

10. Корнилов С.Н., Фридрихсон О.В. Формирование системы переработки контейнеропотока // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. тр. / под ред. А.Н. Рахмангулова. Магнитогорск: Изд-во Магнитгорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. С. 131-137.

УДК 656: 658.286

## **МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ<sup>1</sup>**

*О.А.Копылова (науч. рук. А.Н.Рахмангулов)*

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г.И. Носова» (МГТУ)*

*Россия, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, д.38,*

*кафедра «Промышленный транспорт»*

*[olesya.k863@yandex.ru](mailto:olesya.k863@yandex.ru), [ran@logintra.ru](mailto:ran@logintra.ru)*

### ***Аннотация***

В статье рассмотрена проблема размещения элементов транспортно-логистической инфраструктуры как объектов энерго- и ресурсосбережения при обслуживании грузопотока. Исследованы существующие подходы размещения логистических мощностей и проведен анализ влияния факторов рыночной среды на размещение логистических центров. На основе учета выявленных факторов предложена методика формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры.

### ***Актуальность***

В настоящее время для транспортно-логистического комплекса России характерен высокий уровень энергопотребления. Транспортный сектор занимает третье место по энергопотреблению после промышленности и коммунального хозяйства, а по приросту энергопотребления за период 2000-2010гг на первом месте (54% всего прироста) [1].

### ***Проблема и пути ее решения***

Основной причиной высокого роста потребления энергоресурсов в России при обслуживании грузопотоков является увеличение объема рынка грузовых автомобилей. За период 2000-2010гг средний темп роста грузового автотранспорта составил 18,8%. При этом рынок представлен, в основном, грузовыми автомобилями отечественного производства, для

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта за научно-исследовательскую работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2012 г.

которых характерен высокий расход топлива по сравнению с европейскими аналогами. Например, расход топлива автомобиля марки «КамАЗ» составляет в среднем 38л/100км, у европейских грузовиков (SCANIA) – 30л/100км. Наблюдается также снижение экономичных видов транспорта в структуре грузооборота. Так, за период 2000-2010гг доля железнодорожного транспорта снизилась на 5%, при увеличении средней дальности перевозки грузов автотранспортом почти на 6 км. При этом энергоэффективность автомобильного транспорта в 2-3 раза ниже, чем железнодорожного. Росту объемов грузоперевозок экономичными видами транспорта (железнодорожным и внутренне водным) препятствует недостаточное развитие инфраструктуры в регионах, разрыв в оснащенности достигает 60% между центральной частью России и регионами [2,3].

Снизить энергопотребление при организации движения грузопотока возможно при логистическом подходе к управлению цепями поставок. Вопрос рационального использования и распределения ресурсов является одним из основных в логистике. Стратегическая цель логистического управления цепями поставок – ресурсосбережение, минимизация затрат на материалы, топливо и энергию. Современным решением повышения энергоэффективности транспортно-логистического комплекса при организации грузоперевозок является обслуживание грузопотока в системе производитель–логистический центр–потребитель.

Формирование энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры позволит:

- внедрить энергосберегающие технологии за счет управления цепями поставок на основе концепции «зеленой логистики» и применения железнодорожного транспорта;
- решить проблему взаимодействия различных видов транспорта и повысить качество комплексного обслуживания грузопотоков;
- снизить себестоимость перевозок грузов за счет снижения энергопотребления;
- уменьшить загрязнение окружающей среды в результате уменьшения объема транспортной работы, приходящейся на единицу перевозимого груза.

Ключевым в вопросе формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры становится выбор оптимального места размещения логистического центра с точки зрения логистических затрат, прибыли и экономического энергопотребления в процессе обслуживания грузопотока. Оптимальное место размещения логистического центра будет способствовать энерго- и ресурсосбережению в транспортной отрасли за счет сокращения порожних пробегов, расходов на топливо, повышения степени использования грузоподъемности и грузовместимости транспортного средства, а также позволит создать условия для при-

менения энергоэффективных видов транспорта и транспортных средств, тем самым снизить энергоемкость перевозки.

В настоящее время отсутствует необходимая научно-методическая база формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры в условиях конкурентного взаимодействия различных видов транспорта, учитывающая различия в уровне социально-экономического развития отдельных регионов страны.

Большинство существующих подходов оптимизации размещения логистических объектов позволяют определять оптимальное месторазмещение элементов транспортно-логистической инфраструктуры с учетом только транспортных затрат, без оценки ее энергоэффективности в целом, рассматривая только такие факторы, как объем перевозок, расстояние, стоимость перевозки. К недостаткам существующих методов размещения логистических объектов можно отнести также: статичность данных - не учитываются возможные изменения факторов источников потребления и поставки; ограниченность учитываемых факторов – не рассматриваются рыночные, социально-экономические и инфраструктурные факторы.

Необходима разработка методики, которая в комплексе учитывает различные рыночные факторы, влияющие на размещение элементов транспортно-логистической инфраструктуры, динамику их изменения и возможность энерго- и ресурсосбережения за счет привлечения экономических видов транспорта.

Для выделения основных параметров, оказывающих влияние на формирование транспортно-логистической инфраструктуры, были исследованы факторы спроса на грузовые перевозки и складские услуги, а также факторы инвестиционной привлекательности региона [4].

Проведенный в работе статистический анализ позволил выявить зависимости объема транспортных услуг от различных рыночных факторов. Так, объемы транспортных услуг имеют линейную зависимость от объемов торговли и уровня жизни населения (рис.1).

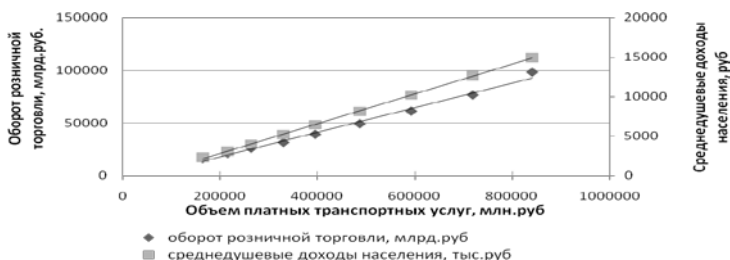


Рис. 1. Зависимость объема транспортных услуг от оборота розничной торговли и доходов населения

С ростом уровня жизни населения увеличивается покупательная способность населения, в результате чего растет объем торговли и спрос на импортную продукцию. Импортная продукция доставляется в регионы преимущественно автомобильным транспортом (рис.2) [5].

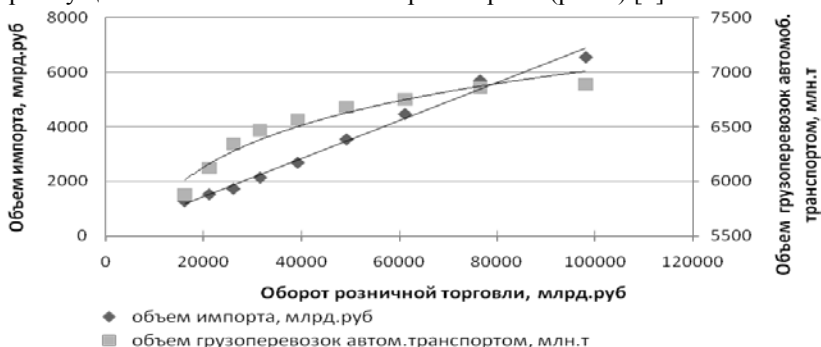


Рис.2. Зависимость количества импортной продукции и объемов грузоперевозок автомобильным транспортом от оборота розничной торговли

Объем транспортных услуг увеличивается пропорционально росту ВВП страны в среднем на 20% в год (рис. 3). Наиболее высокие темпы роста демонстрируют регионы УрФО и ЦФО, максимальное увеличение Валового регионального продукта на душу населения (ВРП) в этих регионах пришлось на 2005 год и составило более 36% в сравнении с 2004г.

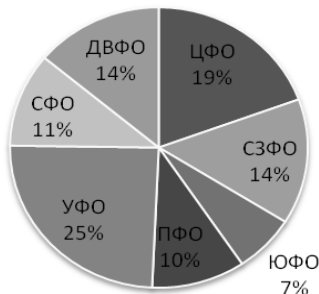


Рис.3. Динамика ВВП и объема транспортных услуг

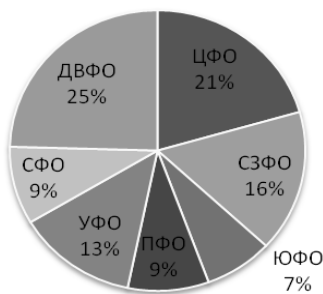
Высокие значения показателя ВРП не гарантируют столь же высокий показатель среднедушевого объема транспортных услуг в регионе. Например, УрФО по значению показателя ВРП в сравнении с остальными округами является лидером (25%), однако по среднедушевому объему транспортных услуг уступает ЦФО, ДВФО и СЗФО (рис.4 и 5).

УрФО является единственным регионом, где основной процент (более 35%) приходится на добычу полезных ископаемых. Работа транспорта в данной отрасли сводится к вывозу полезных ископаемых с месторождений, небольшой объем транспортной работы приходится на

промежуточные технологические операции. Таким образом, объем транспортно-логистических услуг, представляющих интерес для логистических компаний, в данной отрасли незначительный в сравнении с торговлей и обрабатывающим производством, где во многом от качества оказываемых транспортных услуг сторонними организациями зависит эффективность работы отрасли. Это объясняет низкий процент объема транспортных услуг в УФО среди остальных округов.



*Рис. 4. Распределение Валового регионального продукта на душу населения по регионам*



*Рис. 5. Распределение объема транспортных услуг на душу населения по регионам*

В среднем по России именно торговля и производство являются основными видами экономической деятельности в структуре ВВП (19% и 17% соответственно). Уровень промышленного производства определяет объемы экспортных грузов (рис. 6). Анализ структуры объемов экспорта по видам транспорта, используемого внутри страны при доставке грузов к границе, показал, что до 30% грузопотока приходится на железнодорожный транспорт, 2% - на автомобильный, 60% - на трубопроводный. При этом рост экспорта происходит за счет увеличения поставок продукции топливно-энергетического комплекса, это объясняет представленный на рис.6 разрыв между увеличивающимся объемом экспорта и сохранившим прежние значения объемом перевозок железнодорожным транспортом.

Значительный объем перевозки экспорта осуществляется в смешанном сообщении (железная дорога-море, река-море). Поскольку внешнеторговый груз требует таможенного оформления, то это делает регионы «зарождения» и перегрузки экспортного грузопотока привлекательными для формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры.

Спрос и предложение на качественные складские площади, к которым относят логистические центры, зависят от покупательской способности и численности населения, входящего в регион обслуживания склада[4]. Аналогичным образом на уровне страны и регионов был проведен

анализ различных факторов, оказывающих значительное влияние на энергоэффективность транспортно-логистической инфраструктуры в России. Группы выявленных факторов представлены в табл. 1 [3].

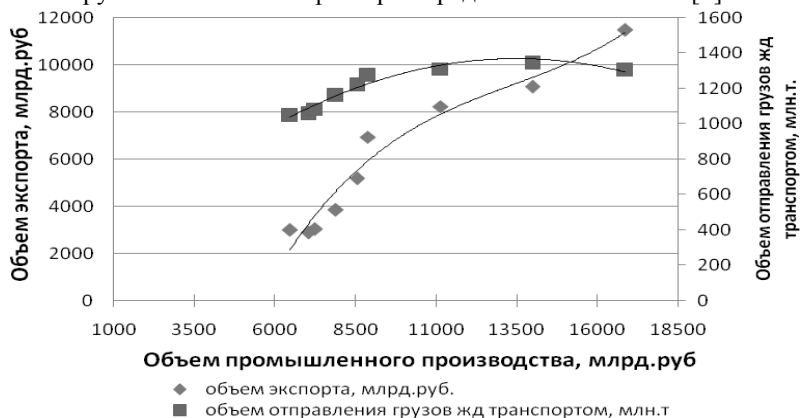


Рис. 6. Зависимость объемов экспорта и грузоперевозок железнодорожным транспортом от объемов промышленного производства

Таблица 1  
Факторы энергоэффективности транспортно-логистической инфраструктуры

№	Группа факторов	Фактор
1	социально-экономические факторы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• численность населения</li> <li>• среднедушевые доходы населения</li> <li>• валовой региональный продукт</li> <li>• объем промышленного производства</li> <li>• объем розничного товарооборота</li> <li>• объем импорта и экспорта</li> <li>• уровень загрязнения</li> </ul>
2	инфраструктурные и географические факторы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• густота автомобильных дорог и железнодорожных путей</li> <li>• наличие транспортных коридоров на территории региона</li> <li>• принадлежность к климатической зоне</li> </ul>
3	показатели транспортной работы региона	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объемы перевозок грузов автомобильным и железнодорожным транспортом</li> <li>• объем транспортных услуг на душу населения</li> </ul>

Анализ выделенных факторов для регионов, на территории которых уже действуют логистические центры, путем сравнения со средними значениями факторов по России показал, что крупные логистические центры расположены в субъектах, которые имеют высокий показатель развития промышленности и торговли, численности населения, а также

выгодное географическое положение относительно сухопутных транспортных коридоров [3].

Поскольку выявленные факторы оцениваются как количественными, так и качественными показателями, а также имеют иерархическую сложную структуру, предлагается учитывать их влияние на энергоэффективность транспортно-логистической инфраструктуры с использованием «интегрированной оценки привлекательности региона». Интегрированная оценка привлекательности региона – это показатель эффективности размещения в регионе элементов энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры, позволяющий учесть влияние на её энергоэффективность системы социально-экономических, инфраструктурных, географических и транспортных факторов.

Разработанная методика выбора формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры в регионах, основанная на расчете интегрированной оценки привлекательности региона, включает в себя четыре основных этапа:

1. расчет оценки частного фактора для  $j$ -го региона методом статистического анализа «Паттерн» (отношение фактического значения фактора к максимальному значению). Поскольку каждый фактор в различной степени влияет на выбор мест размещения логистического центра и на эффективность его работы в будущем, то на первом этапе определяются весовые коэффициенты каждого фактора методом анализа иерархии;
2. расчет оценки  $j$ -го региона с учетом весовых коэффициентов для каждой группы факторов: социально-экономических ( $\Omega_{эк}$ ), инфраструктурно-географических ( $\Omega_{инф}$ ) факторов и для показателей транспортной работы региона ( $\Omega_{тр}$ );
3. определение консолидированных коэффициентов каждой группы факторов по формуле

$$K_j = 1 - \frac{|\Omega_{\max} - \Omega_{эк}|}{|\Omega_{\max} - \Omega_{\min}|}, \quad (1)$$

где  $K_j$  - консолидированный коэффициент каждой группы факторов по  $j$ -му региону ( $K_{сэ}$ ,  $K_{мп}$ ,  $K_{инф}$ );

$\Omega_{\max}$ ,  $\Omega_{\min}$  – соответственно максимальные и минимальные значения оценки  $j$ -го региона по каждой группе факторов;

4. расчет интегрированной оценки привлекательности региона по формуле

$$s = \frac{\sqrt{(K_{эк}^j)^2 + (K_{мп}^j)^2 + (K_{инф}^j)^2}}{\sqrt{3}}. \quad (2)$$

Решение о размещении логистического центра при сопоставлении значений консолидированных коэффициентов принимается, если выпол-

няется условие, выраженное в виде неравенства

$$K_{инф}^j \cdot \frac{K_{сэ}^j + K_{мп}^j}{2} \geq K_{инф}^{ср} \cdot \frac{K_{сэ}^{ср} + K_{мп}^{ср}}{2}, \quad (3)$$

где  $K_{инф}^{ср}$ ,  $K_{сэ}^{ср}$  и  $K_{мп}^{ср}$  - средние значения консолидированных коэффициентов, соответственно, группы инфраструктурных, социально-экономических факторов и показателей транспортной работы региона.

Алгоритм определения мест размещения логистического центра изображен на рис.7.

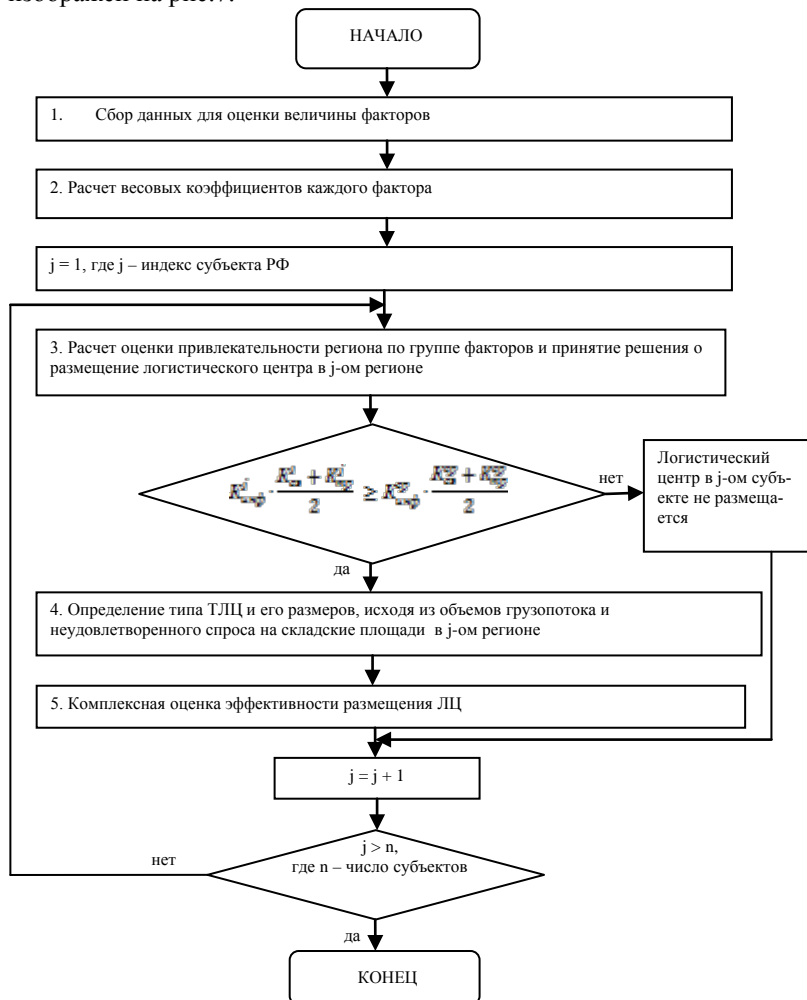


Рис.7. Алгоритм определения мест размещения логистических центров



## **Заключение**

В условиях растущего энергопотребления в транспортной отрасли наблюдается недостаточный уровень развития региональной энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры, которая позволила бы снизить энерго- и ресурсопотребление при организации грузоперевозок и повысить конкурентоспособность экономических видов транспорта. Уровень грузоперевозок в стране и выбор мест размещения элементов энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры зависит от ряда рыночных факторов. На основе исследования рыночных факторов была разработана методика, которая позволяет учитывать существующие различия в уровне развития региона. Разработанная методика применима на различных административно – территориальных уровнях и позволяет потенциальным инвесторам принимать обоснованное решение о размещении элементов энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры в соответствии со стратегическими целями компании и страны в сфере энерго- и ресурсосбережения, экологии.

Создание на основе разработанной методики экономико-математической модели выбора оптимального месторазмещения элементов энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры, позволит проектировать цепь поставок, определяя оптимальное место размещения логистических центров при максимальном энерго- и ресурсосбережении.

## **Библиографический список**

1. Итоги 4-х лет политики энергоэффективности в России/ портал Тематического сообщества «Энергоэффективность и энергосбережение» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://solex-un.ru/energo/newsletters/2012/03/itogi-4h-let-pervyy-fragment>.
2. Копылова О.А., Рахмангулов А.Н. Современное состояние и тенденция развития рынка логистических услуг в России // Молодежь. Наука. Будущее. Вып.10:сб. науч. тр. студентов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2010.Т.1. С. 16-18.
3. Копылова О.А., Рахмангулов А.Н. Проблемы выбора места размещения логистических центров // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. С. 58-67.
4. Рахмангулов А.Н., Копылова О.А., Аутов Е.К. Выбор мест для логистических мощностей // Мир транспорта, 2012. №1 (30). С. 84-91.
5. Копылова О.А., Рахмангулов А.Н. Анализ спроса и предложения на рынке транспортно-логистических услуг // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. С.115-121.