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://autostrada.info/ua>.

REFERENCES

1. Mezentsev, K. V. Suspilno-geografichne prognozuvannya regionalnogo rozvytku : monografiya / K. V. Mezentsev. – K. : VPTs "Kyivky universytet", 2005. – 253 s.
2. Gritsevych, V. S. Modelyuvannya teritorialnykh system u suspilno-geografichniy nauksi / V. S. Gritsevych // Visnyk LNU im. I. Franka. Seriya: Geografiya. – № 29. – Ch. 2. – Lviv, 2003. – S. 8–12.
3. Gritsevych, V. S. Metody matematyko-geografichnogo prognozuvannya ta optymizatsii: teksty leksiy / V. S. Gritsevych. – Lviv: Malyy vydavnychyy tsentr. Laboratoriya tematychnogo kartografuvannya geogr. f-tu, 2016. – 32 s.
4. Krykavskyy, Ye. V. Logistychni systemy: navch. posibnyk dlya stud. ekon. spets. / Ye. V. Krykavskyy, N. V. Chornopyska. – Lviv : Vydavnistvo Nats. un-tu "Lvivska politehnika", 2009. – 263 s.
5. Smyrnov, I. Logistyka : prostorovo-teritorialnyy vymir : monografiya / I. G. Smirnov. – K. : VGL "Obrii", 2004. – 334 s.
6. Schrijver, A. (2003), Combinatorial optimization, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Vol. A.
7. Grytsevych, V. S. Optymizatsiya vidtvoryvalnogo potentsialu trudovykh resursiv Lvivshchyny / V. S. Grytsevych // Visnyk LDU im. I. Franka. Seriya: Geografiya. – № 24. – Lviv, 1999. – S. 52–55.
8. Kovalyov, A. I. Zastosuvannya "transportnoy zadachy" dlya optymizatsii logistychnykh vytrat u molochniy promyslovosti / A. I. Kovalyov, V. A. Karpov, O. I. Vinokurova // Ekonomichni innovatsii. – 2015. – Vyp. 59. – S. 29–35.
9. Podvalna, G. V. Optymizatsiya perevezen: problem vykorystannya "transportnoy zadachy" / G. V. Podvalna // Visnyk Nats. un-tu "Lviv. politehnika". – 2012. – № 735. – S. 176–180.
10. Obsyag vyrobnytstva produktsii tsementnykh zavodiv u Zakhidnomu regioni Ukrainy [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupu: <http://smida.gov.ua>.
11. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
12. Aktualnyy stan avtomobilnykh dorog Ukrainy [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupu: <http://autostrada.info/ua>.