

Научная статья
УДК 656.135.2
doi:10.52170/1815-9265_2026_80_13

Моделирование влияния городского распределительного центра на общий пробег грузовых автомобилей

Анна Павловна Гrefенштейн

Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия, anna_020295@mail.ru

Аннотация. Важнейшими принципами городской логистики являются координация и консолидация. Считается, что они могут быть реализованы при создании городского распределительного центра или их сети. Теоретически функционирование такого центра должно привести к сокращению общего объема движения грузовых автомобилей в рассматриваемом районе города. Статья посвящена описанию признаков реализации данных принципов. Цель исследования – оценить влияние координации деятельности разных грузополучателей, консолидации партий их грузов на изменение конкретного параметра – общего пробега грузовых автомобилей в реальных условиях организации перевозок.

Предложен алгоритм моделирования городской доставки в специальном программном обеспечении. С его помощью выполнены эксперименты по четырем сценариям с тремя параметрами спроса на доставку товаров в рамках района г. Новосибирска. Настройки сценариев и запросов определяют различные ограничения на совместную доставку грузов разных клиентов в одном транспортном средстве. В статье подтверждена зависимость уменьшения общего пробега грузового транспорта от числа компаний-клиентов городского распределительного центра (уровень участия) и числа совместно доставляемых партий грузов (уровень консолидации). Установлена зависимость влияния принадлежности партий грузов на построение совместных маршрутов доставки.

Сделан вывод, что при одинаковых уровнях участия и консолидации сократить общий объем движения автомобилей можно за счет объединения партий грузов, принадлежащих не одной компании, а разным коммерческим предприятиям. Таким образом, важно, чтобы услугами городского распределительного центра пользовались разные сетевые торговые компании, но с одинаковыми характеристиками грузопотоков.

Ключевые слова: координация, консолидация, городской распределительный центр, общий пробег, грузовой автомобиль

Для цитирования: Гrefенштейн А. П. Моделирование влияния городского распределительного центра на общий пробег грузовых автомобилей // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2026. № 3 (80). С. 13–22. DOI 10.52170/1815-9265_2026_80_13.

Original article

Modeling the impact of an urban consolidation center on the total truck mileage

Anna P. Grefenshteyn

Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia, anna_020295@mail.ru

Abstract. The most important principles of urban logistics are coordination and consolidation. They are believed to be realized through the creation of an urban consolidation center or a network of such centers. Theoretically, the operation of such a center should lead to a reduction in the overall volume of truck traffic in the given city district. This article describes the signs of these principles' implementation. The purpose of the article is to evaluate the impact of coordinating the activities of different consignees and consolidating their cargo shipments on the change in a specific parameter – the total mileage of trucks in real transportation conditions.

An algorithm for modeling urban delivery in specialized software is proposed. Using this software, experiments were conducted across four scenarios with three parameters of demand for goods delivery within the Novosibirsk district. The scenario and demand settings determine various restrictions on the joint delivery of goods from different clients in a single vehicle. The article confirms the dependence of the reduction in the total mileage of trucks on the number of companies-clients of the urban consolidation center (level of participation) and the number of jointly delivered cargo batches (level of consolidation).

The influence of cargo lot ownership on the design of joint delivery routes was determined. It was concluded that, with equal levels of participation and consolidation, overall vehicle traffic can be reduced by consolidating

cargo lots belonging not to a single company, but to different commercial enterprises. Therefore, it is important that the services of a city distribution center be used by different retail chains with similar cargo flow characteristics.

Keywords: coordination, consolidation, urban consolidation center, total mileage, truck

For citation: Grefenshteyn A. P. Modeling the impact of an urban consolidation center on the total truck mileage. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2026;(80):13–22. (In Russ.). DOI 10.52170/1815-9265_2026_80_13.

Введение

Современные крупные города должны обеспечивать доступ людей к товарам, услугам и местам работы, поэтому эффективность функционирования транспортно-логистической системы (ТЛС) играет ключевую роль в содействии устойчивому развитию городских территорий.

Методы городской логистики как концепции организации и управления грузопотоками направлены на разрешение ряда проблем ТЛС, в их числе значительный объем движения грузовых автомобилей. Обычно объем движения измеряется интенсивностью, авт./ч, или пробегом, км/сут. Ожидается, что если сократить общее количество и пробег транспорта, то это приведет к положительным эффектам. Например, позволит «уменьшить величину выбросов (CO_2 , N_2O , CH_4) в окружающую среду, шумовое и визуальное загрязнение города, загрузку улично-дорожной инфраструктуры, заполнение территории города транспортными средствами (ТС) и повысить уровень безопасности движения» [1].

Существует мнение, что сократить объем движения грузовых ТС можно за счет повышения коэффициента их загрузки. Принципиально такое возможно в двух случаях: либо за счет накопления партий грузов до требуемой вместимости грузового автомобиля, либо за счет объединения отправок, принадлежащих разным клиентам, в рамках одного маршрута доставки (в логистике – «унитизация»).

В свою очередь, объединение партий грузов разных клиентов возможно, если предприятия и компании об этом заранее договорятся и *скоординируют* свою деятельность или если организация доставки в рамках города будет выполнена третьей стороной – оператором (речь об аутсорсинге). В любом случае *консолидация* партий разных грузов должна выполняться в каком-либо объекте: либо в действующем распределительном центре, либо в специальном складе оператора – городском распределительном центре (ГРЦ, термин из [1]).

Важно отметить, что спрос на складскую инфраструктуру в России неуклонно растет, о чем свидетельствуют отчеты аналитических

агентств о заключении сделок по аренде и покупке недвижимости [2, 3]. При этом больший спрос приходится на предприятия розничной и онлайн-торговли: осуществлено 58 % и 23 % сделок соответственно [3]. Крупные сетевые торговые компании на таких объектах выполняют грузопереработку, в том числе *консолидацию*, а значит, при доставке грузов внутри границ города стараются максимально использовать грузопоместимость автомобилей.

Соответственно, сократить объем движения грузовых ТС за счет объединения большего числа отправок не представляется возможным исходя из условия ограничения кузова ТС по вместимости. В данной ситуации возникает вопрос о возможности уменьшения объема движения ТС за счет объединения того же числа отправок в рамках одного маршрута доставки, но принадлежащих не одной сетевой компании, а разным коммерческим структурам [4].

Влияет ли принадлежность партий доставляемых грузов на движение грузовых автомобилей? Важно ли, чьи грузы совместно доставляются? Могут ли аутсорсинг доставки «последней мили» и наличие ГРЦ снизить число и пробег грузовых ТС в городах? Данные вопросы рассмотрены в настоящем исследовании.

Таким образом, цель настоящей статьи – установить связь между *координацией* деятельности грузополучателей и *консолидацией* партий их товаров, а также оценить влияние данных факторов на изменение объема движения грузовых автомобилей в реальных условиях организации перевозок.

Материалы и методы исследования

Научную базу методов, рассматриваемых в статье, составляют предшествующие исследования [5, 6], позволяющие сформулировать R' -критерий оценки целесообразности создания ГРЦ [1] в виде формулы

$$R' = \frac{\sum_{s \in S_\alpha} \sum_{i \in D_{s\varphi_{i,s}}} \frac{L_{i,s}}{L_{i,s}} + \sum_{s \in S_{\bar{\alpha}}} \sum_{i \in D_{s\bar{h}_{i,s}}} \frac{L_{i,s}}{L_{i,s}}}{\sum_{s \in S} \sum_{i \in D_{s\bar{h}_{i,s}}} \frac{L_{i,s}}{L_{i,s}}} \leq 1, \quad (1)$$
$$R' \rightarrow \min,$$

где S – набор получателей в рассматриваемом районе города; S_α , $S_{\bar{\alpha}}$ – набор клиентов ГРЦ и

получателей, не использующих ГРЦ, соответственно; при этом $S = S_\alpha \cup S_{\bar{\alpha}}$; D_s – набор поставок партий грузов клиенту s ; $L_{i,s}$ – протяженность i -го маршрута, в рамках которого получатель s совместно обслуживается с $h_{i,s}$ получателями одной сети или $\varphi_{i,s}$ различными получателями, км [6].

Таким образом, в числителе и знаменателе выражения (1) – пробег всех грузовых ТС, которые обслуживают всех клиентов какого-либо района. Набор клиентов в числителе и знаменателе не меняется. Однако если часть клиентов S_α решит использовать ГРЦ, а другая часть $S_{\bar{\alpha}}$ откажется, то изменятся протяженности маршрутов $L_{i,s}$ для доставки $\varphi_{i,s}$ или $h_{i,s}$ партий грузов [6]. Следовательно, суммарный пробег ТС клиентов ГРЦ и получателей, не использующих его, не является суммарным пробегом ТС получателей до создания ГРЦ.

Выражение (1) означает, что функционирование центра должно привести к максимальному сокращению пробега ($R' \rightarrow \min$) всех грузовых ТС в рассматриваемом районе города: как клиентов ГРЦ, так и получателей, не использующих его, – по отношению к ситуации, когда ГРЦ не было. Целесообразно, чтобы общая протяженность всех грузовых маршрутов после создания ГРЦ максимально сократилась по отношению к текущей ситуации, соответственно:

– величина знаменателя в формуле (1) стремилась к минимуму

$$\left(\sum_{s \in S_\alpha} \sum_{i \in D_s} \frac{L_{i,s}}{\varphi_{i,s}} + \sum_{s \in S_{\bar{\alpha}}} \sum_{i \in D_s} \frac{L_{i,s}}{h_{i,s}} \right) \rightarrow \min;$$

– отношение величин общего пробега после создания и до создания ГРЦ было также минимальным: $R' \rightarrow \min$.

Принцип сокращения пробега транспорта проиллюстрирован на рис. 1.

На рис. 1, а изображена ситуация, когда сетевые компании осуществляют доставку получателям самостоятельно. На рис. 1, б – когда оператор ГРЦ *координированно* обслуживает предприятия-клиентов и *консолидирует* их грузы.

Чтобы оценить степень сокращения пробега ТС с помощью R' -критерия, в исследовании было использовано программное обеспечение по решению логистических задач anyLogistix. Такое задание требует наличия реальных исходных данных, которые, по сути, являются коммерческой тайной частных компаний, поэтому в рамках исследования было выполнено моделирование различных характерных сценариев организации перевозок.

Сценарий 1 отражает ситуацию, когда все получатели грузов в рассматриваемом районе являются клиентами ГРЦ, уровень участия $\alpha = 100\%$ [5, 6]. В данном сценарии они все могут обслуживаться *координированно* и нет прямых ограничений на совместную доставку – допустимы все комбинации *консолидации* партий грузов.

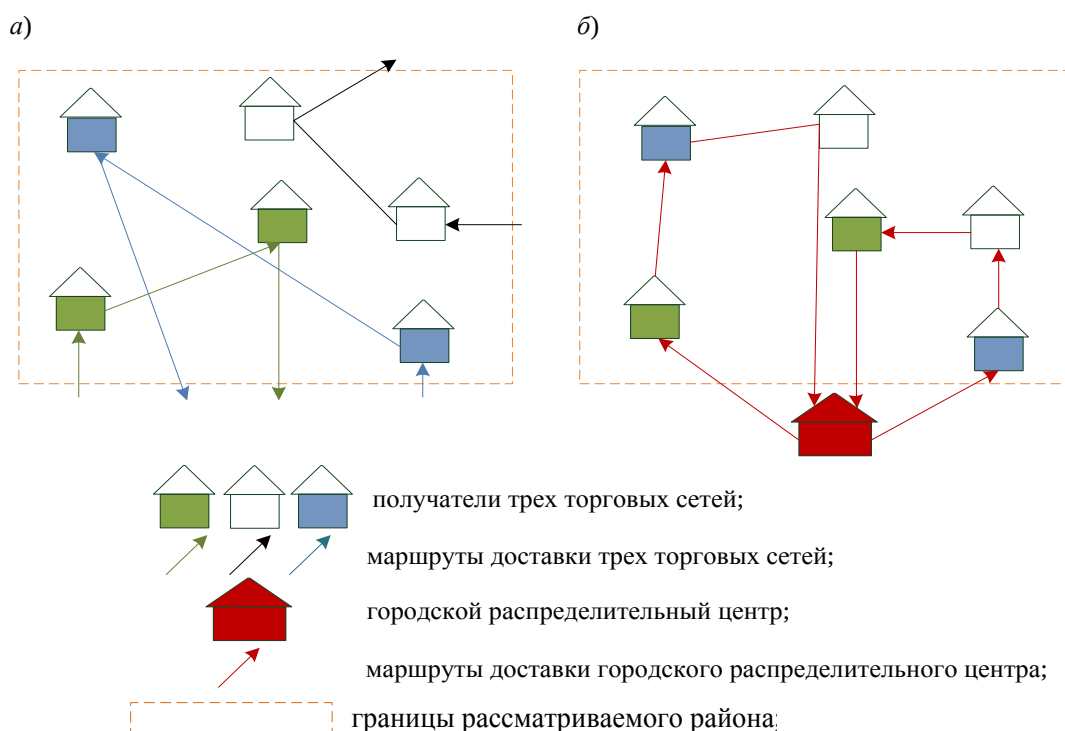


Рис. 1. Иллюстрация влияния ГРЦ на объем движения ТС:
а – до создания ГРЦ; б – при создании ГРЦ

Сценарий 2 соответствует аналогичной ситуации: $\alpha = 100 \%$, но при этом партии грузов не могут быть доставлены совместно в одном ТС, потому что, например, такие грузы имеют специфические физико-химические свойства или клиенты требуют разные «непересекающиеся» временные интервалы доставки, значит, имеются ограничения на комбинации по *консолидации* грузов из-за того, что нет *координации*.

Сценарий 3 – ситуация частичного использования услуг ГРЦ, когда лишь доля получателей моделируемого района будут являться клиентами центра (уровень участия $\alpha < 100 \%$). У этих клиентов возможны комбинации *консолидации* грузов между собой, за исключением тех получателей, которые откажутся от услуг оператора ГРЦ.

Сценарий 4 – это ситуация до создания ГРЦ при $\alpha = 0 \%$ (см. рис. 1, а), когда все получатели района обслуживаются самостоятельно и *консолидируют* собственные отправки по правилам компании.

Отметим, что используемое программное обеспечение позволяет учитывать реальные условия реализации перевозок (табл. 1) и получать набор маршрутов с минимальным суммарным пробегом в сценарии. Такой функционал называется «транспортный оптимизационный эксперимент» (ТО-эксперимент). Программа не учитывает влияние внешних или случайных факторов, например транспортных

происшествий, загрузки улично-дорожной сети, временных ограничений движения из-за работы служб.

Опишем подробно, как выполнена адаптация групп параметров в программе для моделирования функционирования ГРЦ.

1. Клиенты (Customers). На ГИС-карте, которая автоматически импортируется в модель из OpenStreetMap, размещены реальные получатели четырех известных торговых сетевых компаний. В тексте статьи (рис. 2, а) им присвоены буквенные обозначения «Я», «П», «МР» и «М». Соответствующие объекты в программе (см. рис. 2, б) созданы по фактическим адресам работы магазинов в г. Новосибирске.

2. Распределительные центры (DCs). Места расположения складских объектов влияют на то, по каким улицам и дорогам в рассматриваемом районе будет осуществляться ввоз товаров, а также развоз внутри него [7, 8], что для комфортной городской среды особо важно.

В моделируемых сценариях принято следующее:

– ГРЦ размещен в промышленно-складской зоне, что соответствует ввозу грузов в рассматриваемую зону из точки 1 (см. рис. 2, а);

– собственные распределительные центры сетевых компаний размещены в фактических местах, что соответствует ввозу грузов для сети «М» – точке 1, а для остальных – точке 2 (см. рис. 2, а).

Таблица 1

Некоторые особенности ТО-экспериментов

Группа параметров	Описание
Клиенты (Customers)	ГИС-карта реального города импортируется из OpenStreetMap, на ней можно создавать объекты (получателей, склады), исключать из сценариев и включать в них
Распределительные центры (DCs)	
Спрос (Demand)	Задается тип спроса, например периодический (Periodic demand), и параметры спроса, например количество требуемой продукции (Quantity) каждого вида, а также интервал заказа (Order interval)
Пути (Paths)	Задаются ограничения на комбинации связей между объектами, тип (Cost calculation), например километровый (Distance-based), и формула (Cost Calculation Parameters) калькуляции расходов, параметры ТС (Vehicle Type), способ определения расстояний (кратчайшее или фактическое)
Период (Period)	Задаются даты начала и конца периода моделирования, т. е. его продолжительность, например неделя
Продукция (Products)	Задаются наименования и единицы измерения объема доставляемых грузов (кг, м ³ , шт.)
Транспортные средства (Vehicle Types)	Задаются вместимость (Capacity), единицы измерения вместимости (Capacity Unit), скорость движения ТС
Оптимизационный эксперимент (TO-Experiment)	Максимальное число получателей на маршруте; не учитывает настройки «Транспортные средства» (Vehicle Types)
То же с ограничениями (Capacitated TO-Experiment)	Минимальный коэффициент использования грузоподъемности для назначения прямого маршрута (Direct Shipment); временные окна (Time Windows)

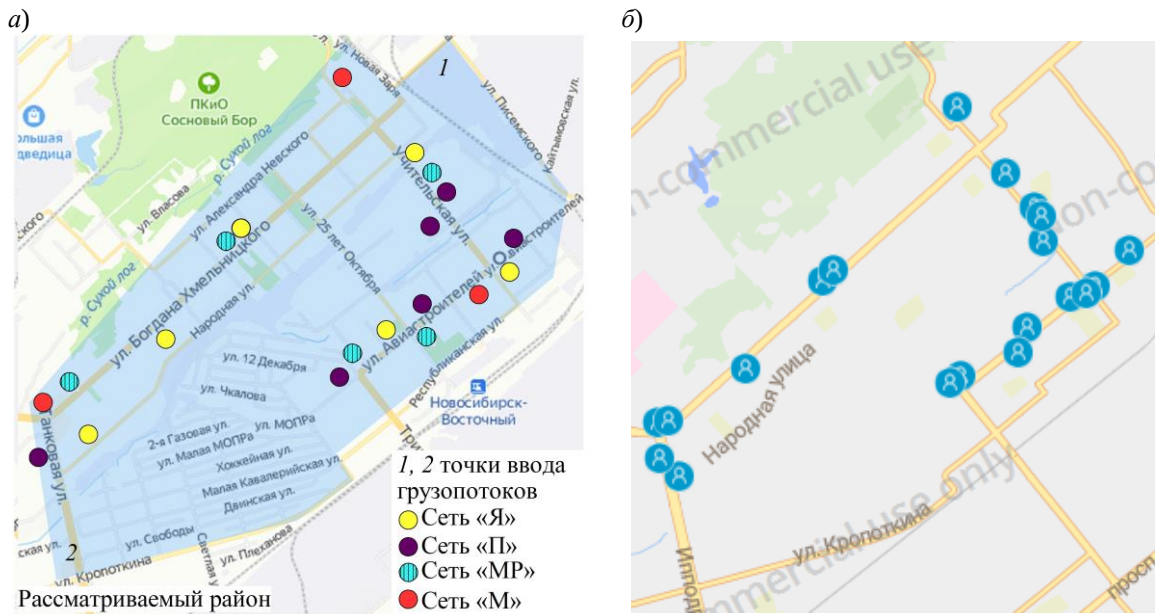


Рис. 2. Рассматриваемый район города:
 а – схема моделирования; б – фрагмент работы в программе

Указанное выше означает, что распределительные центры (DCs) как объекты модели созданы в точках 1, 2 и являются местами отсчета пробега ТС. Это важно, чтобы учитывать протяженность маршрутов доставки именно в конкретном рассматриваемом районе города [4–6].

3. Пути (Paths). Эта группа параметров позволяет «жестко» зафиксировать пути (комбинации связей) только между теми объектами (получателями), которые в моделируемых сценариях нужно *координированно* обслуживать и чьи грузы можно *консолидировать*.

На рис. 3 изображен пример для сравнения. На рис. 3, а приведена ситуация, когда только клиенты s_1 и s_5 (синий), s_4 и s_6 (белый) обслуживаются оператором ГРЦ, на рис. 3, б – поставки всем клиентам *скоординированы* и совместно доставляются партии грузов всех клиентов (синий, зеленый, белый).

В модели учтено, что в сценарии 1 отсутствуют ограничения на пути (Paths); в сценарии 2 разрешены связи между магазинами одной торговой сети и ГРЦ; в сценарии 4 – между ними и их собственными центрами; в сценарии 3 для клиентов ГРЦ отсутствуют ограничения, а для остальных получателей применены настройки сценария 4.

4. Транспортные средства (Vehicle Types). В модели учтены реальные параметры грузовых автомобилей грузоподъемностью 10 т и вместимостью до 20 единиц продукции (Products).

5. Продукция (Products). В исследовании в качестве единицы доставляемой партии грузов (в штуках) условно принят транспортный пакет. Его линейные параметры: высота в пределах 1 600–2 000 мм, размеры основания 1 200 × 800 мм. Объемно-массовые характеристики грузов в пакете приняты в соответствии с работами авторов [9] и составляют: 1,1–1,6 м³/т – для строительных материалов и промышленного сырья; 2,1–2,7 м³/т – для комплектующих и потребительских товаров, в числе которых продовольственные нескоропортящиеся; около 3,8 м³/т – для остальных товаров народного потребления и экспресс-отправок.

6. Спрос (Demand). Эта группа параметров учитывает, как именно модель составит комбинации партий грузов в одно ТС с конкретной вместимостью исходя из параметров спроса (заказов) магазинов на поставки [10]. Это означает, что на *консолидацию* партий грузов влияет количество продукции (*Quantity*) и интервал заказа (*Order interval*) за какой-либо период (*Periodic demand*).

Требуемые исходные данные реальных промышленных и торговых предприятий, безусловно, являются также коммерческой тайной. Поэтому четыре сценария организации перевозок смоделированы по трем типовым вариантам спроса (итого выполнено 12 разных ТО-экспериментов).

Отметим, что к конкретному получателю-магазину в рамках одного маршрута транспорт

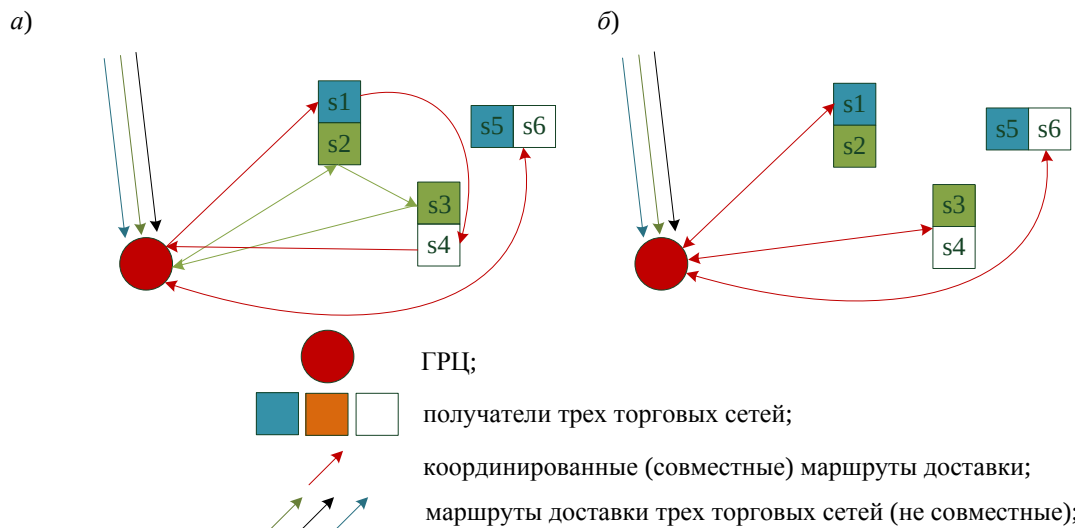


Рис. 3. Графическое сравнение реализации принципа координированного обслуживания:
 а – сценарий 2 (координированное обслуживание четырех клиентов, принадлежащих двум компаниям); б – сценарий 1 (координированное обслуживание двух партий груза одним ТС)

приезжает один раз [5], ситуации повторного заезда исключены. Поэтому в модели интервал заказа (*Order interval*) принят равным одной неделе, чтобы весь спрос клиентов был удовлетворен за раз.

Спрос 1 отражает ситуацию, когда в наборе получателей рассматриваемого района будет основной клиент ГРЦ. Количество доставляемой продукции магазинам этой торговой сети всегда занимает более половины ТС, поэтому консолидировать более двух партий грузов не представляется возможным (уровень консолидации $\phi = 2$ [5, 6]). Соответственно, к «ядру» груза основного клиента может быть добавлена только одна партия другого клиента.

Спрос 2 и 3 – это ситуации с ограничением возможности консолидации грузов исходя из вместимости ТС и параметров спроса. Спрос 2 – когда возможно объединять по две партии, а спрос 3 – по три партии соответственно.

Алгоритм моделирования составлен в виде блок-схемы (рис. 4).

7. Допущения (примечания к алгоритму).

Первое. Модель не учитывает реальные «сложившиеся» места стоянки (парковки) ТС на выгрузке. На практике часто это непосредственно проезжая часть или тротуар, что создает помехи дорожному и пешеходному движению. Модель автоматически определяет точку подъезда ко двору здания по карте через

внутренние проезды. Поэтому в величине протяженности маршрутов доставки учтены пробеги ТС для заезда во двор, данной погрешностью целесообразно пренебречь.

Второе. Модель не учитывает реальную организацию и ограничения (перекрытия, коммунальные аварии) движения по улично-дорожной сети, поэтому иногда общая протяженность маршрутов может быть некорректной: как завышенной, так и заниженной. Такими неточностями пренебрегать нецелесообразно, и необходим анализ построенных маршрутов и ручная корректировка.

На рис. 5, а показан отрисованный в модели маршрут, однако в реальных условиях ТС по нему не представляется возможным проехать из-за наличия реки. Данный маршрут был перестроен по основным улицам района, и его реальная протяженность увеличилась.

Третье. Программа моделирования всегда начинает и замыкает прорисовку маршрутов на объектах распределительных центров (DCs). Из-за этой настройки возможен дополнительный пробег ТС вне границ рассматриваемой области, который не нужно учитывать для формулы (1) по принципам городской логистики [11]. В этом случае целесообразно изменить расположение объектов DCs в сценарии (рис. 5, б – дополнительный разворот; рис. 5, в – разворот исключен за счет смещения иконки объекта в модели).

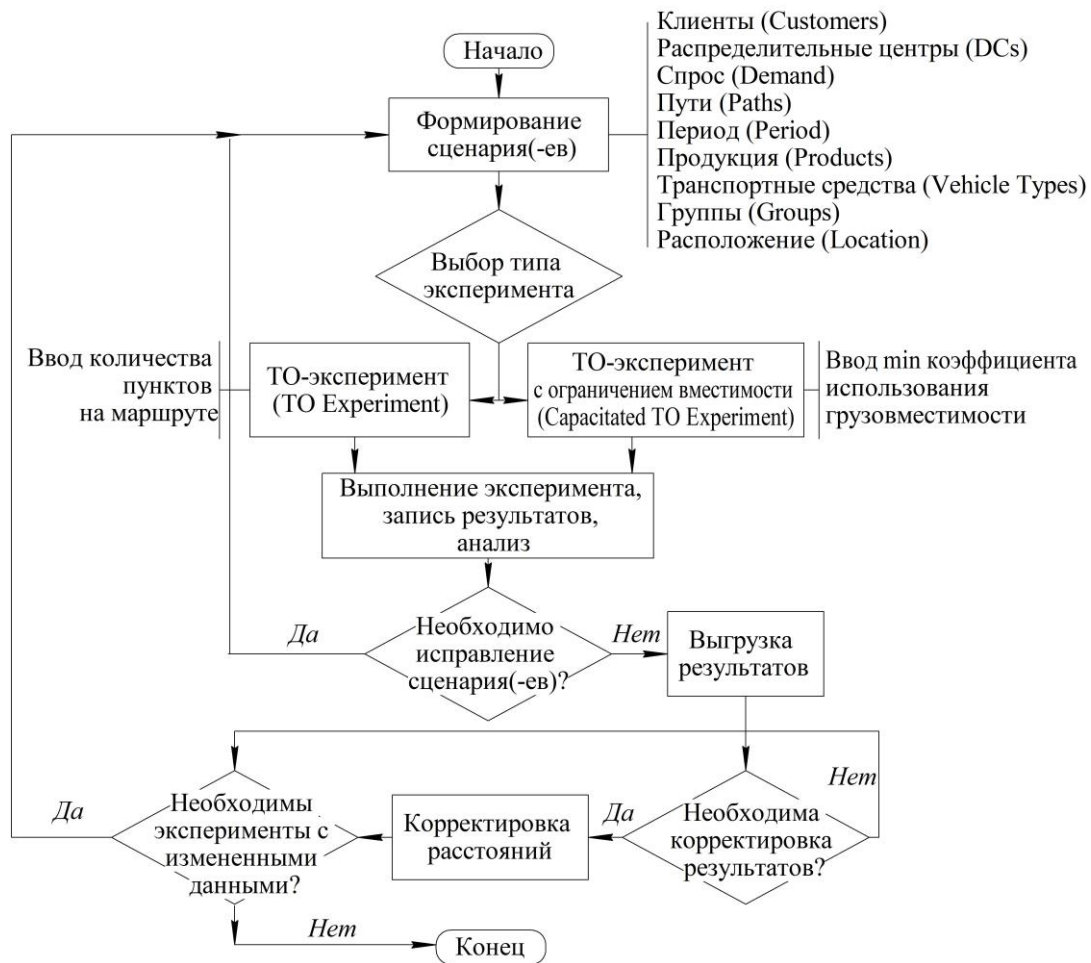


Рис. 4. Алгоритм моделирования

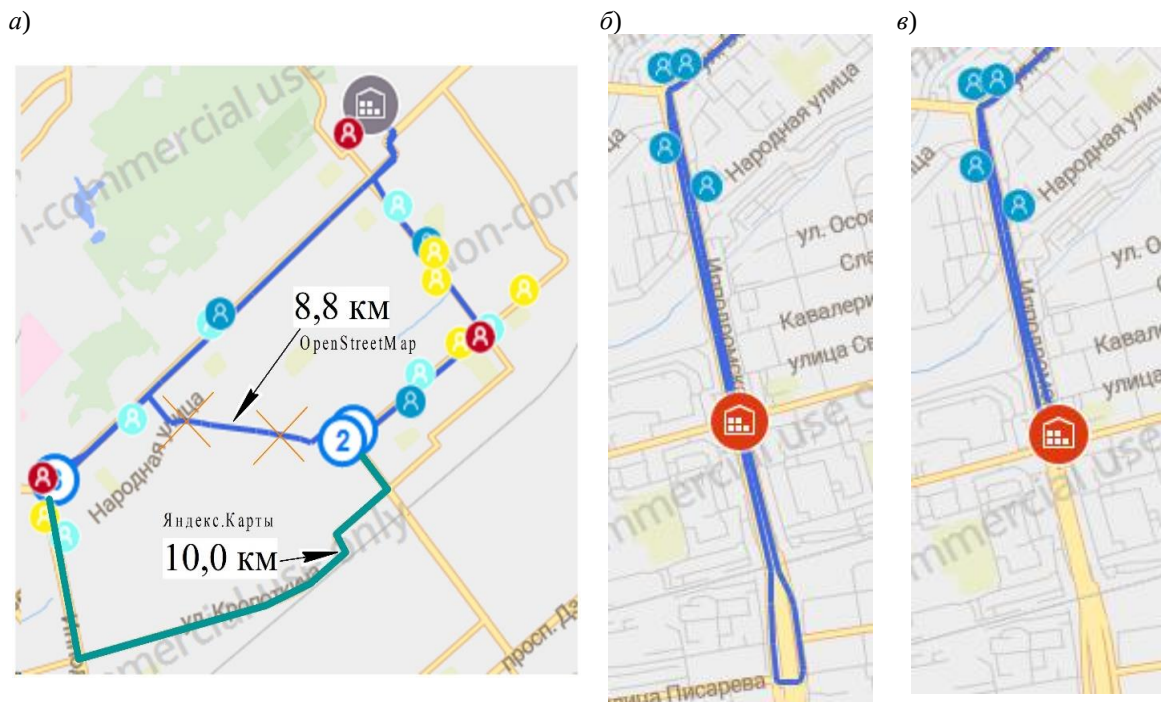


Рис. 5. Примеры результатов работы в программе:

а – перестроенный маршрут; б – до корректировки объекта; в – после корректировки объекта

Результаты исследования

Результаты моделирования: ТО-эксперимент (ТО-Experiment) и ТО-эксперимент с ограничениями (Capacitated TO-Experiment), выводы приведены в обобщенном виде.

Результаты ТО-эксперимента при изменении φ и α (рис. 6) говорят о том, что в целом при увеличении уровня консолидации партий грузов φ любых получателей, даже при разном числе (доле α) клиентов ГРЦ, снижается объем движения грузовых автомобилей в рассматриваемом районе города.

Результаты ТО-эксперимента при изменении α (рис. 7) свидетельствуют о том, что на общий пробег влияет, чьи конкретно грузы *консолидируются*, потому что принадлежность совместно доставляемых партий товаров связана с расположением пунктов доставки на маршруте ТС.

Так, в экспериментах «выключалась» одна торговая сеть магазинов, реализующая доставку самостоятельно, без ГРЦ. При одинаковых параметрах (уровне участия клиентов в

технологии: 14 из 20, $\alpha = 70\%$; объемах спроса на продукцию; вместимости ТС) результат сокращения пробега менялся на 12–16 %.

Результаты ТО-эксперимента с ограничениями (табл. 2) описывают характер влияния работы ГРЦ на критерий оптимизации – общий пробег ТС.

В сценарии 1, когда все получатели обслуживаются *координированно* ГРЦ и нет ограничений *на консолидацию*, общий пробег автомобилей минимален по сравнению с другими сценариями и $R' \rightarrow \min$ по формуле (1).

В сценарии 4 инсорсинга доставки пробег транспорта принял максимальные значения, несмотря на консолидацию партий грузов, принадлежащих одной торговой сети. То есть важно не только, сколько партий грузов доставляется вместе, но и чьи грузы перевозятся в одном ТС. Соответственно, в рамках городской логистики ГРЦ приносит лучший результат, чем собственные распределительные центры компаний.

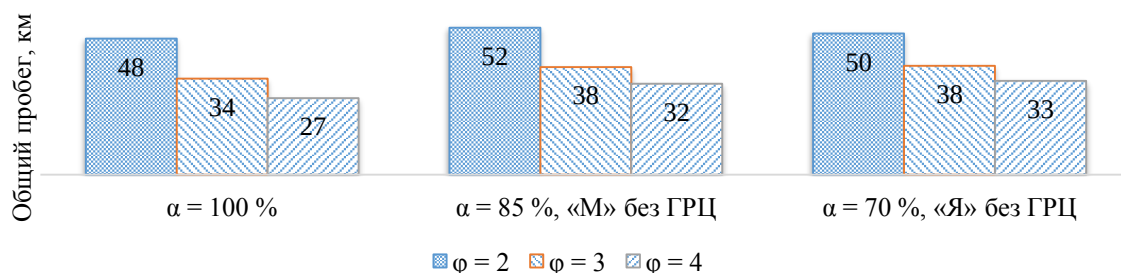


Рис. 6. Результаты ТО-эксперимента при изменении φ и α

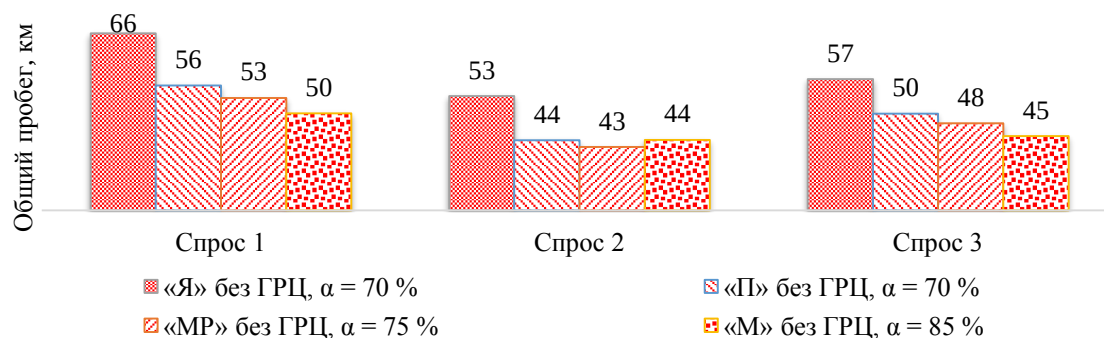


Рис. 7. Результаты ТО-эксперимента при изменении α

Таблица 2

Результаты ТО-эксперимента с ограничениями (Capacitated TO Experiment)

Спрос	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4
1	47 км, $R' = 0,57$	66 км, $R' = 0,80$	66 км, $R' = 0,80$	82 км
2	45 км, $R' = 0,63$	62 км, $R' = 0,86$	57 км, $R' = 0,79$	72 км
3	37 км, $R' = 0,54$	59 км, $R' = 0,87$	53 км, $R' = 0,78$	68 км

В сценарии 2, когда все получатели заключили договоры на обслуживание оператором ГРЦ, но *скоординировать* это обслуживание невозможно (разные режим работы, физико-химические свойства грузов), из-за чего не представляется возможным *консолидировать* все партии грузов, пробег ТС вырос на 40 %, 37 % и 59 % относительно сценария 1 для каждого спроса соответственно. То есть при невозможности *координации* и *консолидации* партий грузов всех получателей результативность ГРЦ уменьшается.

В сценарии 3, когда снизилась лояльность клиентов к ГРЦ (минус 30 %, $\alpha = 70\%$), пробег ТС сопоставим с результатами сценария 2 ($\alpha = 70\%$). Оказалось, что важно не просто вовлекать участников в технологию ГРЦ, как это считается в исследованиях [5, 6], но весьма значимы их одинаковые характеристики, должны совпадать требуемые интервалы заказа и доставки, грузы. В противном случае общий пробег ТС сокращается незначительно. Таким образом, *консолидация без координации* менее результативна и ГРЦ целесообразны для торговых предприятий-магазинов.

Выводы и обсуждение результатов исследования

В статье определены закономерности влияния реализации принципов *координации* и *консолидации* через создание ГРЦ на изменение объема движения грузовых автомобилей, который оценивается величиной их общего пробега.

Для этого разработан алгоритм моделирования в программном обеспечении anyLogistix, которое по умолчанию не учитывает особенности функционирования такого объекта, как ГРЦ. Для существующего района города с учетом ре-

альных данных выполнена апробация модели по разработанному алгоритму.

При выполнении экспериментов достигнут результат максимального снижения общего пробега ТС при *скоординированном* обслуживании получателей оператором ГРЦ. То есть аутсорсинг «последней мили» и наличие ГРЦ позволяют снизить движение ТС в городах.

Консолидация партий грузов разных торговых сетей позволяет достичь большего сокращения пробега ТС за счет наиболее близкого расположения разных получателей по сравнению с объектами одной торговой сети, удаленными друг от друга. То есть принадлежность партий доставляемых грузов оказывает влияние на движение грузовых автомобилей, и в конечном итоге важно, чьи грузы совместно доставляются. На результат также оказывает влияние характер и объемы спроса на грузы, особенности их физико-химических свойств, ограничения по грузопместимости транспорта и режимы работы клиентов.

Результаты исследования применимы к любым условиям реализации перевозок, всем городам мира и их отдельным районам. Алгоритм позволяет с помощью моделирования заранее проверить целесообразность концепции ГРЦ, без капиталоемких и трудоемких издержек. Данные результаты могут использоваться в образовательном процессе для изучения технологии организации логистики распределения.

Направлением будущих исследований автора является моделирование сложных комбинированных сценариев с разнородной (по степени совместимости) структурой грузопотоков и разным уровнем участия клиентов в технологии.

Список источников

1. Псеровская Е. Д., Грефенштейн А. П. Формализация подхода к оценке целесообразности организации городских распределительных центров // Недропользование и транспортные системы. 2023. Т. 13, № 1. С. 4–11. <https://doi.org/10.18503/SMTS-2023-13-1-4-11>.
2. Демин В. А. Методология планирования, организации и управления терминально-складскими комплексами в транспортно-логистических системах : специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Демин Василий Александрович. Москва, 2019. 306 с.
3. Рынок складской недвижимости России : аналитический отчет Knight Frank. 2020. 7 с. URL: https://media.kf.expert/lenta_analytics/0/307/report.pdf (дата обращения: 13.04.2026).
4. Грефенштейн А. П. Обоснование целесообразности создания распределительного центра в условиях взаимодействия разных видов транспорта // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2022. № 1 (60). С. 68–75. DOI 10.52170/1815-9265_2022_60_68.
5. Mepparambath R. M., Cheah L., Courcoubetis C. A theoretical framework to evaluate the traffic impact of urban freight consolidation centres // Transportation Research. 2021. Part E, no. 145. P. 102134.

6. Псеровская Е. Д., Грешенштейн А. П. Оценка эффективности распределительного центра при разных вариантах консолидации грузопотоков // *Транспорт Урала*. 2021. № 3 (70). С. 22–27. DOI 10.20291/1815-9400-2021-3-22-27.
7. Петренева Е. А. Контейнерные перевозки как метод логистического подхода // *Известия Транссиба*. 2024. № 1 (57). С. 105–115.
8. Подолинная С. Д., Король Р. Г. Определение места размещения транспортно-логистического объекта в особых экономико-географических зонах // *Транспорт Урала*. 2024. № 4 (83). С. 69–75. DOI 10.20291/1815-9400-2024-4-69-75.
9. Вакуленко С. П., Колин А. В., Прокофьев М. Н. Новая технология ускоренных грузовых перевозок железнодорожным транспортом // *Транспорт Российской Федерации*. 2014. № 2 (51). С. 47–49.
10. Гришкова Д. Ю., Басманов Д. А. Анализ показателей эффективности использования подвижного состава и транспортных модулей методом «идеальной точки» при контейнерных и контейнерных перевозках // *Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона*. 2023. № 1 (34). С. 58–63.
11. Осинцев Н. А., Рахмангулов А. Н. Устойчивое развитие логистических цепей грузопотоков. Москва : Инфра-М, 2025. 303 с.

References

1. Pserovskaya E. D., Grefenshteyn A. P. An Algorithmic approach to assessing the feasibility of the urban consolidation centers development. *Subsurface Management and Transportation Systems*. 2023;(13):4–11. (In Russ.). <https://doi.org/10.18503/SMTS-2023-13-1-4-11>.
2. Demin V. A. Methodology of planning, organization and management of terminal and warehouse complexes in transport and logistics systems. Specialty 05.22.10 ‘Operation of road transport’: dissertation for the degree of Doctor of Engineering. Moscow; 2019. 306 p. (In Russ.).
3. The Russian warehouse real estate market: analytical report by Knight Frank. 2020. 7 p. (In Russ.). URL: https://media.kf.expert/lenta_analytics/0/307/report.pdf.
4. Grefenshteyn A. P. Justification of urban consolidation centre expediency with interaction transport modes. *The Siberian Transport University Bulletin*. 2022;(60):68–75. (In Russ.). DOI 10.52170/1815-9265_2022_60_68.
5. Mepparambath R. M., Cheah L., Courcoubetis C. A theoretical framework to evaluate the traffic impact of urban freight consolidation centres. *Transportation Research. Part E*. 2021;(145):102134 p.
6. Pserovskaya E. D., Grefenshteyn A. P. The time factor in the situational management of road transport of live poultry. *Transport of the Urals*. 2021;(70):22–27. (In Russ.). DOI 10.20291/1815-9400-2021-3-22-27.
7. Petreneva E. A. Piggyback transportation as a method of logistic approach. *Journal of Transsib Railway Studies*. 2024;(57):105–115. (In Russ.).
8. Podolinnaya S. D., Korol R. G. Determining of location for transport and logistics facility in special economic and geographical zones. *Transport of the Urals*. 2024;(83):69–75. (In Russ.). DOI 10.20291/1815-9400-2024-4-69-75.
9. Vakulenko S. P., Kolin A. V., Prokofyev M. N. New technology for high-speed cargo transportation by rail. *Transport of the Russian Federation*. 2014;(51):47–49. (In Russ.).
10. Grishkova D. Yu., Basmanov D. A. Analysis of the efficiency indicators of rolling stock and transport modules by the ‘ideal point’ method in container and piggyback transportation. *Transport of the Asia-Pacific Region*. 2023;(34):58–63. (In Russ.).
11. Osintsev N. A., Rakhmangulov A. N. Sustainable development of logistics chains of cargo flows. Moscow: INFRA-M; 2025. 303 p. (In Russ.). DOI 10.12737/2133677.

Информация об авторе

А. П. Грешенштейн – кандидат технических наук, доцент кафедры «Логистика, коммерческая работа и подвижной состав» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Information about the author

A. P. Grefenshteyn – Candidate of Engineering, Associate Professor of the Logistics, Commercial Work and Rolling Stock Department, Siberian Transport University.

Статья поступила в редакцию 10.02.2026; одобрена после рецензирования 23.03.2026; принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 10.02.2026; approved after reviewing 23.03.2026; accepted for publication 05.06.2026.