

# Оптимизация месторасположения транспортно-логистических центров на примере Республики Казахстан



*Рамазанова Арай – Казахский университет путей сообщения, Алматы, Республика Казахстан\*.*

Арай РАМАЗАНОВА

Транспортные связи во многом определяют потенциал взаимодействия страны внутри азиатского региона с субъектами рынка за его пределами. При этом транспортное обеспечение отдельных регионов, территорий, стран является сложной комплексной задачей, в основе решения которой лежат подходы к фундаментальным проблемам организации работы транспортной инфраструктуры.

Одной из ключевых задач организации работы транспортной системы Республики Казахстан является определение места расположения элементов её транспортно-логистической инфраструктуры. В настоящее время теоретико-методологические подходы к реше-

нию данной проблемы можно укрупнённо разделить на многокритериальный анализ и координатный (метод гравитации) подход.

Целью данной статьи является анализ возможности применения гравитационного и многокритериального методов для поиска оптимального места размещения транспортно-логистических центров на примере Республики Казахстан.

На их основе предпринята попытка нахождения мест оптимального расположения транспортно-логистических центров в Республике Казахстан. Наглядно показана ограниченность применения метода гравитации без его дополнения методом многокритериального анализа при решении этой задачи.

**Ключевые слова:** транспорт, транспортно-логистический центр, производственный потенциал, промышленность Казахстана, гравитационный метод, многокритериальный метод, координаты размещения инфраструктуры, СЭЗ «Хоргос – Восточные ворота», станция Алтынколь.

\*Информация об авторе:

**Рамазанова Арай** – старший преподаватель кафедры организации движения, управления на транспорте и логистики Казахского университета путей сообщения, Алматы, Республика Казахстан, [ayari.r@mail.ru](mailto:ayari.r@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 22.07.2019, принята к публикации 15.10.2019.

For the English text of the article please see p. 221.

## ВВЕДЕНИЕ

Специфику экономики любого региона характеризуют качество и количество установленных и перспективных для развития транспортных и коммуникационных связей, определяющих потенциал взаимодействия региона с другими субъектами рынка как внутри него, так и за его пределами. Значение и роль этого фактора в современных условиях особенно важны, поскольку именно он определяет интенсивность и эффективность интеграционных процессов, обмена ресурсами, информацией и товарами. Более того, географическое положение региона выступает либо благоприятствующим, либо тормозящим условием развития этих процессов [1].

На сегодняшний день ведущие производственные сферы Республики Казахстан — металлургическая (чёрная и цветная металлургия), нефтехимическая и химическая промышленность, машиностроение и производство стройматериалов. Казахстан экспортирует свою продукцию более чем в 120 стран мира.

Особенностью промышленности Казахстана является её исключительная обеспеченность собственными запасами полезных ископаемых. На территории Республики сосредоточено более 50 % мировых запасов вольфрама, 21 % урана, 23 % хромосодержащих руд, 19 % свинца, 13 % цинка, 10 % меди и железа [2].

По данным «Межгосударственного статистического комитета СНГ» в 2018 году по сравнению с предыдущим годом промышленность Казахстана заметно улучшила свои позиции по нескольким показателям, а именно, по выработке электроэнергии, добыче нефти, природного газа, угля, производству продукции промышленности и сельского хозяйства.

В 2018 году добыча сырой нефти и природного газа в стоимостном выражении увеличилась на 4,8 % по сравнению с предыдущим годом. Кроме того, был отмечен рост стоимости произведённых нефтепродуктов на 8,8 %. В натуральном выражении добыча сырой нефти за год составила 77,5 млн тонн (рост на 6,3 %), газового конденсата — 12,8 млн тонн (сокращение на 3,1 %), а природного газа — 55,5 млрд м<sup>3</sup> (прирост на 5 %). Нефтеперерабатывающие заводы произвели в 2018 году почти 4 млн тонн бензина (при-

рост на 29,8 %), 388,3 тыс. тонн керосина (прирост 29,4 %), 4,6 млн тонн газа (рост на 7,4 %) и 2,9 млн тонн мазута (сокращение на 12,9 %) [2].

Благоприятная обстановка в нефтегазовом секторе положительно повлияла на внешнеторговый оборот Республики Казахстан. За указанный период внешнеторговый оборот вырос на 20,5 % и составил 84,344 млрд долл. США, в том числе экспорт вырос на 26,4 %, что составило 54,673 млрд долл. США, а импорт — на 11,1 % (29,671 млрд долл. США).

Транспортное обеспечение Республики Казахстан является сложной комплексной задачей, в основе которой лежат фундаментальные проблемы организации работы транспортной инфраструктуры. Теме развития транспортных систем регионов и городов посвящено множество трудов отечественных и зарубежных учёных [3–6].

Одной из ключевых задач организации работы транспортных систем Республики Казахстан является определение мест расположения элементов транспортно-логистической инфраструктуры. В настоящее время теоретико-методологические подходы к их размещению можно укрупнённо разделить на многокритериальный анализ и координатный подход. В первом случае выбор наилучшего варианта осуществляется по совокупности рассматриваемых критериев, среди которых могут быть площадь и конфигурация участка под место размещения, степень развитости транспортной инфраструктуры на месте размещения, удалённость от потребителей, стоимость отчуждения земель и т.д. Во втором случае при решении задач размещения ключевое значение имеют аргументы геометрического характера (координаты). Данные подходы позволяют добиться высокого уровня точности исследования при их комбинировании на различных этапах решения задачи. Метод гравитации позволяет осуществить выбор наиболее предпочтительного региона на макроуровне решения задачи, а многокритериальный — осуществить выбор конкретной локации размещения элемента в рассматриваемом регионе.

Вопросу оптимального размещения логистических центров с применением различных методов посвящено множество трудов, например [5–8]. К примеру, А. Г. Ки-



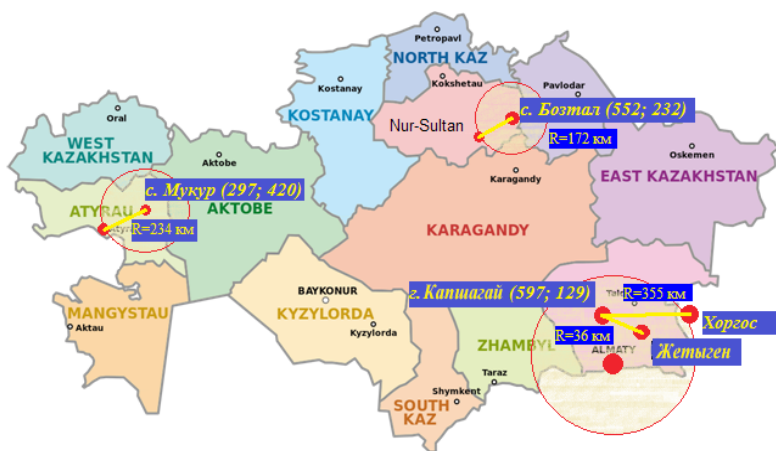


Рис. 1. Промышленная карта Республики Казахстан.

риллова в своей работе [5] для поиска координат размещения контейнерных терминалов учитывала плотность контейнеропотоков, применяя метод «центр масс». Координаты центра масс находятся в таком случае с помощью интегралов. Точно также предполагается разумным в области  $D$  искать оптимальное расположение логистического центра с помощью интегральных формул (1)–(3):

$$x_0 = \frac{1}{M} \int_D xr(x, y) dx dy, \quad (1)$$

$$y_0 = \frac{1}{M} \int_D yr(x, y) dx dy, \quad (2)$$

где  $D$  «плотность контейнерных перевозок»,  
а  $M = \int_D r(x, y) dx dy.$  (3)

Работа Г. И. Просветова [8] также посвящена решению задачи поиска места размещения логистических центров. Автор с помощью метода гравитации на координатной плоскости  $OXY$  определил расположение транспортной инфраструктуры относительно объёма поставки по нижеуказанным формулам (4; 5):

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (4)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (5)$$

где  $w_i$  – объём поставки продукции;  
 $x_i, y_i$  – координаты объектов.

Преимущество данного метода заключается в оперативном получении результатов,

но при размещении транспортной инфраструктуры на микроуровне результаты вполне могут оказаться не практичными.

Целью данной статьи является анализ возможности применения гравитационного и многокритериального методов для поиска оптимального места размещения транспортно-логистических центров на примере Республики Казахстан.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ промышленного потенциала регионов Республики Казахстан позволяет условно разделить её на три производственных кластера, изображённых на рис. 1. Для определения центров тяготения грузопотоков изучим каждый из этих кластеров на предмет определения востребованности транспортного обеспечения в них. Под основными потребителями транспортных услуг будем понимать населённые пункты и промышленные предприятия. В качестве исходных данных будем оперировать численностью населения, количеством крупных предприятий в рассматриваемых регионах и координатной характеристикой рассматриваемых объектов. Данные характеристики напрямую отражают востребованность транспортной продукции в регионе.

Крупные промышленные центры Республики Казахстан расположены в основном в северных и северо-восточных областях. Отображённые координаты предполагаемого месторасположения транспортно-логистического центра (далее ТЛЦ) получены методом гравитации по кластерам (табл. 1). Основными исходными данными послужили статистические дан-

Результаты, полученные методом гравитации

Кластер	Полученные результаты	Название населённого пункта
1-кластер	597; 129	Капшагай
2-кластер	552; 232	Бозтал
3-кластер	297; 420	Мукур

ные предприятий Республики Казахстан с численностью работников не менее 500 чел., а также данные транспортной активности и плотности населения городов.

В первом кластере предполагаемое место расположения транспортно-логистического объекта находится на границе Алматинской и Жамбылской областей Республики, на расстоянии 77,5 км от города Алматы и 562,1 км от города Тараз в Южной части Казахстана – в городе Капшагай (с координатами 597; 129) Алматинской области (рис. 1).

Алматинская область является крупным промышленным и аграрным регионом Республики Казахстан. Кроме того, в области развиты машиностроение и металлообработка, к которым относятся расположенные здесь станкостроительный завод, завод тяжёлого машиностроения, заводы, выпускающие запасные части для нефтегазового оборудования, а также автомобильные и сельскохозяйственные машины. Наряду с вышеперечисленными сферами отраслей в регионе успешно развиваются мебельная, полиграфическая, фармацевтическая и пищевая промышленности. Население Алматинской области на 1 декабря 2018 года составляло более 2 млн чел. В проекте постановления правительства «Об утверждении долгосрочного плана формирования Алматинской агломерации до 2030 года» (далее план Алматы) планируется увеличить его численность до 5 млн чел. Одной из задач плана является развитие транспортной и логистической инфраструктуры региона.

Город Капшагай расположен в Алматинской области, население более 61 600 чел. Автомобильные и железнодорожные магистрали соединяют этот город с Китаем, Россией и странами Средней Азии. Имеющийся в области речной порт даёт возможность пассажирским судам и грузовым баржам осуществлять рейсы в КНР. Как железнодорожный узел по назначению и характеру выполняемой работы, Капшагай является станцией пятого класса.

Полученные методом гравитации результаты (597; 129) (рис. 1) не являются вполне удовлетворительными, так как данный метод является субоптимальным и не учитывает такие важные критерии, как степень развития транспортной инфраструктуры, численность населения, территориальное развитие, развитие производственных предприятий, наличие узловых станций, возможность обслуживания нескольких видов транспорта и т.д. Для их учёта с целью корректировки полученного ранее результата следует применить метод многокритериального анализа. В связи с этим, в рамках данного кластера рассмотрим варианты оптимального размещения ТЛЦ в Алматинской области. Отметим, что данные объекты расположены в радиусе не более 355 км от полученных методом гравитации координат.

1. Станция Жетыген расположена в радиусе 36 км от города Капшагай. По назначению и характеру выполняемой работы является узловой станцией (для линий Жетыген–Алматы, Жетыген–Алтынколь, Жетыген–Уштобе) четвертого класса, имеет восемь приёмоотправочных путей, из которых два пути работают по направлению Алтынколь. Станция играет особую роль в увеличении пропускной способности железнодорожной сети Казахстана и является одной из ключевых станций «моста», соединяющего Европу и Азию.

Согласно плану Алматы, для увеличения пропускной способности и пропуска транзитных поездов к 2021 году планируется построить обходную железнодорожную линию «Жетыген–Казыбек-Бек» (5 перегонов по 15 км, 4 отдельных пункта, 2 станции, 2 разъезда и 3–4 приёмоотправочных пути длиной 1050 м) в обход узловой станции Алматы-1. По данному плану также предполагается в 2021–2024 гг. строительство линии BRT (Bus Rapid Transit – скоростной автобусный маршрут) с последующим переводом в линию легкорельсового транспорта (LRT) от проектируемого авто-





вокзала «Северный» в северном направлении вдоль автомобильной дороги областного значения «Алматы—Жетыген—Капшагайское водохранилище», связывающей город-центр агломерации с населёнными пунктами Илийского (поселок Отеген-батыр, станцию и село Жетыген с выходом на город Капшагай) и Талгарского (село Жаналык) районов [9]. Данная локация наиболее подходит для размещения транспортно-логистического центра, поскольку именно через станцию Жетыген проходят транзитные потоки в Европу.

2. Свободная экономическая зона «Хоргос – Восточные ворота» расположена в радиусе 355 км от города Капшагай. Один из важных крупных промышленных проектов в реализации комплексного плана формирования транспортно-логистической системы Республики Казахстан – СЭЗ «Хоргос – Восточные ворота» (далее СЭЗ «Хоргос»), которая включает в себя «Международный центр приграничного сотрудничества «Хоргос» (МЦПС «Хоргос»). Общая площадь СЭЗ «Хоргос» 5740 га, она состоит из трёх зон:

I – сухой порт (129 га);

II – логистическая зона (225 га);

III – промышленная зона (225 га) расположена в Панфиловском районе Алматинской области на казахско-китайской границе.

Все три зоны связывает автомобильная магистраль «Западная Европа—Западный Китай» общей протяжённостью 8445 км, из которых 2787 км проходят по территории Республики Казахстан. Данный коридор играет важную роль в повышении транзитного потенциала всего Евразийского региона, сокращая время доставки товаров из Китая в Европу и являясь одним из первых важных проектов в возрождении «Нового шёлкового пути». На территории сухого порта СЭЗ «Хоргос» расположена приграничная станция Алтынколь. По характеру работы относится к внеклассной станции. Протяжённость пути от ст. Жетыген до ст. Алтынколь – 293 км. Для выполнения всего комплекса работ по перевозкам на станции имеются три приёмоотправочных парка, соединительные пути, три перегрузочных места, вытяжные пути и подъездные пути. Основной работой станции Алтынколь является перевалка контейнеров с широкой (1520 мм) колеи на узкую (1435 мм) и наобо-

рот. На сегодняшний день перерабатывающая способность станции составляет более 1889 ДФЭ – в среднем 37 поездов в сутки, в год около 14000 поездов. Предусмотрено проведение работ, которые существенно ускорят формирование и расформирование прибывающих и отправляемых поездов и послужат беспрепятственному приёму и отправлению поездов на станции Алтынколь:

- строительство немеханизированной горки малой мощности и 12 путей горочного парка «Г» колеи 1520 мм;

- строительство предгорочного парка с 5 путями по колее 1520 мм, дополнительно не менее 5 приёмоотправочных путей по колее 1435 мм;

- строительство тупика для отстоя пассажирских вагонов, что создаст благоприятные условия, за счёт высвобождения станционных путей для производства маневровых работ станции;

- строительство аппарелей, которое даст возможность осуществлять перегруз автотехники;

- строительство повышенного пути для погрузки и выгрузки местных грузов агропромышленного комплекса (кукуруза, патока, крахмал и т.д.), а также угля.

СЭЗ «Хоргос» имеет важное значение для наращивания транспортно-транзитного потенциала Республики Казахстан. Железнодорожная и автомобильная магистрали на территории СЭЗ «Хоргос» важны и для реализации глобальной концепции «Новый шёлковый путь». Выгодное местоположение СЭЗ «Хоргос», наличие нескольких зон, приграничной станции, где ведутся работы по перевалке грузов с узкой колеи на широкую, возможность применения инновационных технологий, создание производственных предприятий (машиностроение, пищевая, химическая и лёгкая промышленность), упрощение таможенных процедур, введение принципа «одного окна», развитие интермодальных и мультимодальных перевозок, возможность выхода на морские порты «Ақтау» и «Курык» являются приоритетным фактором. Также на территории СЭЗ «Хоргос» осуществляется строительство крупного ТЛЦ класса «А» – «Verona Capital», который занимает 9,5 га. На территории ТЛЦ запланировано строительство сухих складов площадью 24 694 м<sup>2</sup> и складов с регулируе-

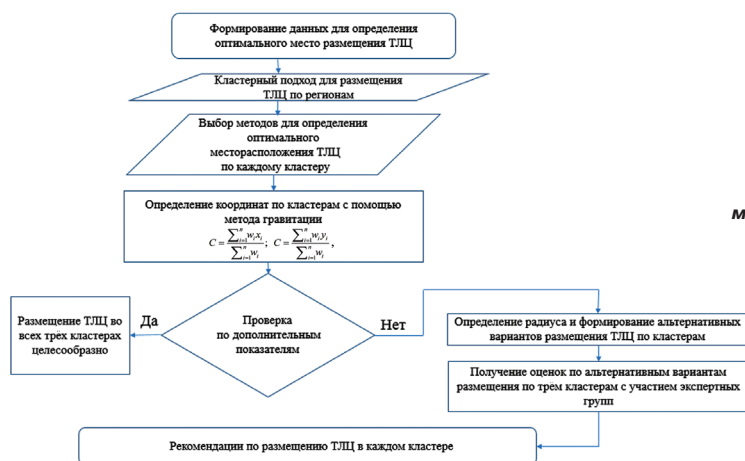


Рис. 2. Алгоритм поиска оптимального месторасположения ТЛЦ.

мым температурным режимом площадью 14 516 м<sup>2</sup>.

Города в северной и центральной части страны включены во второй кластер (рис. 1). В рассматриваемой части Республики Казахстан предполагаемое место размещения ТЛЦ методом гравитации – Ерейментауский район, село Бозтал (с координатами 552; 232), расположенное в Акмолинской области на расстоянии 169 км от города Нур-Султан, с населением около 5 тыс. чел. Как показывают результаты анализа в отношении данного кластера, учитывая малую численность населения, отсутствие железнодорожной станции и изношенность автомобильных дорог, размещение ТЛЦ в селе Бозтал нецелесообразно.

Ввиду этого предлагаем рассмотреть город Нур-Султан, который расположен в радиусе 172 км от села Бозтал, так как комбинация методов дает возможность поиска оптимального варианта размещения ТЛЦ в данном кластере. В рамках государственной программы «Нурлы жол» с 2015 года в Акмолинской области в 12 км от города Нур-Султан функционирует ТЛЦ класса «А+», первый в стране, площадью около 40000 м<sup>2</sup>, с грузовым контейнерным терминалом на 7 га, с удобной транспортной автожелезнодорожной развязкой, наличием подъездного пути протяженностью 5 км. Складские комплексы, где функционируют сухой и климатические склады, оборудованы с учётом инновационных технологий. Преимуществом складских комплексов являются: способность обработать более 300 000 т грузов в год, пропускная способность погрузочно-разгрузочной зоны составляет около

1000 паллет в день, вместимость контейнерного терминала до 4000 крупнотоннажных контейнеров (возможность обработки более 1 000 000 тонн груза в год). Помимо вышеперечисленного, центр включает зоны таможенного контроля и дистрибьюторский центр. ТЛЦ расположен вдоль республиканской магистрали Нур-Султан–Караганда недалеко от железнодорожной станции Сороковая (1,6 км). Станция Сороковая по характеру работы является участковой и относится к первому классу. Количество путей на станции – 20, имеется один приёмоотправочный парк. Грузооборот станции за 4 месяца 2018 года составил около 3000 вагонов.

В третьем кластере предполагаемым местом для размещения ТЛЦ методом гравитации определен сельский округ Мукур (с координатами 297; 420) (рис. 1) в Кызылкогинском районе Атырауской области (Атырауская область расположена на западе страны и извне граничит с Астраханской областью России). Ведущие отрасли области – топливная, химическая и рыбная промышленности. Область как нефтяной регион Республики Казахстан занимает третье место в стране по объёму ВРП и первое место по показателю ВРП на душу населения. По данным министерства национальной экономики Республики Казахстан в 2018 году, благодаря увеличению объёмов добычи сырой нефти, индекс промышленного производства составил на 23,8 % больше по сравнению с аналогичным периодом 2017 года.

Село Мукур расположено в 235 км от областного центра. Население села около 7 тыс. чел. Мукур относится к промежуточной станций четвертого класса, имеет



4 приёмотправочных пути. Автомобильная дорога, соединяющая село с областным центром, находится в неудовлетворительном состоянии. Учитывая изношенность автомобильной дороги и железнодорожной линии, малую численность населения, размещать ТЛЦ на территории села Мукур нецелесообразно. И в данном кластере применение метода гравитации не дало положительных практических результатов для размещения ТЛЦ.

Исходя из полученных результатов, в данном кластере, как и предыдущих, практически использовать комбинацию метода гравитации и многокритериального анализа для определения места размещения ТЛЦ (рис. 2). В данном случае по тем же критериям, которые учитывались для первого и второго кластеров, предполагаемым местом для размещения ТЛЦ будет город Атырау, расположенный в радиусе 234 км от села Мукур.

По данным переписи населения в 2018 году численность населения города составила 268 840 чел. Станция Атырау по характеру работы является участковой и относится к первому классу. На станции имеется 9 приёмотправочных путей, 2 парка (сортировочный и приёмотправочный), сортировочный парк состоит из 6 путей, имеется 13 подъездных путей. По территории проходит транзитный коридор Атырау—Астрахань, позволяющий осуществлять пропуск автотранспорта с нагрузкой 13 тонн на ось, протяжённостью 366 км. Перевозка грузов по автомагистрали идёт в черноморские порты, на Кавказ, а дальше в Европу, также коридор является частью пути «Западная Европа—Западный Китай». К 2020 году планируется увеличить доходы от транзитных перевозок до 5 млрд долл. США в год, в связи с этим возникает потребность в складских помещениях площадью около 3 млн м<sup>2</sup>.

## ВЫВОДЫ

Исходя из вышеизложенного, при строительстве ТЛЦ в регионах Республики Казахстан необходимо учитывать такие важные аспекты, как степень развитости транспортной и сервисной инфраструктуры и транспортного обеспечения, плотность населения, перемещение экспортных грузов, пропускную способность станции (приграничных станций) и т.д.

Анализируя полученные данные по трём кластерам, можно сделать вывод, что использование метода гравитации позволяет достаточно оперативно получить укрупнённый приемлемый результат на макроуровне, который в дальнейшем может подвергаться определённой корректировке. Спецификой применения метода гравитации является тот факт, что результаты не учитывают в полной мере дополнительные показатели, такие, как территориальное развитие, объём потребления транспортной продукции, степень развития транспортной инфраструктуры и т.д. В частности, ни одна из найденных локаций по трём кластерам не может быть однозначно использована для размещения ТЛЦ, так как находится на значительном удалении от всех рассматриваемых потребителей транспортных услуг.

Более точный результат может быть получен при корректировке и использовании метода многокритериального анализа для всех трёх кластеров.

Таким образом, для фактического применения определения оптимального месторасположения ТЛЦ рекомендуется использовать комбинацию методов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сухова Л. Ф. Региональный аспект оценки эффективности производственной инфраструктуры (в порядке вопроса). — Алматы, 2003. — С. 56–63.
2. Промышленность Казахстана. [Электронный ресурс]: <http://www.webeconomy.ru/index.php?page=cat&cat=mc&mc=164&type=news&newsid=1471>. Доступ 20.04.2019.
3. Рахмангулов А. Н. Методологические основы организации функционирования железнодорожных промышленных транспортно-технологических систем / Дис... док. техн. наук. — М., 2013. — 373 с.
4. Багинова В. В. Теоретико-концептуальные основы организации региональной транспортной системы (на примере Республики Бурятия) / Дис... док. техн. наук. — М., 2004. — 295 с.
5. Кириллова А. Г. Методология организации контейнерных и контрейлерных перевозок в мультимодальных автомобильно-железнодорожных сообщениях / Дис... док. техн. наук. — М., 2010. — 335 с.
6. Кузьмин Д. В. Организация региональной сети контрейлерных терминалов / Дис... канд. техн. наук. — М., 2015. — 166 с.
7. Багинов А. В. Современные подходы к размещению объектов транспортно-логистической инфраструктуры // Мир транспорта. — 2018. — № 3. — С. 166–177.
8. Просветов Г. И. Математические методы в логистике. Задачи и решения. — 2-е изд., доп. — М.: Альфа-Пресс, 2009. — 304 с.
9. План мероприятий на 2018–2024 годы по реализации Долгосрочного плана формирования Алматинской агломерации до 2030 года. [Электронный ресурс]: <https://pandia.ru/text/80/688/33173.php>. Доступ 20.04.2019. ●