

## **Социально-экономическая география**

УДК 911 + 338.47

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2019-2-6-27>

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК РЕГИОНА И ПОДХОДЫ К ИХ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Р.С. Николаев**

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

Автомобильный грузовой транспорт играет важную роль в транспортно-логистических системах, обеспечивая перевозку грузов на короткие и средние расстояния (в том числе в рамках «последней мили»), а также обеспечивая дополнительные возможности консолидации, аккумуляции, распределения различных товарных групп в пространстве и во времени. Автомобильный транспорт, благодаря своей универсальности и распространенности, является ключевым элементом мультимодальных взаимодействий в рамках транспортно-логистических узлов. При этом, в настоящее время имеются сложности в оценке объемов грузовых перевозок автотранспортом по мелких территориальным единицам, а также в выявлении географических (пространственных) особенностей товарных потоков. В исследовании предложены и апробированы некоторые подходы к моделированию и детерминированию автотранспортных потоков на примере Тверской области, с использованием широкого набора методов статистического анализа, сводных таблиц, картографического анализа, в том числе интерполяции данных и 3d моделирования. В результате исследования получены основные точки генерирования (аккумуляции) товарных потоков на автомобильном транспорте Тверской области. На основе полученных результатов предложены подходы к выявлению потенциальных направлений оптимизации существующей системы

**Ключевые слова:** *грузовые перевозки, грузовой автотранспорт, моделирование объемов перевозки, логистика, железнодорожный транспорт, пространственная структура перевозок, муниципальные образования, оптимизация товарных потоков.*

**Введение.** Автомобильный транспорт играет фундаментальную роль в эффективных цепях поставок грузов, обслуживая практически все отрасли хозяйства [3]. Это связано с такими его свойствами как универсальность, доступность, достижимость и распространенность,

обеспечивающих ему возможности реализации перевозки по принципу «от двери до двери» [7], и создающих условия необходимые для работы на «последней миле» [5]. Автомобильный грузовой транспорт в логистической системе неперенный элемент процессов консолидации и деконсолидации, который наиболее активно включается в процессы построения хинтерланда и зон аттракции, формирования фидерных перевозок и мультимодальных взаимодействий [1, 11, 13].

В связи с этим данный вид транспорта следует рассматривать как базовый элемент для анализа транспортно-логистического потенциала узлов, оценки их текущей и потенциальной мощности, а также выявления их пространственной организации. Решение данных задач, а также определение географии и объемов генерирования и потребления товарных потоков в конкретных узлах, позволит установить уровень эффективности всей существующей транспортной системы, выявить диспропорции между пространственной организацией потоков и сложившимся транспортно-логистическим каркасом через степень их конгруэнтности [6], сформировать предложения по их оптимизации и развитию соответствующей инфраструктуры.

В настоящее время в России отсутствует система адекватных и доступных показателей для оценки объемов и географии автотранспортных потоков как на внутрирегиональном, так и межрегиональном уровнях. При этом стоит отметить, что в других странах такие показатели рассчитываются в соответствующих статистических ведомствах (в частности, в Бюро статистики транспорта США подобная модель реализована в системе FAF – Freight Analysis Framework). В этой связи возникает потребность в определении отдельных аспектов пространственного распределения грузовых автотранспортных потоков, которые лягут в основу построения всех уровней транспортно-логистической иерархизации.

Большая часть современных отечественных исследований в области моделирования грузовых перевозок автотранспортом связана с внутригородскими системами [4, 9], хотя имеются и работы региональной направленности [12]. Более активно моделирование грузовых транспортных потоков представлено в зарубежных исследованиях [13, 14].

#### *Грузовой автомобильный транспорт Тверской области*

В Тверской области на конец 2017 г. протяженность автомобильных дорог общего пользования составила 34,4 тыс. км, из которых 0,95 тыс. км – федерального значения (2,77%), 15,4 тыс. км – регионального или межмуниципального значения (44,74%) и 18,0 тыс. км – местного (муниципального) значения (52,49%).

Через территорию Тверской области проходят две магистральные автомобильные дороги федерального значения:

– М10 автомагистраль «Россия» (Москва – Санкт-Петербург) пересекает область с юго-запада на северо-восток и проходит от границы с Московской областью через Тверь и Вышний Волочёк до границы с Новгородской областью;

– М9 автомагистраль «Балтия» (Москва – граница с Латвией) проходит по южной части области в западном направлении от границы с Московской областью через Ржев до границы с Псковской областью.

Несмотря на наличие важнейших федеральных автомагистралей и выгодное автотранспортное положение региона, его автодорожное хозяйство и уровень развития автомобильных грузоперевозок находятся на достаточно среднем уровне.

В частности, на конец 2017 г. по плотности автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием Тверская область (248 км путей на 1000 км<sup>2</sup> территории) занимала 39 позицию в России и была предпоследней в Центральном федеральном округе. Данное обстоятельство во многом связано с размерами территории, неравномерностью размещения населения, и не может объективно использоваться в качестве самодостаточного показателя уровня развития автодорожной сети [2, 8].

При этом удельный вес автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог общего пользования в Тверской области составил 60,7%, а дорог с усовершенствованным покрытием оказалось лишь 44,7%, что также является одним из самых низких показателей в России. Кроме того, в Тверской области всего 25,7% автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения отвечали нормативным требованиям. Среди автомобильных дорог местного значения таких оказалось существенно больше (73,6%) – один из лучших показателей по России.

По данным Министерства внутренних дел в Тверской области было зарегистрировано 51,9 тыс. грузовых автомобилей. Таким образом, на 1000 жителей области приходится 4,02 грузовых автомобиля, что меньше среднероссийского уровня (4,38) и среднего значения по федеральному округу (4,13).

По данным Федеральной налоговой службы (ФНС) количество транспортных средств, учтенных в базе данных налогового органа, и по которым предъявлен налог, в Тверской области, составило 51,7 тыс. единиц, что в целом соответствует данным МВД. Почти 75% грузовых автомобилей находилось в пользовании физических лиц – граждан и индивидуальных предпринимателей (табл. 1).

Перевозка грузов автомобильным транспортом организаций всех видов экономической деятельности (без субъектов малого предпринимательства) в Тверской области составила 23,8 млн. тонн в 2017 г., из которых на коммерческой основе (то есть за плату) было

перевезено лишь 1,3 млн тонн (5,5%). Средняя дальность всех перевозок в регионе составила 35,3 км, при этом в категории коммерческих она более существенна (345,2 км), а по некоммерческим, напротив, мала (всего 16,3 км). Собственный досчёт до полного круга на основе оценки деятельности субъектов малого предпринимательства и физических лиц, позволил установить, что общий объем перевезенных грузов всеми экономическими агентами Тверской области в 2017 г. может быть оценен в 53,7 млн тонн (41,6 тонн на 1 чел.).

*Таблица 1*

Распределение грузового автопарка по мощности и категориям владельцев в Тверской области в 2017 г.

Мощность, л.с. / средняя грузоподъемность, тн	Число юридических лиц	Число физических лиц	Мощность, л.с. / средняя грузоподъемность, тн	Число юридических лиц	Число физических лиц
до 100 / 1,0	1 665	12 553	200-250 / 10,0	1 713	3 664
100-150 / 1,5	6 965	15 678	свыше 250 / 15,0	1 862	4 881
150-200 / 3,0	736	2 003	<b>Всего</b>	<b>12 941</b>	<b>38 779</b>

Источник: Отчет ФНС о налоговой базе и структуре начислений по транспортному налогу №5-ТН

#### ***Методика исследования***

Для моделирования автотранспортных потоков был разработан алгоритм с использованием набора статистических данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и ФНС. Распределение объемов перевозки грузов автомобильным транспортом по отдельным территориальным единицам осуществлялось пропорционально суммарной грузоподъемности всех зарегистрированных грузовых автотранспортных средств. В качестве исходных данных по числу зарегистрированных автомобилей использовались сведения из отчетов о налоговой базе и структуре начислений по транспортному налогу №5-ТН.

Определение грузоподъемности осуществлялось через показатель мощности грузовых автотранспортных средств (в лошадиных силах). Анализ первичного массива данных по мощности и грузоподъемности более чем 100 различных марок грузовых автомобилей с использованием инструмента сводных таблиц (pivot-table) позволил установить средние показатели грузоподъемности автомобилей в зависимости от их мощности (представлены в табл. 1).

Учитывая, что во всех территориальных системах уровень использования мощности автомобильного грузового парка неодинаковый, требовалось провести коррекцию полученного распределения относительно экономической активности хозяйствующих субъектов в муниципальных образованиях по отраслям, участвующим в генерировании и перераспределении товарных потоков. Определение таких видов деятельности производилось через промежуточное потребление отдельных отраслей в системе базовых таблиц «Затраты-Выпуск». В ходе анализа был получен набор видов экономической деятельности с более интенсивным использованием автомобильного транспорта в ТОС (рис.1).



Р и с. 1. Распределение видов экономической деятельности в России по доле расходов на услуги грузового автомобильного транспорта в общем объеме промежуточного потребления (в основных ценах, по ОКВЭД 2007) (по данным базовых таблиц «Затраты-Выпуск» за 2011 год – Росстат)

Для оценки экономической активности в соответствующих видах деятельности использовался показатель среднегодовой численности работников, так как он наиболее точно локализуется по фактическому месту осуществления деятельности. Затем относительно данного показателя происходило взвешивание показателя суммарной грузоподъемности всех зарегистрированных грузовых автотранспортных средств в территориальной единице, что позволило определить мощность автотранспортного парка с поправкой на интенсивность его использования.

$$\hat{g}_i^a = \left(\frac{r_i^t}{r^t}\right) * \bar{g}^a;$$

$\hat{g}_i^a$  – нормированная грузоподъемность парка грузовых автотранспортных средств в  $i$  территориальной единице;

$\bar{g}^a$  – грузоподъемность парка грузовых автотранспортных средств в расчете на одну территориальную единицу;

$r_i^t$  – среднегодовая численность работников по видам деятельности, участвующим в генерировании и перераспределении товарных потоков, в  $i$  территориальной единице;

$\bar{r}^t$  – среднегодовая численность работников по видам деятельности, участвующим в генерировании и перераспределении товарных потоков, в расчете на одну территориальную единицу.

На основе нормированной мощности грузового автопарка в территориальных единицах и его доли в совокупном показателе всего региона осуществляется расчет объема грузоперевозок, приходящийся на каждую территориальную систему.

$$q_i^a = \hat{d}_i^t * Q^g, \text{ где } \hat{d}_i^t = \hat{g}_i^a / G^a ;$$

$q_i^a$  – объем грузоперевозок автотранспортом в территориальной единице;

$\hat{d}_i^t$  – нормированная доля территориальной единицы в суммарной грузоподъемности парка грузовых автотранспортных средств региона;

$Q^g$  – общий объем грузовых перевозок автотранспортом в регионе;

$G^a$  – общая грузоподъемность всего парка грузовых автомобилей в регионе.

Деятельность грузового автотранспорта достаточно разнообразна, но наиболее активно он используется на коротких расстояниях, преимущественно внутри территориальных систем местного уровня. Важнейшая задача, решаемая с использованием автомобильного транспорта – это распределение товаров и продукции из более мощных транспортно-логистических узлов по территории хинтерланда (зоны охвата).

Как правило, в качестве таких центров распределения выбираются узлы с выгодным (центральным) транспортно-географическим положением, расположенных на транзитных потоках, с высокой степенью модальности (взаимодействие двух и более видов транспорта в границах узла) и валентности (количество транспортных направлений, по которым возможно перемещение товарного потока). Распределение потоков и их объемы главным образом зависят от объемов конечного потребления в той или иной территориальной общественной системе (ТОС). На этот сегмент автомобильного грузового транспорта приходится львиная доля перевозок. В связи с этим в исследовании ставилась задача очистить полученные объемы грузовых перевозок в муниципальных образованиях от конечного потребления, что позволит

получить своеобразный «чистый» грузопоток, генерируемый или аккумулируемый в территориальной единице.

Конечное потребление населения представляет собой объем товаров и услуг, приобретенных им для индивидуального потребления за счет собственных текущих доходов и социальных трансфертов. Таким образом, объем конечного потребления зависит от численности населения в ТОС и уровня его благосостояния. Для выявления объемов конечного потребления в весовых характеристиках были использованы данные Росстата по численности населения<sup>1</sup> и налогооблагаемым денежным доходам и социальным выплатам<sup>2</sup>. Для перевода денежных расходов в весовые единицы (тонны) был использован пересчет относительно веса и стоимости минимального набора продуктов питания. По данным Росстата, в Тверской области около 75% личных доходов граждан используется на приобретение товаров и оплату услуг, из которых на продукты питания приходится порядка 40%, на непродовольственные товары – 35% и на оплату услуг – 25%<sup>3</sup>.

Вес утвержденного минимального годового набора продуктов питания в 2017 г. составлял 0,73 тонны<sup>4</sup>, а его стоимость в среднем в Тверской области фиксировалась на уровне 3,8 тыс. руб.<sup>5</sup> Перевод в весовой эквивалент товаров непродовольственного назначения достаточно затруднен в связи с чем, использовался аналогичный подход, но с понижающим коэффициентом.

$$c_i^f = \left( \left( \frac{d_i^f}{p^s} * m \right) + \left( \frac{d_i^n}{p^s} * (m * k^n) \right) \right);$$

$c_i^f$  – ориентировочный объем конечного потребления в весовом измерении;

$d_i^f$  – расходы населения в  $i$  территориальной единице на приобретение продуктов питания;

---

<sup>1</sup> Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2018 года. 2018: Стат. Бюллетень / Росстат - М., 2018. – 567 с.;

<sup>2</sup> Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Раздел «Муниципальная статистика», подраздел «Объем социальных выплат населению и налогооблагаемых денежных доходов населения». Электронный ресурс. Точка доступа URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/37026> (дата посещения 06.05.2019);

<sup>3</sup> Социальное положение и уровень жизни населения России. 2017: Стат. сб. / Росстат - М., 2017. – 332 с.;

<sup>4</sup> Приложение №3 к Официальной статистической методологии организации статистического наблюдения за потребительскими ценами на товары и услуги и расчета индексов потребительских цен, утвержденной приказом Росстата от 30 декабря 2014 г. №734;

<sup>5</sup> Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Раздел «Цены и тарифы», подраздел «Стоимость и изменение стоимости условного (минимального) набора продуктов питания». Электронный ресурс. Точка доступа URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31481> (дата посещения 06.05.2019).

$d_i^n$  – расходы населения в  $i$  территориальной единице на приобретение непродовольственных товаров;

$p^s$  – стоимость минимального годового набора продуктов питания;

$m$  – вес минимального годового набора продуктов питания;

$k^n$  – поправочный коэффициент на вес непродовольственной группы товаров.

Разница между общим объемом грузоперевозок автотранспортом и объемом конечного потребления отражает использование автомобильного транспорта для вывоза продукции, формируемой или аккумулируемой в данной ТОС.

$$q_i^c = q_i^a - c_i^f$$

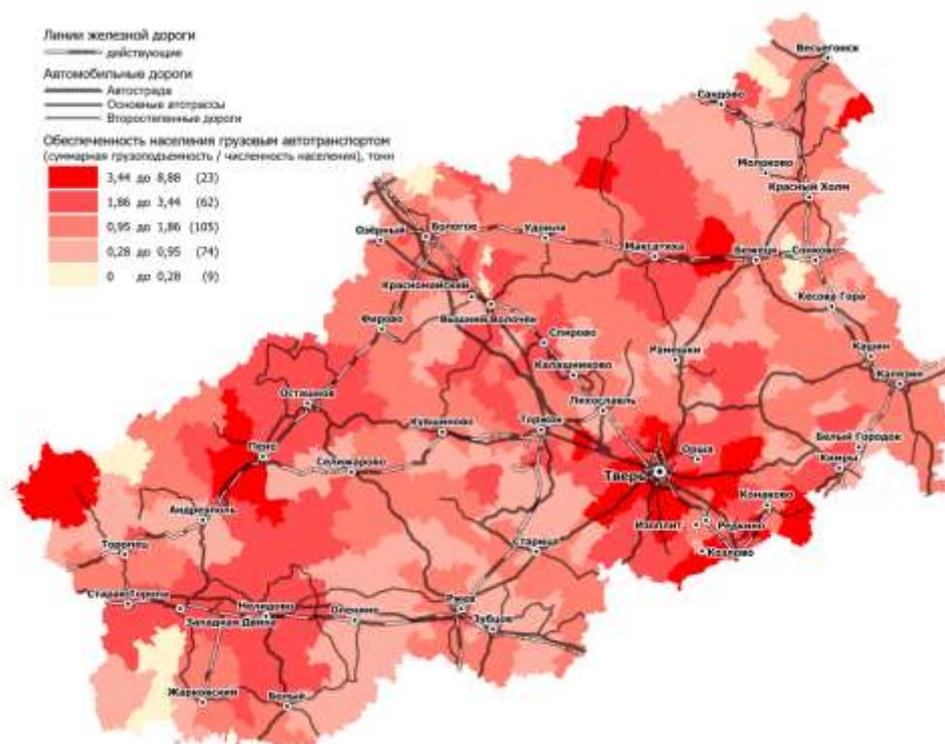
$q_i^c$  – «чистый» объем грузоперевозок автомобильным транспортом в  $i$  территориальной единице.

### ***Результаты и обсуждение***

Максимальная концентрация совокупной грузоподъемности автомобильного транспорта ожидаемо оказалась в наиболее крупных городах области: Тверь (более 60 тыс. тонн); Вышний Волочёк, Ржев, Торжок и Удомля (от 5 до 10 тыс. тонн); Кимры, Конаково, Бежецк и Осташков (от 4 до 5 тыс. тонн). На эти десять муниципальных образований пришлось 53,5% суммарной грузоподъемности автотранспорта, зарегистрированного в области.

При этом наиболее обеспеченными автомобильным грузовым транспортом оказались поселения, окружающие административный центр области (рис. 2). Эти территории сами достаточно активно генерируют товары для перевозки, а также участвуют в обслуживании потоков, которые формируются в Твери или направляются в нее. В агломерационной зоне столицы наиболее активно представлены перевозки на короткие расстояния, то есть замыкающиеся в границах 20-40 км радиуса.

Достаточно высокий уровень грузовой автотранспортной обеспеченности выявляется также в районах, отдаленных от основной федеральной автотрассы, что вероятно связано с их невысокой транспортной доступностью при ограниченности рынка. Такие территории менее привлекательны для транспортных, торговых и логистических компаний, которые реже включают их в зону своего охвата. Это вынуждает население и местное экономическое сообщество содержать собственный грузовой автотранспорт.

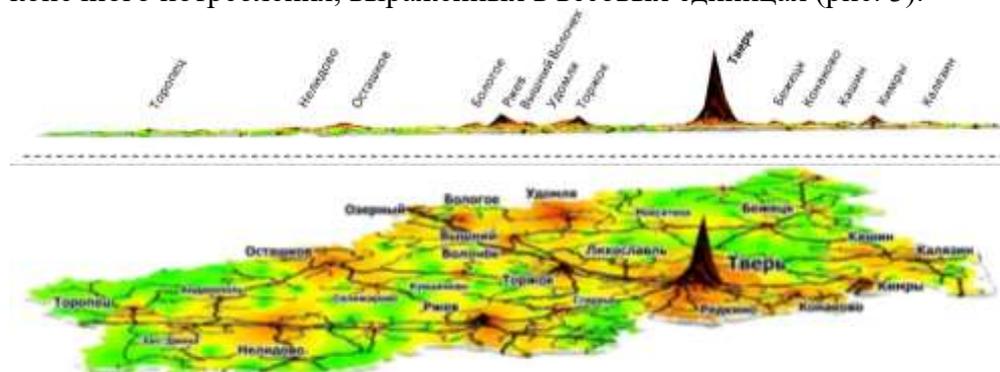


Р и с. 2. Уровень обеспеченности населения грузовым автотранспортом (совокупная грузоподъемность всего автопарка грузовых единиц, приходящаяся на численность жителей, тонн / тыс. чел. населения)

Особенно высокая обеспеченность характерна для поселений, отдаленных от основных трасс, но при этом активно, генерирующих товарные потоки. Так, например, выделяется поселение Кесова Гора (где базируется крупное дорожно-строительное предприятие с несколькими производственными цехами), Шишковское сельское поселение (с мощным агропромышленным предприятием «Коралл»), Дмитровогорское сельское поселение (с группой крупных агропромышленных предприятий ООО «Дмитрогорский мясоперерабатывающий завод», АО «Агрофирма Дмитрова гора», ООО «Дмитрогорский молочный завод»).

Ключевая роль автомобильного транспорта состоит в распределении товаров между населенными пунктами, которое осуществляется в рамках транспортно-логистической иерархизации. В качестве наиболее приемлемого центра распределения выступает узел, в котором достигаются наименьшие суммарные издержки снабжения (минимизация расходов осуществления перевозок из внешней зоны) и распределения (минимизация расходов внутри зоны охвата). В связи с этим важно понимать ориентировочные объемы потребления товаров в отдельных частях территориальных систем.

В результате расчетов с использованием предлагаемой методики, была осуществлена интерполяция данных и получена 3d модель региона с использованием программного комплекса MapInfo, по объемам конечного потребления, выраженных в весовых единицах (рис. 3).



Р и с. 3. Оценка объемов конечного потребления в весовом исчислении (тыс. тонн) на территории Тверской области по состоянию за 2017 г.

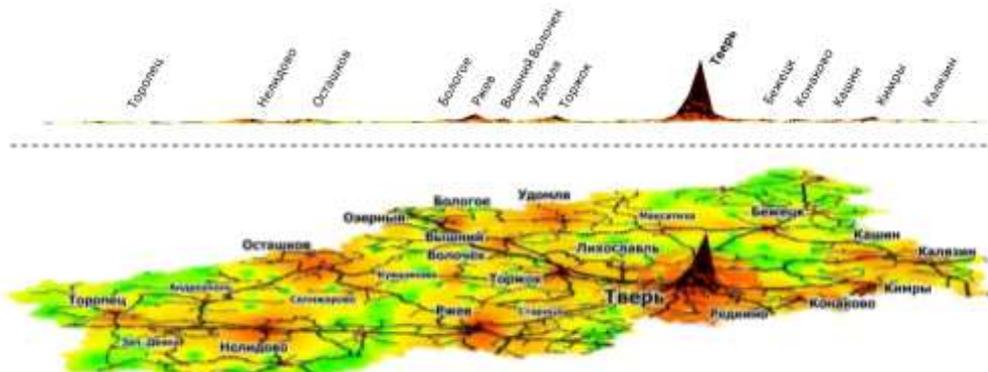
Учитывая, что объемы конечного потребления в территориальной общественной системе зависят главным образом от численности жителей и уровня их благосостояния, наиболее существенный вклад вносят крупные городские системы с развитой сферой экономики (Тверь, Ржев, Торжок, Кимры, Удомля, Вышний Волочёк, Бологое, Осташков, Нелидово, Конаково, Кашин). Таким образом, основные центры потребления сконцентрированы вдоль федеральной автотрассы, образуя два крупных ареала:

- столичный (ближайший пояс городской агломерации Твери, включая такие населенные пункты города Торжок, Лихославль, Конаково, пгт Изоплит, Редкино);
- Вышневолоцкий (включает города Вышний Волочёк, Бологое, Удомлю, ЗАТО Озерный). Западнее от основной транспортной оси локальными центрами потребления выступают города Осташков, Ржев, Нелидово и Торпец. К востоку существенные объемы конечного потребления локализованы в районе городов Кашин, Калязин, Бежецк и Кимры.

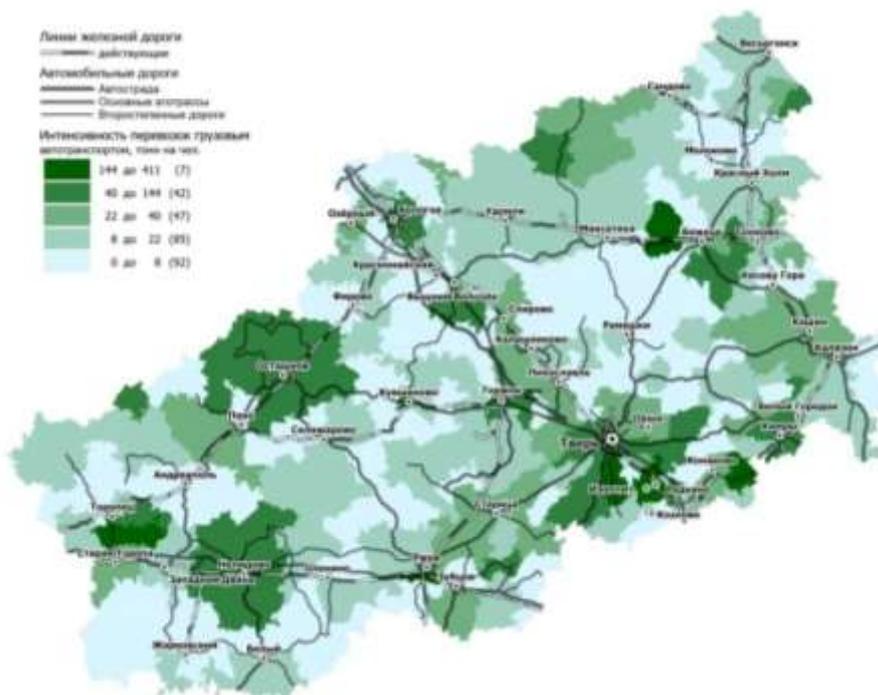
Объем грузовых перевозок автомобильным транспортом в каждом муниципальном образовании области рассчитывался на основе данных Росстата по грузовым перевозкам и пропорционально суммарной грузоподъемности всех автотранспортных средств, зарегистрированных в территориальной системе. Далее, полученные промежуточные результаты взвешивались относительно уровня экономической активности в отраслях, непосредственно участвующих в генерировании и перераспределении товарных потоков (рис. 4). Во многом центры



Твери с активно развивающейся промышленной компонентой (пгт Редкино, пгт Изоплит, с. Городня и др.), где формируются достаточно значимые объемы к перевозке. Другие территории области почти не выделяются в качестве элементов активной автотранспортной деятельности.



Р и с. 5. Оценка объемов грузовых перевозок автомобильным транспортом (тыс. тонн) на территории Тверской области в 2017 г.

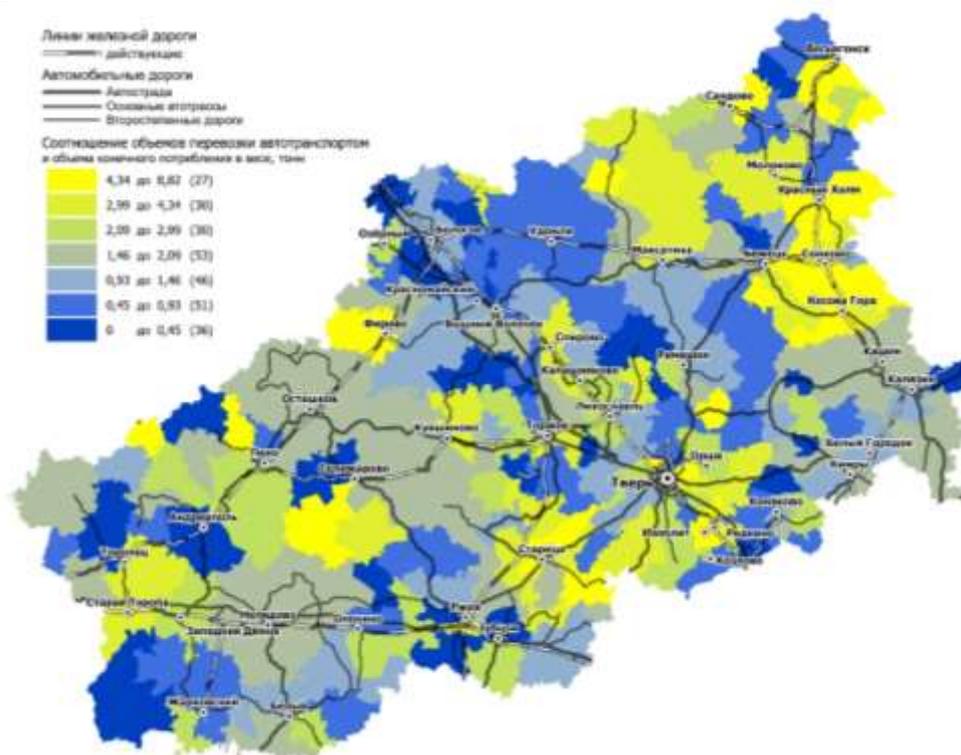


Р и с. 6. Интенсивность перевозок грузовым автомобильным транспортом на территории Тверской области в 2017 г., тонн на 1 жителя

Более высокая интенсивность грузовых перевозок автотранспортом свойственна для Твери и ее агломерации (рис. 6), особенно в части

поселений, прилегающих с юго-востока. Также на территории области сформировались другие менее масштабные, но достаточно интенсивные центры автотранспортной деятельности Среди них можно выделить ряд городских систем (Ржев, Торжок, Вышний Волочёк, Бологое, Осташков, Нелидово, Кимры), а также несколько сельских поселений, в которых сформировано крупное производство (уже упоминаемые Шишковское и Дмитровогорское поселения, а также Речанское сельское поселение, где разместился производственный филиал крупного предприятия по выпуску нетканых материалов).

Полученное распределение объемов грузовых перевозок автомобильным транспортом по территории Тверской области позволяет выявить основные центры автотранспортной логистики и определить их функциональные характеристики. Потенциал коммерческих грузоперевозок автотранспортом, а вместе с ним и возможности использования транспортно-логистических подходов, отражают объемы «чистого» товарного потока, определяемый как разница между общим объемом грузовых перевозок и объемом конечного потребления в тоннах (рис. 7).



Р и с. 7. Соотношение объемов перевозки автотранспортом к объему конечного потребления в весовом измерении на территории Тверской области в 2017 г.

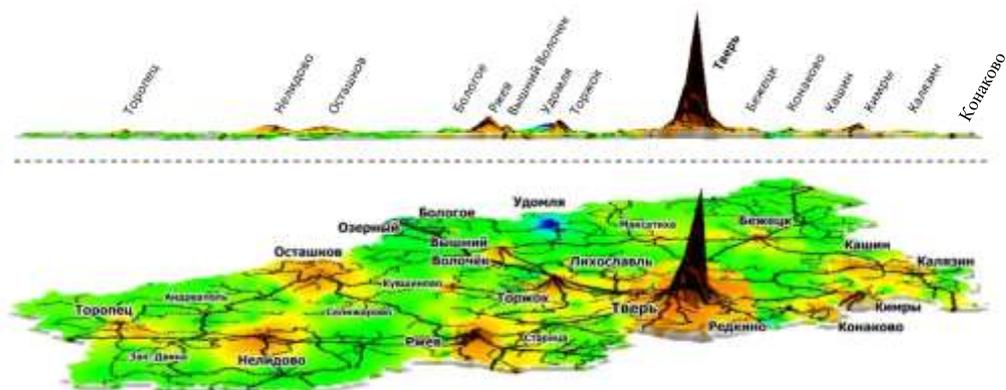
При отрицательном сальдо можно предполагать, что ТОС снабжается преимущественно транспортными единицами других поселений, при этом сама не генерирует значимого потока для вывоза. Равное соотношение двух компонентов свидетельствует о возможностях самостоятельного обеспечения завоза товаров для конечного потребления, но при этом объемы генерируемого (или аккумулируемого) потока незначительны, и не позволяют рассматривать территориальную единицу как каркасообразующий элемент транспортно-логистической сети.

Существенное преобладание общего объема перевозок над объемом конечного потребления отражает наличие признаков активной автотранспортной деятельности в иных сегментах. В таких территориальных единицах представлен заметный вывоз продукции, генерируемой или обрабатываемой здесь; либо выражена локализация транспортной инфраструктуры и транспортных средств, которые осуществляют деятельность в других территориальных системах. Это та часть грузовых автотранспортных перевозок, в отношении которых могут требоваться определенные логистические решения, так как именно в этих территориях формируются потоки с большей дальностью, значительными объемами, относительной регулярностью и устойчивой географией. Как правило, такие территориальные системы активно участвуют не только во внутрорегиональных товаропотоках, но и в межрегиональных корреспонденциях, что требует оптимизационных решений мультимодального характера (комплексное взаимодействие и композиция различных видов транспорта), а также совершенствования транспортной инфраструктуры за пределами региона.

Наиболее выраженные ареалы «чистых» автомобильных грузопотоков сформировались на северо-востоке области (Кесова Гора, Красный Холм, Весьегонск), но они отличаются небольшими объемами в абсолютном исчислении. Также специализация на грузовых автотранспортных перевозках свойственна Твери и районам, прилегающим к ней с юга, некоторым крупным городским округам (Ржев, Торжок), а также отдельным поселениям центральной и западной части области (Кувшиново, Торопец).

В целом всю территорию области можно разделить по уровню участия в грузовых перевозках автомобильным транспортом на несколько зон (рис. 8). Первая, наиболее мощная, образовалась в зоне формируемой городской агломерации Твери, которая включает непосредственно административный центр с примыкающим районом, а также суб-центры: Торжок, Редкино, Лихославль и ряд других [10]. Остальные зоны, с существенно меньшими объемами автотранспортного потока, выделяются преимущественно в западной части области – вокруг Ржева, Нелидово, Осташкова и Торопца. В центральной части области такие функции выполняет Вышний Волочёк, а в восточной части

центрами генерации товарного потока на автотранспорте являются Кимры и Конаково, Кашин и Калязин, которые образуют относительно сплоченную группу равномерной концентрации. Ближе к северо-восточной части области основным центром автотранспортного потока является Бежецк. Обособленная генерация товарных потоков присутствует в городе Кувшиново и посёлке Максатиха. Выявленные зоны, активно участвующие в грузовой автотранспортной деятельности, образуют несколько поясов вокруг административного центра.



Р и с. 8. Оценка объемов «чистых» грузовых перевозок автомобильным транспортом (тыс. тонн) на территории Тверской области в 2017 г.

Наиболее мощный объем грузовых автотранспортных потоков концентрируется в Твери и **ближайшем поясе** вокруг нее (более 14 млн тонн), в том числе за счет собственного промышленного производства, а также за счет реализации продукции с территории области и других регионов, которая аккумулируется здесь на предприятиях оптовой и розничной торговли, строительства и складской логистики. В Твери основные генерируемые грузопотоки на автотранспорте представлены во всех категориях товарных групп, но основу составляют продукты питания, печатная продукция, стройматериалы, изделия из пластмасс и металлов, текстильная и швейная продукция, машины и оборудование, электротехническая продукция. Большими объемами и разнообразием генерируемых и аккумулируемых товаров отличается Калининский район, где также представлены почти все виды деятельности. Наиболее мощные потоки формирует агропромышленный комплекс, полиграфия и машиностроение (гидравлические экскаваторы, электроника, буксовые узлы). В районе действуют крупные складские и логистические объекты – «Логопарк Тверь», «Интернет Решения» (логистический комплекс интернет-магазина OZON), предприятия оптовой и розничной торговли.

Наиболее крупный суб-центр в рассматриваемой зоне – Торжок, где имеется развитое машиностроение и производство электротехнической продукции, но основной объем вывозимой продукции генерирует завод

«Талион Терра» в самом городе (строительные материалы из древесины) и подразделение «Талион Арбор» (OSB-плиты) в д. Семеновское. При этом предприятие выстроило собственную логистику по снабжению древесиной и лесоматериалами с территории всей области. Из Торжка во многие регионы страны осуществляется поставка красок для полиграфии, швейной продукции, обуви, галантереи и прочих изделий. Производство продуктов питания, печатной продукции, металлоизделий преимущественно ориентировано на местный и внутрирегиональный рынки.

К юго-востоку от Твери мощные потоки формируются в районе с. Дмитрова Гора, где разместился крупный агропромышленный конгломерат, дополняемый локальными производителями в пгт Новозавидовский и г. Конаково. В этом районе активно формируются потоки химической и фармацевтической продукции, стройматериалов из пластмасс, стеклохолста (пгт Редкино), синтетических вспененных материалов (с. Городня) и теплоизоляционных материалов (пгт Изоплит).

В Лихославле основные объемы формируются за счет стройматериалов, комбикормов, упаковочных материалов, машиностроительной продукции.

Во **втором поясе**, основным центром, где формируется наибольший объем к отправке автотранспортом во внутрирегиональных и межрегиональных направлениях, является Ржев с прилегающими районами (1,5 млн тонн). Формируемый здесь товарный поток содержит разнообразный набор продукции конечного и промежуточного спроса, в том числе стройматериалов, продуктов питания, электрооборудования и приборов, швейной и печатной продукции. В зоне аттракции Ржева расположен Зубцовский район, где представлено производство нерудных строительных материалов, металлоконструкций и изделий из пластмасс. Таким образом, Ржев отличается весомым вкладом в автотранспортные грузоперевозки, а многие из товарных групп, генерируемых в городском округе, могут консолидироваться в более крупные грузопотоки, что частично происходит на практике. Имеющийся железнодорожный транспорт при вывозе продукции используется достаточно ограничено (для стройматериалов и лома).

В другом населенном пункте на втором поясе – в городе Кувшиново сосредоточено крупное производство картонно-бумажной продукции, активно вывозимой автомобильным транспортом, в том числе с привлечением сторонних перевозчиков. Автомобильным транспортом продукция реализуется в соседние регионы (преимущественно в Санкт-Петербург и Москву), а на более дальние расстояния – с использованием железнодорожного сообщения.

Еще один центр автотранспортной деятельности во втором поясе – Вышний Волочёк с прилегающими районами (1,4 млн тонн), где наиболее мощный поток генерируется в сфере деревообработки,

стекольной и легкой промышленности, индустрии стройматериалов, а также частично в машиностроении и фармацевтики.

Во втором поясе в качестве обособленного пункта генерирования товарных потоков, можно выделить посёлок Максатиха, где размещается лесопромышленный комбинат и предприятия пищевого производства. В тоже время объемы лесоматериалов, формируемые в этой части региона, почти полностью вывозятся железнодорожным транспортом. Восточнее, в д. Алексеевское Бежецкого района сформировался мощный пункт, генерирующий автотранспортные грузовые потоки мясной продукции и кормов. Сам Бежецк образует внутри- и межрегиональные грузовые потоки сельскохозяйственной направленности, стройматериалов, изделий из чугуна, швейной и машиностроительной продукции.

В восточной части второго пояса автотранспортные грузопотоки генерирует целая группа населенных мест (1,4 млн тонн). В Кашине сформировалась ярко выраженная специализация на пищевой промышленности, а благодаря высокой концентрации нескольких производств в одном сегменте, здесь образован пул предприятий оптовой торговли, осуществляющих ряд логистических функций. В Калязине основной объем грузов формируется из продукции швейного и обувного производства, а также оборудования, комплектующих для авиационной техники. В г. Кимры и прилегающем районе основу автотранспортного грузопотока формируют предприятия легкой промышленности, металлообработки и машиностроения, строительных материалов, пищевого производства.

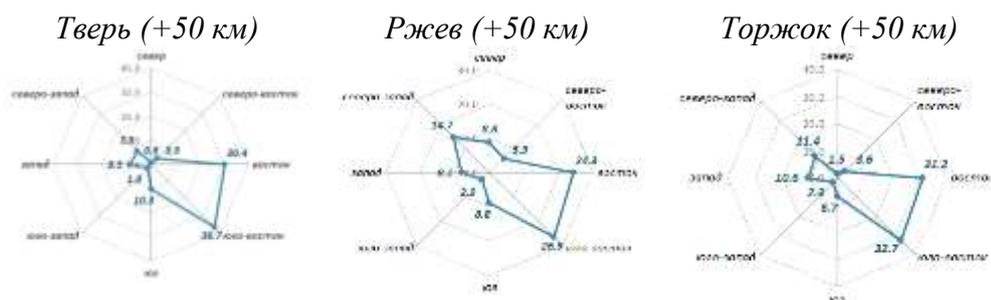
**Третий пояс** (1,6 млн тонн) охватывает только западную часть Тверской области и формируется из трех основных пунктов: Нелидово, Осташков и Торопец. В Нелидово основной поток генерируют деревообрабатывающий комбинат и предприятие по пошиву спецодежды, а также многочисленные субъекты в области лесозаготовки и деревообработки. Осташков активно формирует грузовые автотранспортные потоки товаров различных категорий (кожа, двери, одежда, аппаратура связи) как в другие регионы, так и на экспорт. В Торопце основной объем вывозимой продукции – упаковочные материалы, швейные изделия, необработанная древесина и пиломатериалы. Мощный объем товарного потока (теплоизоляционного и укрывного материала) генерируется в селе Лесное. Относительно небольшие, но регулярные объемы формируются в других поселениях данной части Тверской области: в г. Западня Двина и пгт Старая Торопа – древесина, лесо- и пиломатериалы; в г. Андреаполь – продукция электротехнического фарфора и пиломатериалы; в пгт Селижарово – фруктово-ягодная консервация и строительные материалы.

Несмотря на общий достаточно большой объем вывозимой продукции в этой части Тверской области, активные консолидированные потоки практически отсутствуют, а вывоз осуществляется, как правило,

мономодальным сообщением непосредственно из пункта генерирования в конечный пункт назначения или на склады оптовых компаний. Отсутствие консолидации потоков на местном уровне и использования здесь мультимодальных подходов в перевозках готовой продукции свидетельствует о слабой логистизации потоков и о возможностях ее внедрения.

На севере Тверской области формирование автотранспортных потоков достаточно скудное. В г. Бологое и прилегающем районе имеются объемы к вывозу затворной арматурной продукции, строительных материалов. Удомля и ЗАТО «Озерный» почти не формируют товарных потоков. В связи с этим для этой части Тверской области свойственна высокая степень порожнего пробега (при большом объеме ввоза обратно транспортные средства вынуждены ехать порожними).

Полученное распределение объемов перевозки автомобильным транспортом по территориальным единицам может в дальнейшем использоваться при определении их пространственных характеристик, которые определяются средней дальностью и векторами перевозок (рис. 9).



Р и с. 9. Векторы направлений выходных товарных потоков на автомобильном транспорте из некоторых населенных пунктов Тверской области, %

Это позволит определить объемы отправок автотранспортом в каждом направлении, соотнести их совокупные потоки с существующей автодорожной инфраструктурой в регионе и за его пределами на предмет их конгруэнтности, а также степени искажения и преломления. Это в свою очередь даст возможность определить показатели излишнего (вынужденного) грузооборота как в физических величинах (тонно-километры), так и в стоимостном выражении, а также оценить его влияние на окружающую природную среду, автотранспортную инфраструктуру и ресурсоемкость отрасли.

Аналогичные оценки могут осуществляться в границах региона с целью определения связанности отдельных узловых элементов и

интегральной транспортной доступности, но уже с учетом взвешивания относительно генерируемых потоков и с использованием концепций центр-периферия, гравитационных и энтропийных моделей, диффузии инноваций и др.

Также возможно сопоставление сложившихся потоков с различными альтернативными сценариями их разделения (объединения) при взаимодействии нескольких видов транспорта на разных участках маршрутов. Это позволит определить наиболее приемлемые варианты пространственной организации потоков, структуры хозяйственного каркаса, конфигурации транспортной сети и территориальной организации общества.

Кроме того, на основе полученных данных могут проектироваться системы распределительных (логистических) центров в самом регионе, а также идентифицированы точки в пространстве страны с наиболее высоким транспортно-логистическим потенциалом и максимизацией логистического эффекта.

**Вывод.** Грузовой автомобильный транспорт представляет собой базовый элемент для анализа транспортно-логистического потенциала узлов, оценки их текущей и потенциальной мощности, а также выявления их пространственной организации. Эта задача сопряжена с возможностями определения эффективности всей существующей транспортной системы, выявления диспропорций между пространственной организацией потоков и сложившимся транспортно-логистическим каркасом, поиска предложений по их развитию и оптимизации.

Несмотря на наличие важнейших федеральных автомагистралей и выгодное транзитное транспортно-географическое положение Тверской области, её автодорожное хозяйство и уровень развития автомобильных грузоперевозок находятся на достаточно среднем уровне. В ходе переработки и досчета имеющейся статистической информации было установлено, что общий объем перевезенных грузов всеми экономическими агентами Тверской области в 2017 г. превышал 50 млн тонн (более 40 тонн на 1 жителя, что выше, чем в среднем по федеральному округу).

В ходе осуществления предложенной системы расчетов были получены показатели деятельности грузового автотранспорта в целом в регионе, а также в отдельных муниципальных образованиях. В частности, полученная разница между общим объемом грузовых перевозок автомобильным транспортом и объемом конечного потребления в территориальных системах позволила оценить масштабы использования автомобильного транспорта для вывоза продукции, формируемой или аккумулируемой в каждой из них.

Максимальная концентрация совокупной грузоподъемности автомобильного транспорта ожидаемо оказалась в наиболее крупных

городах области, а распределение объемов грузовых перевозок автомобильным транспортом в целом сопоставимо с оценкой объемов конечного потребления.

Выявленные пункты, активно участвующие в грузовой автотранспортной деятельности, образуют несколько поясов вокруг административного центра. Ближайший пояс вокруг Твери включает населенные пункты Калининского района, Торжок, Лихославль, Редкино, Конаково и др. Потоки генерируются здесь как за счет собственного производства, так и реализации продукции со всей области и из других регионов, которая аккумулируется здесь на предприятиях оптовой и розничной торговли, строительства и складской логистики. Во втором поясе, основным центром, где формируется наибольший объем к отправке автотранспортом во внутрирегиональных и межрегиональных направлениях, является Ржев с прилегающими районами. Данный пояс включает также Вышний Волочек, Бежецк, Кашин, Калязин, Кимры и некоторые другие локальные центры. Последний пояс охватывает только западную часть Тверской области. Он формируется из трех основных пунктов (Нелидово, Осташков и Торопец) и отличается невысоким уровнем структурирования. На севере Тверской области (в районе г. Удомля, г. Бологое, ЗАТО «Озерный») формирование грузов крайне ограниченное, что отражается на низкой эффективности имеющихся товарных потоков.

Полученные результаты имеют широкое практическое значение в части оценки эффективности существующей транспортной системы, определения направлений ее оптимизации, проектирования товарных потоков и моделирования альтернативных вариантов организации перевозок, размещения транспортно-логистической инфраструктуры, развития хозяйственного каркаса и конфигурационной сети автотранспорта. На основе полученных данных могут проектироваться системы распределительных (логистических) центров в самом регионе, а также могут быть идентифицированы точки в пространстве страны с наиболее высоким транспортно-логистическим потенциалом и максимизацией логистического эффекта.

#### ***Благодарности***

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-78-10066 «Оптимизация транспортно-логистической системы России и регионов как инструмент устойчивого развития»).

#### **Список литературы**

1. Алексеев И.В. Совершенствование организации взаимодействия различных видов транспорта в транспортных узлах: дисс. ... канд. техн. наук. Морской гос. ун-т, Владивосток, 2008. 158 с.

2. Горчаков Я.Л. Оценка транспортной сети Восточно-Сибирского экономического района // Известия БГУ, 2002, №4, с. 34–43.
3. Иевлева А.А. Разработка стратегии повышения эффективности работы российских операторов на рынке международных автомобильных перевозок грузов: дис. на ... канд. эк. наук. Моск. авт.-дорожн. гос. техн. ун-т, М., 2010. 194 с.
4. Литвинов А.В., Баннов А.С., Вельможин А.В., Гудков В.А. Моделирование потоков грузового автомобильного транспорта в городах, №2, 2008. С. 26– 30.
5. Николаев Р.С. Потенциал и особенности формирования транспортно-логистических центров на Урале и в Поволжье // Перспективы науки, №10 (49), 2013. С. 32–36.
6. Николаев Р.С., Лучников А.С. Эффективность пространственной организации внутрирегиональной транспортной сети (на примере железнодорожного транспорта Пермского края) // Географический вестник, № 4, 2018. С. 44– 53.
7. Пеньшин Н.В. Автомобильный транспорт как элемент региональной инфраструктуры // Вестник Ижевского государственного технического университета, №4, 2009. С. 68– 71.
8. Сомов Э.В. Геоинформационное картографирование обеспеченности населения общественным транспортом на примере г. Москвы: дисс. на соиск. ... канд. геогр. наук. Моск. гос. ун-т, М., 2015. 126 с.
9. Хорошилова Е.С., Витвицкий Е.Е. Математическое моделирование автотранспортных систем перевозок грузов в городах // Динамика систем, механизмов и машин, №2, 2016. С. 375– 380.
10. Цеплаков Н.В., Ткаченко А.А. Тверская городская агломерация (опыт выделения) // География, экология, туризм: научный поиск студентов и аспирантов: материалы V Всеросс. научно-практ. конф. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. С. 119–122.
11. Шепелев В.Д., Пряхин Д.С., Галигузов А.А. Взаимодействие различных видов транспорта в крупных транспортных узлах // Знание, №9-2 (38), 2016. С. 5– 10.
12. Якупов Д.Т., Рожко О.Н. Перспективы применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования объемов грузоперевозок в транспортных системах // статистика и экономика, №5, 2017. С. 49– 60.
13. Rodrigue J.P., Comtois C., Slack B. The Geography of Transport Systems. Fourth edition. Routledge, NY, 2017, p. 44.
14. Comi A., Coppola P., Nuzzolo A. Freight transport modeling: Review and future challenges. Rivista Internazionale di Economia dei Trasporti / International Journal of Transport Economics. XL, 2013, 151– 181.
15. Janic M. Modeling the Full Costs of an Intermodal and Road Freight Transport Network; Transport. Res. Part D 2007, 12, 33– 44.

## **MODELING OF FREIGHT ROAD TRANSPORTATION VOLUMES IN REGION AND APPROACHES TO THEIR OPTIMIZATION: ON THE EXAMPLE OF TVER REGION**

**R.S. Nikolaev**

Perm State University, Perm

Road freight transport plays an important role in transport and logistics systems, providing transportation of goods over short and medium distances (including the "last mile"), as well as providing additional opportunities for consolidation, accumulation, distribution of various product groups in space and time. Due to its versatility and prevalence, road transport is a key element of multimodal interactions within transport and logistics hubs. At the same time, at present there are difficulties in estimating the volume of freight transportation by road in small territorial units, as well as in identifying geographical (spatial) features of commodity flows. The study proposed and tested some approaches to modeling and determining traffic flows on the example of the Tver region, using a wide range of statistical analysis methods, pivot tables, cartographic analysis, including data interpolation and 3d modeling. As a result of the research, the main points of generation (accumulation) of commodity flows in the automobile transport of the Tver region are obtained. Based on the results, approaches are proposed to identify potential directions for optimizing the existing system.

**Keywords:** *freight transportation, road freight transport, transportation volume modeling, logistics, railway transport, spatial structure of transportation, counties, commodity flows optimization.*

*Об авторе:*

НИКОЛАЕВ Роман Сергеевич – к.г.н., доцент кафедры социально-экономической географии ПГНИУ, доцент кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории ПГНИУ, начальник отдела государственной статистики Пермьстата в г. Перми, e-mail: [groommaa27@mail.ru](mailto:groommaa27@mail.ru).