

УДК 656.135.073

А. Н. Пасечник, И. Г. Лебедь, В. В. Кутырев, А. С. Поварехо

ФАКТОРНО-РЕЙТИНГОВЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНО-ТАМОЖЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ В УКРАИНЕ

UDC 656.135.073

A. N. Pasichnyk, I. G. Lebed, V. V. Kutyrev, A. S. Pavarekha

FACTOR RATING METHOD FOR OPTIMIZING THE NETWORK OF LOGISTIC TRANSPORT AND CUSTOMS COMPLEXES IN UKRAINE

Аннотация

Предложен факторно-рейтинговый метод решения задачи определения оптимальных мест размещения элементов логистической транспортно-таможенной инфраструктуры Украины и определения достаточного и экономически обоснованного количества логистических транспортно-таможенных комплексов для переработки импортного грузопотока заданного объема. Объект исследования – логистическая транспортно-таможенная инфраструктура транспортной системы Украины. Методы исследования – системный и факторный анализ расчетных параметров переработки грузопотоков с учетом транспортных, экономических и административных факторов развития территорий.

Ключевые слова:

транспортно-таможенная инфраструктура, факторно-рейтинговый потенциал, логистика, международные грузопотоки, численность населения, таможенные формальности.

Abstract

The article proposes a factor rating method for solving the problem of determining the optimal locations for elements of the logistic transport and customs infrastructure of Ukraine and determining a sufficient and economically reasonable number of logistic transport and customs complexes for processing imported cargo traffic of a given volume. The object of the research is the logistic transport and customs infrastructure of the transport system of Ukraine. The method of research is a systematic and factor analysis of the calculated parameters of processing of cargo flows, taking into account transport, economic and administrative factors of the development of territories.

Keywords:

transport and customs infrastructure, factor rating potential, logistics, international cargo traffic, population, customs formalities.

Введение

Эффективность применения логистических методов доставки и промежуточного хранения товаров внешнеторгового оборота обуславливает необходимость создания достаточно развитой транспортно-логистической инфраструктуры. Основу такой транспортно-логистической инфраструктуры составляют транспортные пути и

соответствующая сеть логистических транспортно-таможенных комплексов (ЛТТК).

Организация работы ЛТТК осуществляется на основе планирования и рациональной доставки (перевозки) грузов от мест пересечения границы до мест потребления путем расчета и реализации оптимальных логистических цепей.

Проблема создания сети логисти-



ческих транспортно-таможенных комплексов неразрывно связана с вопросом определения оптимального количества таких комплексов в регионе и их взаимного расположения по регионам страны. Разработка и совершенствование методологии определения оптимального количества и мест размещения элементов логистических транспортно-таможенных комплексов является актуальной как научной, так и прикладной задачей [1–3].

Фундаментальные теоретико-методологические основы оптимизации материальных потоков и общие принципы формирования транспортно-логистической инфраструктуры освещены в научных трудах известных ученых. Вопросу внедрения и анализа различных методик определения оптимального местоположения объектов транспортно-логистической инфраструктуры посвящены многочисленные труды известных ученых. Так, в [1] систематизированы методологические подходы применения логистических методов совершенствования транспортной инфраструктуры в условиях многокритериальности. Анализ проблем, связанных с состоянием объектов транспортно-логистической инфраструктуры, определением их оптимального местоположения, а также перспектив развития ЛТТК и транспортно-сервисных центров в Украине проведен в [2]. Опыт создания объектов транспортно-логистической инфраструктуры в странах Европейского союза рассмотрен в [3]. Результаты проведенных исследований применены для формулирования предложений по построению современных транспортно-логистических центров. Вопросы применения мирового опыта создания и развития транспортно-логистических центров проанализированы в [4, 5]. В [6] рассмотрены методологические основы формирования и развития региональных транспортно-логистических центров, определены предпосылки и целесообразность их создания. Проана-

лизированы источники финансирования строительства регионального логистического центра с использованием как бюджетных, так и внебюджетных (инвестиционных, заимствованных) средств. Основные факторы влияния на формирование транспортно-логистической инфраструктуры систематизированы в [7]. Классификация моделей и методов, применяемых в теории транспортной логистики при планировании маршрутов доставки грузов, приведены в [8]. Современные методы планирования, организации и управления перевозками грузов автомобильным транспортом рассмотрены в [9]. Мировой опыт и перспективы совершенствования технологий выполнения таможенных формальностей при перемещении грузов и транспортных средств через таможенную границу освещены в [10].

Вместе с тем, в большинстве известных работ рассматриваются методики нахождения положения одного транспортно-логистического центра, тогда как при формировании общегосударственной логистической инфраструктуры возникает необходимость определения оптимального местонахождения нескольких таких комплексов одновременно с вопросом принятия решения об их оптимальной мощности и количестве.

Целью данной работы является разработка метода совершенствования логистической транспортно-таможенной инфраструктуры (ЛТТИ) на основе проведения факторно-рейтинговой оптимизации мест размещения ЛТТК, определение их территориальных зон обслуживания грузопотока и установления рационального количества таких центров для переработки импортных продовольственных товаров.

В соответствии с данной целью были поставлены следующие задачи:

- разработать методику расчета факторно-рейтингового потенциала перспективных мест размещения ЛТТК;
- провести системный анализ



результатов расчета факторно-рейтингового потенциала населенных пунктов для размещения ЛТТК и на его основе модифицировать модель задачи определения оптимального места нахождения ЛТТК и территориальных зон обслуживания грузопотока;

– провести расчет оптимального местонахождения от 1 до 10 ЛТТК для переработки импортного грузопотока продовольственных товаров на территории Украины;

– провести сравнительный анализ результатов определения оптимального количества ЛТТК по нескольким различным критериям.

Основная часть

Анализ научных исследований позволяет выделить два основных подхода к решению вопроса выбора места размещения ЛТТК [1, 11]:

1) из множества всех возможных вариантов места размещения ЛТТК наиболее рациональный определяется по критерию минимизации транспортной работы по доставке товаров. При этом исходят из допущения, что дополнительных ограничений при выборе места размещения не существует;

2) подход на основе реально допустимых вариантов. Считается, что существует только небольшое количество реально возможных мест, где можно разместить такие объекты, и задача состоит в выборе лучших среди них по выбранным критериям.

Для построения эффективного решения задачи оптимального размещения нескольких ЛТТК предлагается на первом этапе определить оптимальные места для размещения от 1 до n комплексов на территории Украины по критерию минимизации транспортной работы по доставке товаров и с учетом допустимых мест их размещения. Построение опорного решения задачи осуществляется последовательно за несколько шагов: сначала для одного

ЛТТК, затем для двух и т. д. Для улучшения полученного результата на следующем шаге для размещения большего количества комплексов выбираются города с наибольшей транспортной работой, рассчитанной на предыдущем шаге, что позволит минимизировать суммарную транспортную работу для данного варианта. Для повышения достоверности расчетной модели для каждого города предлагается на втором этапе учесть комплексный критерий, характеризующий факторно-рейтинговый потенциал привлекательности каждого города для размещения в его зоне ЛТТК. Факторно-рейтинговый потенциал привлекательности каждого города рассчитывается на основе транспортных, экономических и административных факторов. Применение такого подхода позволит оптимизировать инфраструктуру сети ЛТТК и закрепить конкретные города-потребители по складским комплексам в зависимости от количества последних, определить объем переработки товаров в каждом комплексе для всех n вариантов, т. е. определить территориальные зоны обслуживания.

Первым этапом решения поставленной проблемы является определение параметров опорной модели. Для построения этой модели отобраны 165 населенных пунктов Украины, которые включают города с населением более 30 000 человек, а также населенные пункты, в которых созданы таможенные посты, или грузовые пункты пропуска через таможенную границу Украины. На основе данных GPS-навигации определены взаимные расстояния между выбранными городами, учитывая, что перевозки между городами осуществляются только по автодорогам государственного и международного значения. Соответственно, для каждого города рассчитано относительное потребление импортного грузопотока продовольственных товаров по формуле

$$W_i = P_i/P_s \cdot W_s, \quad (1)$$



где W_i – относительное потребление импортного грузопотока продовольственных товаров для i -го населенного пункта; P_i – население i -го населенного пункта (определено на основе ежегодного отчета Украинского комитета статистики «Численность населения, региональные показатели в 2019 г.»); P_s – общее количество населения выбранных населенных пунктов; W_s – общий объем импортного грузопотока продовольственных товаров в Украину (для определенности результатов проведенных расчетов полагаем, что $W_s = 100000$ т/год).

Результаты расчета объемов доставки продовольственных товаров и расстояний между населенными пунктами Киевской области приведены в табл. 1.

Аналогичные расчеты проведены для всех 165 городов Украины, выбранных по указанным критериям для возможного размещения ЛТТК.

На **втором этапе** в исходную модель вводится приведенный комплексный коэффициент факторно-рейтинговой оптимизации, который рассчитывается следующим образом:

$$K_i = k_{i1} \cdot q_{i2} + k_{i2} \cdot q_{i2} + \dots + k_{ij} \cdot q_{ij} + \dots + k_{im} \cdot q_{im}, \quad (2)$$

где K_i – значение комплексного коэффициента факторно-рейтинговой оптимизации для i -го населенного пункта; q_{ij} – значение фактора для i -го населенного пункта, $q_{ij} = 1$ при наличии соответствующего фактора, $q_{ij} = 0$ при отсутствии фактора; j – количество факторов, которые рассматриваются, $j = 1, 2, \dots, m$; k_{ij} – весовой коэффициент влияния j -го фактора на рейтинговую оценку населенного пункта, $0 < k_{ij} \leq 1$.

Табл. 1. Параметры и расстояния между населенными пунктами Киевской области

В километрах

Численность населения, чел.	Объем потребления, тыс. т	Населенный пункт	Населенный пункт									
			г. Киев	пгт Гостомель	с. Мартусовка (вост. терминал)	г. Белая Церковь	г. Борисполь	г. Бровары	г. Васильков	г. Ирпень	г. Обухов	г. Славутич
2814258	10263,26	г. Киев	0	34	32	98	31	23	40	41	37	189
14304	52,16	пгт Гостомель	34	0	64	112	64	49	54	9	65	187
1024	3,73	с. Мартусовка (вост. терминал)	32	64	0	123	16	31	66	64	67	196
210551	767,85	г. Белая Церковь	98	112	123	0	109	105	49	100	62	271
58868	214,68	г. Борисполь	31	64	16	109	0	30	62	61	66	194
97146	354,28	г. Бровары	23	49	31	105	30	0	56	50	59	167
36427	132,84	г. Васильков	40	54	66	49	62	56	0	50	34	221
76841	280,23	г. Ирпень	41	9	64	100	61	50	50	0	63	190
33315	121,50	г. Обухов	37	65	67	62	66	59	34	63	0	225
24726	90,17	г. Славутич	189	187	196	271	194	167	221	190	225	0



В реальных прикладных задачах k_{ij} позволяет более точно учесть экспертную оценку влияния фактора на значение комплексного коэффициента. Для рассматриваемого случая k_{ij} принимается равным 1.

При проведении расчета факторно-рейтинговой оценки выбранных городов для размещения ЛТТК по формуле (2) предлагается учитывать следующие три группы факторов.

Первая группа – транспортные факторы:

$ТФ_1$ – доступность автодорог международного (категория М) или европейского (категория Е) значения по данным электронной карты населенных пунктов и автомобильных дорог Украины: 1 – имеется, 0 – отсутствует;

$ТФ_2$ – доступность железнодорожного сообщения по данным электронной карты-схемы железных дорог Украины (интернет-ресурс): 1 – имеется, 0 – отсутствует;

$ТФ_3$ – доступность морского порта по данным администрации морских портов Украины: 1 – имеется, 0 – отсутствует [12];

$ТФ_4$ – вхождение населенного пункта в сеть международных транспортных коридоров (МТК). Учитывались железнодорожные МТК № 3, 5, 9, коридоры Организации сотрудничества железных дорог МТК ОВС № 3, 5, 5а, 8, МТК «Гданьск–Одесса» (TRASECA), МТК «Европа–Азия» и автомобильные МТК № 3, 5, 5а, 9, 9а, 9в, 9с, а также транспортные коридоры Украины, которые являются дополнением к сети МТК – ТК «Балтийское–Черное моря», ТК «Евро-Азиатский», ТК «Европа–Азия», ТК «ЧЭС (Причерноморские страны)», утверждены ПКМУ № 1512 от 16 декабря 1996 г.: 1 – в пределах МТК, 0 – не в пределах МТК [13];

$ТФ_5$ – наличие грузового пункта пропуска через таможенную границу Украины в соответствии с приказом Государственной фискальной службы (ГФС) Украины «Об утверждении Клас-

сификатора ГФС, таможен ГФС и их структурных подразделений» от 19 января 2017 г. № 26: 1 – имеется пункт пропуска, 0 – отсутствует [14].

Вторая группа – экономические факторы:

$ЕФ_1$ – средняя стоимость 1 м² земли в населенном пункте по данным статистики о нормативной денежной оценке земель населенных пунктов: 1 – меньше среднего показателя по Украине, 0 – больше; средний показатель – 115,50 грн./м² [15];

$ЕФ_2$ – доступность строительных материалов в регионе, в котором расположен населенный пункт, по данным статистики о промышленном производстве элементов конструкций сборных для строительства из цемента, бетона или камня искусственного в регионах: 1 – больше среднего показателя по Украине, 0 – меньше; средний показатель – 176,3 тыс. т [15];

$ЕФ_3$ – заработная плата в регионе, в котором расположен населенный пункт, по данным статистики о среднемесячной заработной плате: 1 – меньше среднего показателя по Украине, 0 – больше; средний показатель – 4195 грн./мес. [15];

$ЕФ_4$ – безработица населения в транспортной сфере по данным статистики о количестве зарегистрированных безработных в сфере транспорта, складского хозяйства, почтовой и курьерской деятельности: 1 – больше среднего показателя по Украине, 0 – меньше; средний показатель – 668 чел. [15];

$ЕФ_5$ – инвестиционная привлекательность региона, в котором расположен населенный пункт, по данным статистики относительно прямых инвестиций на душу населения по регионам Украины: 1 – больше среднего показателя по Украине, 0 – меньше; средний показатель – 847,2 долл. США/чел. [15].

Третья группа – административные факторы:

$АФ_1$ – экологическая ситуация в

населенном пункте по данным статистики об объемах выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников загрязнения в расчете на 1 км²: 0 – больше среднего показателя по Украине, 1 – меньше; средний показатель – 7,8 т/км² [15];

АФ₂ – уровень организованной преступности в регионе, в котором расположен населенный пункт, по данным статистики о количестве преступлений, совершенных организованными группами и преступными организациями; 0 – больше среднего показателя по Украине, 1 – меньше; средний показатель – 48 случаев на 1000 чел. [15];

АФ₃ – доступность таможенных постов по данным приказа ГФС «Об утверждении Классификатора ГФС, таможен ГФС и их структурных подразделений» от 19 января 2017 г. № 26: 1 – имеется таможенный пост, 0 – отсутствует [14].

Значение факторов и результаты расчета по формуле (2) рейтинговой оценки городов для размещения ЛТТК

Киевской области Украины приведены в табл. 2.

Наибольшее значение комплексного критерия в масштабах Украины по данным анализа результатов проведенных расчетов получили такие города, как Жмеринка, Немиров, Бердычев, Коростень, Николаев, Умань. Вторую позицию с минимальным отставанием занимают города Винница, Житомир, Чоп, Борисполь, Мостыска, Одесса, Полтава, Конотоп, Херсон. Анализ приведенных результатов показывает, что эти города являются наиболее привлекательными для создания транспортно-логистических объектов, но при этом не учитывается их взаимное расположение и объемы грузопотока, которые поступают в данные города.

В приведенный список не вошли такие города, как Киев, Днепр, Львов, Харьков, Черкассы, Черноморск, которые имеют значительную численность населения и, соответственно, потребительский спрос, а также выгодное расположение относительно других населенных пунктов Украины.

Табл. 2. Факторно-рейтинговая оценка потенциала населенных пунктов Киевской области и целесообразности создания в зонах их влияния ЛТТК

Населенный пункт	Транспортный фактор					Экономический фактор					Административный фактор			K _i
	ТФ ₁	ТФ ₂	ТФ ₃	ТФ ₄	ТФ ₅	ЕФ ₁	ЕФ ₂	ЕФ ₃	ЕФ ₄	ЕФ ₅	АФ ₁	АФ ₂	АФ ₃	
г. Киев	1	1	–	1	–	–	1	–	–	1	–	–	1	0,46
пгт Гостомель	1	–	–	–	–	–	–	1	1	1	1	1	1	0,54
с. Мартусовка (вост. терминал)	–	–	–	–	–	1	–	1	1	1	1	1	1	0,54
г. Белая Церковь	1	1	–	1	–	–	–	1	1	1	1	1	1	0,69
г. Борисполь	1	1	–	1	–	–	–	1	1	1	1	1	1	0,69
г. Бровары	1	1	–	–	–	–	–	1	1	1	1	1	–	0,54
г. Васильков	–	1	–	–	–	1	–	1	1	1	1	1	1	0,62
г. Ирпень	1	1	–	1	–	–	–	1	1	1	1	1	–	0,62
г. Обухов	–	–	–	–	–	1	–	1	1	1	1	1	1	0,54
г. Славутич	–	1	–	–	1	1	–	1	1	–	1	1	1	0,62



Третьим этапом решения поставленной задачи является реализация вычислительного алгоритма на основе обобщенной модели для 165 населенных пунктов. Лучший вариант расположения ЛТТК, определенный на основе такой модели, учитывает только географические параметры расположения населенных пунктов и их объемы потребления. При этом значение целого ряда транспортных, экономических и административных факторов не учитывается. Поэтому с целью повышения эффективности и большей практической значимости формирования ЛТТИ предлагается применение модели факторно-рейтинговой оптимизации задачи размещения ЛТТК с учетом объемов транспортной работы по доставке грузов.

Оптимальным вариантом размещения ЛТТК в таком случае будет населенный пункт, для которого выполняется условие

$$A_{i.общая} = (A_{i.1} + A_{i.2} + A_{i.3} + A_{i.4} + A_{i.5} + A_{i.6} + \dots + A_{i.165}) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Скорректированная транспортная работа для каждого конкретного населенного пункта A_{ij} рассчитывается следующим образом:

$$A_{i,j} = T_{i,j} = W_i \cdot L_{i,j} \cdot K_i; \quad (4)$$

$$\begin{cases} 0 \leq i \leq 165; \\ 0 \leq j \leq 165; \\ 0 \leq K_i \leq 1; \\ 0 \leq W_i \leq 100000; \\ A_{i,j}, T_{i,j}, L_{i,j}, W_i \geq 0, \end{cases}$$

где $T_{i,j}$ – транспортная работа, выполняемая во время доставки груза с i -го в j -й населенный пункт,

$$T_{i,j} = W_i \cdot L_{i,j}; \quad (5)$$

W_i – потребность в импортном грузопотоке i -го населенного пункта, т; $L_{i,j}$ – расстояние между i -м и j -м населенными пунктами, км.

Расчет оптимального количества и мест размещения элементов ЛТТИ в соответствии с предложенным подходом проводится в следующей последовательности.

На *первом этапе* проводится расчет, предусматривающий функционирование одного логистического транспортно-таможенного комплекса на всей территории Украины, и определяется его оптимальное местонахождение. Поскольку расстояния между всеми выбранными 165 городами и объемы потребления импортной продукции этими городами известны, то критерием определения места размещения логистического транспортно-таможенного комплекса является достижение минимума транспортной работы.

После проведения расчетов на первом уровне определено, что наименьшее значение ($A_{ij} = 1916033903$ т·км) из 165 выбранных населенных пунктов имеет г. Кропивницкий. Проанализировав его расположение на карте Украины, видим, что город имеет удачное географическое расположение (в самом центре страны), относительно большой объем потребления импортной продовольственной продукции и выше среднего значения коэффициент факторно-рейтингового потенциала $K_i = 0,54$, что указывает на его приоритетность для размещения логистических объектов в зоне влияния этого населенного пункта.

По результатам проведения первой итерации имеем, что для удовлетворения потребности в потреблении 100000 т продовольственных товаров необходимо построить один транспортно-таможенный логистический центр вместимостью 100000 т в г. Кропивницкий. В таком случае транспортная работа $T_{i.общая}$ по обеспечению всех других населенных пунктов импортными продовольственными



товарами из Кропивницкого составил 3769259935 т·км.

На *втором этапе* проводится расчет для варианта функционирования двух ЛТТК на всей территории Украины и определяется их оптимальное местонахождение и объемы переработки грузов. Для дальнейшего расчета необходимо проанализировать значение транспортной работы $A_{i,j}$ при доставке грузов из Кропивницкого и определить максимальное из этих значений.

Таким образом, определяется населенный пункт, для которого перевозки необходимого объема груза являются наиболее затратными с точки зрения рассчитанной транспортной работы $A_{i,j}$ среди всех перевозок из Кропивницкого. Именно для этого населенного пункта и проводится расчет на втором этапе при условии, что в нем будет расположен первый из двух необходимых ЛТТК.

По имеющейся математической модели таким населенным пунктом является г. Киев со значением транспортной работы $A_{i,j} = 195448258$ т·км. Такой результат является закономерным, поскольку Киев имеет наибольшие объемы потребления импортной продовольственной продукции, как город с самой большой численностью населения, и достаточно высокий коэффициент факторно-рейтингового потенциала $K_i = 0,46$.

На *следующем этапе* анализируем все значения транспортной работы $A_{i,j}$ по доставке товаров из Киева и проводим аналогичные расчеты транспортной работы $A_{i,j}$ при перевозке необходимого объема груза из этого города. По рассчитанным значениям получаем, что максимальное значение транспортной работы из Киева $A_{i,j} = 222292955$ т·км соответствует перевозке в г. Харьков. Проведенные аналогичные расчеты транспортной работы $A_{i,j}$ для Харькова подтверждают полученный результат.

Таким образом, в случае создания

двух логистических транспортно-таможенных комплексов, оптимальным вариантом для их расположения являются Киев и Харьков.

Следующим важным шагом является определение необходимой мощности ЛТТК в Киеве и Харькове для размещения 100000 т импортируемых продовольственных товаров с последующей доставкой в другие города. Для этого необходимо рассчитать значение транспортной работы $T_{i,j}$, учитывая, что перевозка происходит из Киева и Харькова. Выбрав минимальное из двух значений транспортной работы ($T_{82,j}$ или $T_{132,j}$) для каждого из 165 населенных пунктов, определили, каким из них выгоднее обслуживаться в ЛТТК, размещенном в Киеве, а каким – в Харькове. По результатам расчета получено, что логистическому комплексу Киева выгодно обслуживать города с общим потреблением 60388,44 тыс. т импортной продовольственной продукции (города Винницкой, Волынской, Житомирской, Закарпатской, Ивано-Франковской, Кировоградской, Киевской, Львовской, Николаевской, Одесской, Ровенской, Сумской, Тернопольской, Хмельницкой, Черкасской, Черновицкой, Черниговской областей и некоторые города Херсонской области). При этом общая транспортная работа $T_{i,общая}$ по обеспечению всех этих населенных пунктов импортными продовольственными товарами из Киева составит 1804253531 т·км. В ЛТТК Харькова выгодно обслуживать города с общим потреблением 39611,56 тыс. т (города Донецкой, Луганской, Запорожской, Полтавской, Харьковской, Днепропетровской и некоторые города Херсонской, Кировоградской и Сумской областей). При этом общая транспортная работа $T_{i,общая}$ по обеспечению всех этих населенных пунктов импортными продовольственными товарами из Харькова составит 868597122 т·км. То есть обслуживание грузопотока разделяется между логистическими центрами в Киеве

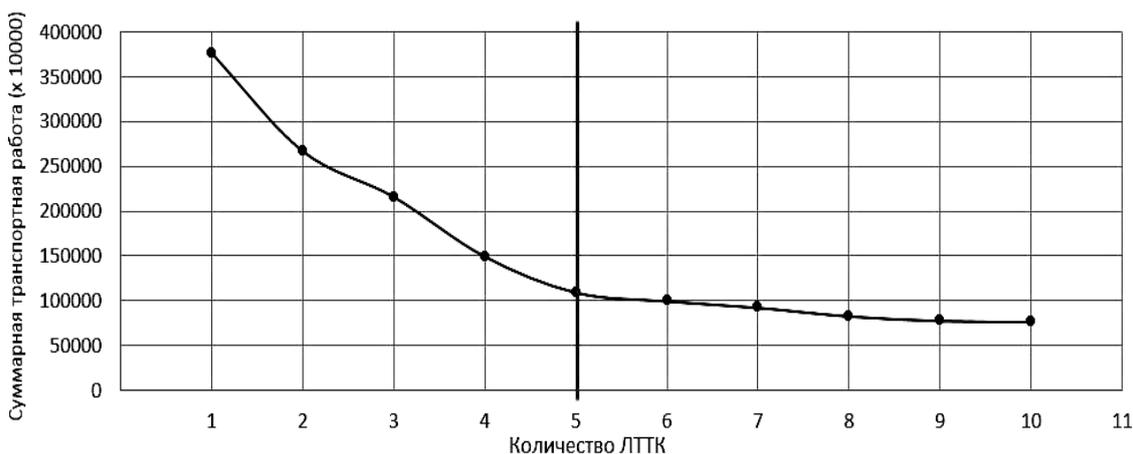


и Харькове в соотношении 67,5 и 32,5 % соответственно. Совокупная транспортная работа по обеспечению всех населенных пунктов Украины импортными продовольственными товарами с двумя ЛТТК в Киеве и Харькове составит 2672850603 т·км.

Аналогичным образом проводится определение оптимального местонахождения трех ЛТТК на территории Украины и их вместимость.

Наибольшее значение рассчитанной транспортной работы $A_{i,j}$ при перевозках с двух ЛТТК (в Киеве и Харькове) соответствует Одессе и составляет 259450005 т·км, поэтому для расчета оптимального размещения трех складов базовым городом выбирается Одесса. Далее по алгоритму, приведенному в расчетах на втором уровне, анализируется рассчитанная транспортная работа по Одессе и определяется самый напряженный маршрут, соответствующий маршруту Одесса – Харьков ($A_{i,j} = 329719048$ т·км). Таким образом, второй склад необходимо расположить в Харькове. Как уже известно из расчетов, для Харькова самым напряженным маршрутом является Харьков – Киев

($A_{i,j} = 325520095$ т·км). Для того, чтобы определить является ли Киев оптимальным для размещения третьего склада, анализируется рассчитанная транспортная работа по Киеву. Наиболее напряженным маршрутом является маршрут Киев – Харьков ($A_{i,j} = 222292955$ т·км), как известно из расчетов на втором уровне расчетного эксперимента. Также целесообразность расположения складов в указанных трех городах подтверждает то, что вторым по напряженности маршрутом из Киева является маршрут Киев – Одесса ($A_{i,j} = 173820578$ т·км). Далее определяются необходимые мощности складов в Одессе, Киеве и Харькове для удовлетворения потребления 100000 т импортных продовольственных товаров другими городами по алгоритму, представленному на втором уровне расчетов. По приведенному алгоритму проведены расчеты для вариантов, предусматривающих функционирования от 1 до 10 ЛТТК на всей территории Украины. Предложенная методика позволяет проанализировать динамику уменьшения объема общей транспортной работы при увеличении количества ЛТТК (рис. 1).



Количество ЛТТК	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Транспортная работа, т·км	3769259935	2672850653	2161907167	1497036420	1095243418	998023739	926022808	829782473	778359494	769034361

Рис. 1. Зависимость объема суммарной транспортной работы от количества ЛТТК



Результаты проведенных расчетов показывают, что чем больше создается ЛТТК, тем меньше они будут по вместимости $W_{склад}$ и тем меньше будет совокупная транспортная работа $T_{общая}$ по доставке грузов потребителям, а соответственно, и финансовые затраты на перевозку.

Результаты, приведенные на рис. 1, показывают, что объем транспортной работы эффективно уменьшается в слу-

чае создания от 1 до 5 ЛТТК. Дальнейшее увеличение количества ЛТТК не влечет к существенному уменьшению совокупной транспортной работы.

То есть в случае грузопотока импортных грузов в 100000 т/год оптимальным является создание общегосударственной транспортно-логистической сети в составе первых пяти ЛТТК, приведенных в табл. 3, если не установлено других ограничений.

Табл. 3. Факторно-рейтинговая оценка для пяти оптимальных населенных пунктов

Населенный пункт	Транспортный фактор					Экономический фактор					Административный фактор			K_i
	ТФ ₁	ТФ ₂	ТФ ₃	ТФ ₄	ТФ ₅	ЕФ ₁	ЕФ ₂	ЕФ ₃	ЕФ ₄	ЕФ ₅	АФ ₁	АФ ₂	АФ ₃	
г. Днепр	1	1	–	1	–	–	1	–	–	1	–	–	1	0,46
г. Киев	1	–	–	–	–	–	–	1	1	1	1	1	1	0,46
г. Львов	–	–	–	–	–	1	–	1	1	1	1	1	1	0,54
г. Одесса	1	1	–	1	–	–	–	1	1	1	1	1	1	0,69
г. Харьков	1	1	–	1	–	–	–	1	1	1	1	1	1	0,62

Кроме того, анализ соотношения обслуживания грузопотока по комплексам свидетельствует, что для варианта с пятью ЛТТК распределение грузопотока достаточно равномерно, что также подтверждает вывод об оптимальности структуры с пятью комплексами для рассматриваемого случая.

Заключение

Анализ результатов проведенных расчетов определения оптимальных мест размещения ЛТТК и необходимого их количества на основе факторно-рейтингового метода показывает, что применение предложенного подхо-

да позволяет:

- определить оптимальное место расположения нескольких ЛТТК и установить оптимальное их количество, исходя из объема грузопотока;
- обозначить зоны обслуживания каждого из ЛТТК и, соответственно, рассчитать необходимую емкость каждого комплекса;
- учесть при решении задач в равной степени как транспортные, так и экономические и административные факторы, влияющие на размещение элементов ЛТТИ и допускающие обобщение для учета большего количества факторов.

Применение метода позволяет



сформировать достаточно полные базы об определенных объектах ЛТТИ (вместимость комплексов, зоны обслуживания) и об объемах переработки грузов для принятия дальнейших решений относительно модернизации и приоритетных направлений развития транспортной инфраструктуры страны.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтверждают эффективность применения факторно-

рейтингового метода для решения задач оптимизации размещения объектов ЛТТИ и возможность использования полученных результатов для установления необходимого количества таких объектов в процессе развития украинской сети ЛТТК, а также решения более широкого спектра задач, связанных с развитием логистической и транспортной инфраструктуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Правдин, Н. В.** Взаимодействие различных видов транспорта (примеры и расчеты) / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей, В. А. Подкопаев. – Москва: Транспорт, 1989. – 208 с.
2. **Пасічник, А. М.** Методологія формування логістичної транспортно-митної інфраструктури в Україні: монографія / А. М. Пасічник. – Дніпропетровськ: УМСФ, 2016. – 168 с.
3. **Кондратюк, М. В.** Використання досвіду Європейського Союзу у створенні транспортно-логістичних центрів в Україні / М. В. Кондратюк // Вісник економіки, транспорту і промисловості. Проблеми транспортного комплексу України. – 2014. – № 47. – С. 31–33.
4. **Неліпович, О. В.** Сучасні світові тенденції створення та функціонування транспортно-логістичних центрів / О. В. Неліпович, С. А. Попель, К. Д. Мотюк // Митна безпека. – 2013. – № 2. – С. 76–81.
5. **Ярошенко, Л. Л.** Міжнародний досвід розбудови транспортно-логістичних центрів, як спосіб розвитку транспортно-логістичної інфраструктури / Л. Л. Ярошенко // Світове господарство і міжнародні економічні відносини. – 2016. – № 8. – С. 201–204.
6. **Ткач, О. В.** Передумови та тенденції розвитку регіональних транспортно-логістичних центрів / О. В. Ткач, І. А. Волощук // Вісник прикарпатського університету. Економіка. – 2015. – Вип. XI. – С. 19–25.
7. **Pasichnyk, A. N.** Factors that influence the formation of the transport-logistics networks / A. N. Pasichnyk, I. P. Vitruh, V. V. Kutyrev // Systemy i srodki transportu samochodowego. – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska, 2013. – P. 517–526.
8. **Транспортировка в логистике: учебное пособие** / В. С. Лукинский, В. В. Лукинский, И. А. Пластунок, Н. Г. Плетенева. – Санкт-Петербург: СПбГИУЭ, 2005. – 139 с.
9. **Горев, А. Э.** Грузовые автомобильные перевозки / А. Э. Горев. – Москва: Академия, 2008. – 288 с.
10. **Handbook of Best Practices at Border Crossings – A Trade and Transport Facilitation Perspective / Organization for Security and Cooperation in Europe (OSCE), 2012. – 265 p.**
11. **Пасічник, А. М.** Сучасні транспортно-митні технології міжнародних перевезень товарів: монографія / А. М. Пасічник. – Дніпропетровськ: АМСУ, 2012 – 288 с.
12. **Реєстр морських портів Адміністрації морських портів України [Електронний ресурс].** – Режим доступу: <http://www.uspa.gov.ua/reestr-morskikh-portiv>. – Дата доступу: 14.11.2019.
13. **Про першочергові заходи щодо створення національної мережі міжнародних транспортних коридорів: постанова Кабінету Міністрів України від 16.12.1996 р. № 1512 [Електронний ресурс].** – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1512-96-%D0%BF>. – Дата доступу: 14.11.2019.
14. **Про затвердження Класифікатора ДФС, митниць ДФС та їх структурних підрозділів: наказ Державної фіскальної служби України від 19.01.2017 р. № 26 [Електронний ресурс].** – Режим доступу: <http://sfs.gov.ua/zakonodavstvo/mitne-zakonodavstvo/nakazi/70989.html>. – Дата доступу: 14.11.2019.



15. Статистичний збірник Державної служби статистики України «Регіони України». – Київ: Державна служба статистики України, 2016. – Ч. 1. – 299 с.

Статья сдана в редакцию 20 января 2020 года

Анатолий Николаевич Пасечник, д-р физ.-мат. наук, проф., Университет таможенного дела и финансов. Тел.: +38-066-887-69-50. E-mail: panukr977@gmail.com.

Ирина Георгиевна Лебедь, канд. техн. наук, доц., Национальный транспортный университет. Тел.: +38-068-123-87-33. E-mail: panukr977@gmail.com.

Вячеслав Валерьевич Кутырев, зав. сектором защиты прав интеллектуальной собственности, Донецкая таможня Государственной фискальной службы Украины. Тел.: +38-050-986-92-15. E-mail: kutirevia4eslav@gmail.com.

Александр Сергеевич Поварехо, канд. техн. наук, доц., Белорусский национальный технический университет. Тел. +375-296-84-00-32. E-mail: povarekho@bntu.by.

Anatoly Nikolaevich Pasichnyk, DSc (Physics and Mathematics), Prof., University of Customs and Finance. Phone: +38-066-887-69-50. E-mail: panukr977@gmail.com.

Irina Georgievna Lebed, PhD (Engineering), Associate Prof., National Transport University. Phone: +38-068-123-87-33. E-mail: panukr977@gmail.com.

Vyacheslav Valerievich Kutyrev, Head of the Intellectual Property Protection Sector, Donetsk Customs of the State Fiscal System of Ukraine. Phone: +38-050-986-92-15. E-mail: kutirevia4eslav@gmail.com.

Aliaksandr Sergeevich Pavarekha, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian National Technical University. Phone +375-296-84-00-32. E-mail: povarekho@bntu.by.

