

A MULTIMODAL TRANSPORTATION NETWORK
BETWEEN CHINA AND EUROPE

Mariana Brás de Moura Duarte Miranda

Thesis Dissertation submitted as a partial requirement to obtain the Master of Services
and Technologies Management Degree

Advisor:

Professora Doutora Ana Catarina de Carvalho Nunes, Prof. Auxiliar, ISCTE Business
School, Departamento de Métodos Quantitativos para Gestão e Economia

Co-Advisor:

Professora Anabela Ribeiro Dias da Costa, Prof. Auxiliar, ISCTE Business School,
Departamento de Métodos Quantitativos para Gestão e Economia

October 2019

МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ МЕЖДУ КИТАЕМ И ЕВРОПОЙ

A MULTIMODAL TRANSPORTATION NETWORK BETWEEN CHINA AND EUROPE

Сигнальный перевод 2021 г. Куприяновский В.П. v.kupriyanovsky@rut.digital

“Lombada”

**A MULTIMODAL TRANSPORTATION NETWORK
BETWEEN CHINA AND EUROPE**

Mariana Brás de Moura Duarte Miranda

Thesis Dissertation submitted as a partial requirement to obtain the Master of Services
and Technologies Management Degree

Advisor:

Professora Doutora Ana Catarina de Carvalho Nunes, Prof. Auxiliar, ISCTE Business
School, Departamento de Métodos Quantitativos para Gestão e Economia

Co-Advisor:

Professora Anabela Ribeiro Dias da Costa, Prof. Auxiliar, ISCTE Business School,
Departamento de Métodos Quantitativos para Gestão e Economia

October 2019

Аннотация

Организации и рынки, на которых они действуют, постоянно меняются, поэтому компании должны вводить новшества и адаптироваться к требованиям рынка, иначе они устареют и потеряют свое место. Постоянные инновации и улучшения необходимы в любом бизнесе.

Настоящее исследование основано на мультимодальных сетевых перевозках, где проводится анализ документов и проводится исследование транспортных соединений, способов транспортировки, продолжительности, стоимости и потенциальных городов отправления и прибытия.

Мультимодальная сеть между Чунцином и Лондоном построена на основе информации, полученной от других экспедиторов. Для проектирования этой сети использованная методология основана на модели с расширенным временем.

Исследования и результаты показывают, что на основе тщательного исследования можно найти информацию о мультимодальных сетях для их создания. На основе методологии модели с расширенным временем сеть будет создана с использованием информации из некоторых статей, а также на основе некоторых предположений. Кроме того, возможные решения представлены в пределах каждого заданного времени выполнения заказа, что позволяет сети представить несколько возможных соединений для перехода от источника к месту назначения в течение этого времени. Отсюда можно определить наиболее эффективный путь.

Этот тезис обеспечивает надежную сеть с широким спектром важной информации о стоимости, продолжительности и еженедельной частоте для различных видов транспорта. Сетевая методология позволяет адаптировать ее к другому случаю, она гибкая и может быть более сложной.

Ключевые слова: мультимодальная сеть, время выполнения, оптимальное решение по стоимости, соединения.

Index

Acknowledgements.....	i
Abstract.....	ii
Resumo.....	iv
Index.....	vi
1. Introduction.....	1
1.1 Contextualization.....	2
1.2 Objectives.....	3
1.3 Relevance of the study.....	4
1.4 Methodology.....	4
1.5 Project Structure.....	5
2. Literature Review.....	7
2.1 Supply Chain Management.....	7
2.2 Freight Transportation.....	8
2.3 Multimodal Transportation.....	8
2.4 Similar Studies.....	9
2.5 China's Flows Routes.....	11
2.5.1 Belt and Road Initiative.....	11
2.5.2 The Yangtze River.....	13
2.6 Time-Dependent Method.....	13
3. Research.....	15
3.1 Introduction.....	15
3.2 Origin and Destination.....	15
3.2.1 Chongqing Port.....	15
3.2.2 Shanghai Port.....	16
3.2.3 Shenzhen – Yantian Port.....	17
3.2.4 Rotterdam Port.....	17
3.2.5 Duisburg.....	17
3.2.6 London Port.....	18
4. Network Construction Methodology.....	19
4.1 Methodology.....	19
4.2 Network Information.....	21
4.3 Explanatory Network.....	25
4.3.1 Network Construction.....	26
4.3.2 Example Network.....	29
4.3.3 Example 1: Transfer Time.....	30

4.3.4	Example 2: Lead Time (Same Connection).....	32
4.3.5	Example 3: Shortest-Path.....	33
4.3.6	Example 4: Lead Time (different connections).....	34
4.3.7	Example 5: Cheapest Connection.....	35
4.4	Schedules Methodology	36
4.5	Specific Cases on the Chongqing-London Network.....	37
4.5.1	Cheapest Connection.....	38
4.5.2	Most Expensive Connection.....	38
4.5.3	Shortest Connection	39
4.6	Process Explanation.....	40
5.	Freight Orders	43
5.1	Lead Time 15 days.....	43
5.2	Shortest Lead Time Possible – 7 Days	43
6.	Conclusions.....	47
6.1	Main Conclusions	47
6.2	Limitations.....	48
6.3	Future Research.....	49
7.	Bibliography	51
8.	Appendix.....	57
	Appendix A. Connection 1 From the Paper.....	57
	Appendix B. Connection 2 From the Paper.....	57
	Appendix C. Connection 3 From the Paper.....	58
	Appendix D. Connection 4 From the Paper.....	58
	Appendix E. Connection 5 From the Paper	58
	Appendix F. Connection 6 From the Paper	59
	Appendix G. Connection 7 From the Paper.....	59
	Appendix H. Connections between Chongqing and London	60
	Appendix I. Information to Build the Optimal Solution - Connections	61
	Appendix J. Information to Build the Optimal Solution - Dimensions	61
	Appendix K. Information to Build the Optimal Solution - Locations	62
	Appendix L. Information to Build the Optimal Solution – Modes of Transport	62
	Appendix M. Information to Build the Optimal Solution – Shortest Duration.....	62
	Appendix N. Decision-Support Tool Results For a 15 Days Lead Time	63
	Appendix O. Decision-Support Tool Results For a 7 Days Lead Time	67

Index of figures

Figure 1. Belt and Road Initiative Routes	2
Figure 2. Imports, Exports and Trade Balance in Goods Between the European Union (EU) and China	4
Figure 3. The Yangtze River and the 40 Cities Along	13
Figure 4. Time-Dependent Model Graph.	14
Figure 5. Container Throughput Growth at Shanghai Port Between 1990 and 2000	16
Figure 6. Top 10 Major Ports by Tonnage	18
Figure 7. Time-Expanded Model Graph	19
Figure 8. Simple Time-Expanded Model	20
Figure 9. Realistic Time-Expanded Model	20
Figure 10. Multimodal Network between Chongqing and London and its Durations	24
Figure 11. Network Example	25
Figure 12. Network Nodes	27
Figure 13. Example of Node A Connections, Arrivals and Departures	28
Figure 14. Connections A-B-D Through Sea and Road	31
Figure 15. Connections A-C-D Through Air	31
Figure 16. Connections A-B-C Through Sea and Road	32
Figure 17. Shortest Path Routes	34
Figure 18. Solutions for 11 Days Lead Time	34
Figure 19. Route A-B-D Through Sea	35
Figure 20. Connections C-A-R-L Through Sea	38
Figure 21. Connections C-R-L Through Air	38
Figure 22. Connections C-R-L Through Air and Sea	39
Figure 23. Connections C-R-L Through Air and Road	39
Figure 24. Solution for 15 Days Lead Time	43
Figure 25. Shortest and Cheapest Route	44
Figure 26. Simplified Network between Chongqing and London	44
Figure 27. Solution for 40 Days Lead Time	45

Index of Tables

Table 1. Information on Chongqing-London Network.....	22
Table 2. Example Network with Schedule, Duration, Costs and Weekly Frequency	26

Abbreviations

EU – European Union

TEU – Twenty-foot Equivalent Unit

UK – United Kingdom

UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development

VBA - Visual Basic for Applications

1. Введение

Эта работа будет сосредоточена на построении мультимодальной сети между Китаем и Европой. Это развитие будет основано на информации о мультимодальных перевозках и построении мультимодальной сети с учетом четырех видов перевозок: автомобильного, железнодорожного, воздушного, морского. Мультимодальные перевозки подразумевают использование двух или более транспортных средств для перевозки товаров из пункта отправления в пункт назначения (UNCTAD, 1981). Это также наиболее эффективный метод международных перевозок, поскольку он приводит к оптимизации затрат и эффективности цепочки поставок (Harris et al., 2015). Мультимодальные перевозки также определяются как «несколько фиксированных регулярных транспортных услуг» (Dib et al., 2017).

Однако, когда дело доходит до выбора идеального вида транспорта для оказания услуги, у клиента есть набор факторов, которые будут влиять на этот выбор. Среди них наиболее ценными считаются стоимость, качество транспортировки, надежность и время транспортировки (Flodén et al., 2017).

В этом исследовании будут рассмотрены несколько мультимодальных режимов, а также их стоимость и продолжительность, с учетом потребностей покупателей в предоставлении лучших услуг с оптимальной стоимостью и в течение ожидаемых дней. Хотя в большинстве найденных исследований есть примеры мультимодальных транспортных маршрутов и рассматриваются затраты и расстояния между местоположениями, они не рассматривают дилемму, сформулированную в этом тезисе, которая заключается в представлении различных существующих решений в течение заданного времени выполнения заказа, а оттуда, выбрано наиболее экономичное транспортное решение. Стоимость, скорость, надежность и гибкость. Успех в доставке товаров будет определять степень удовлетворенности клиентов (UNCTAD, 2003).

Что отличает найденную литературу от сети, разработанной в этом тезисе, так это то, что построенная сеть будет основана на мультимодальной транспортной сети с учетом стоимости различных видов транспорта, графиков и ограничений каждого из них, а также временных окон, касающихся поставки. Наиболее важным отличием здесь является то, что решение будет зависеть от указанного времени выполнения заказа.

Используя методологию построения сети, можно представить все возможные пути в пределах установленного времени выполнения заказа, и среди этих вариантов будет выбран наиболее экономичный. Сама сеть и данные внутри, местоположения, режимы

используемые и соединения также являются важной информацией, поскольку они являются основой каждой доставленной сети.

Чтобы сделать более конкретный анализ, этот тезис будет сосредоточен на различных транспортных средствах, которые существуют между Китаем и Европой, и всех их ограничениях, от графиков до сроков доставки и наилучших вариантов транспортировки.

Эта тема была предложена португальской компанией Wide Scope, занимающейся маршрутизацией и планированием, которая с помощью математики, искусственного интеллекта и информационных технологий находит способ восполнить пробел на рынке за счет оптимизации цепочек поставок. Его цель - создать оптимизированные маршруты и определить графики доставки до установленного срока за счет оптимизации производства (Wide Scope, 2012).

1.1 Контекстуализация

В 2013 году президент Китая Си Цзиньпин объявил о своем желании вернуть шелковые пути, построив Экономический пояс Шелкового пути и Морской Шелковый путь 21 века, известный как Инициатива «Один пояс, один путь». Однако при разработке этой инициативы Китай столкнется с некоторыми проблемами, в основном из-за различий, существующих между всеми участвующими странами, таких как политические режимы или финансовая жизнеспособность (Huang, 2016). На Рисунке 1 мы видим маршруты, задействованные в Инициативе.

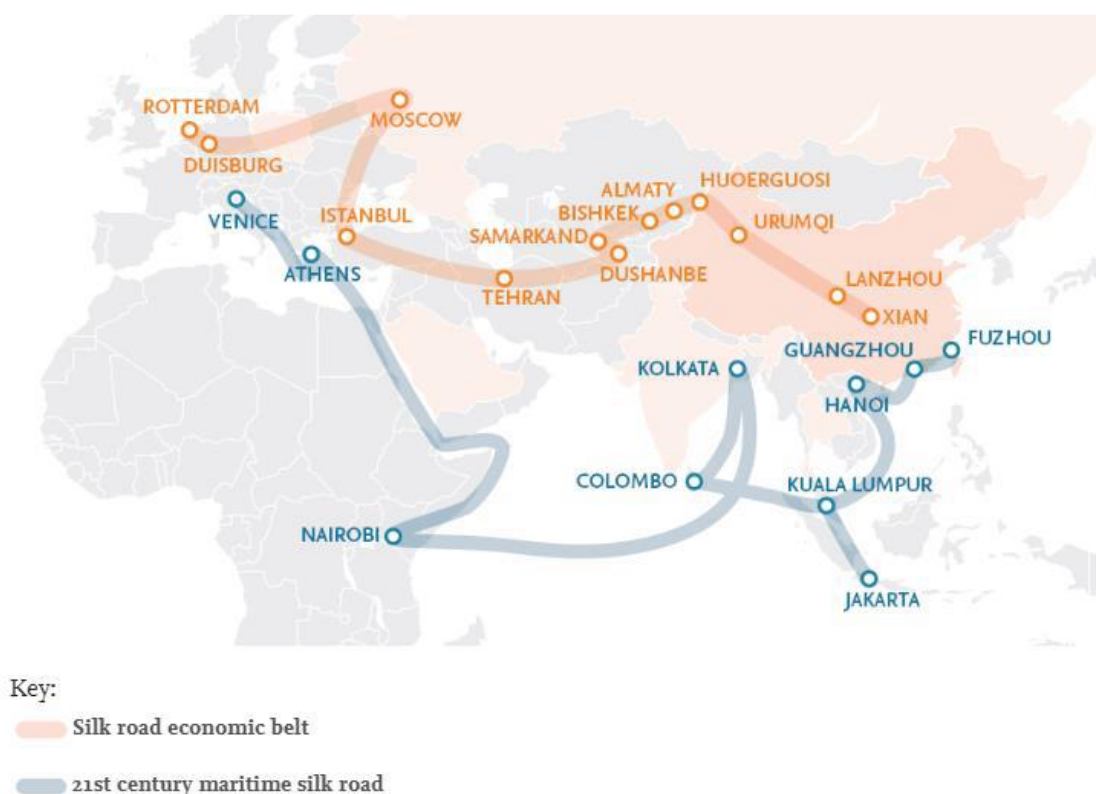


Рис. 1. Маршруты инициативы «Один пояс, один путь» Источник: Ян Эванс, из Scopus с данными из SciVal (2018)

Кроме того, поскольку экономический рост Китая опирается на экспорт и инвестиции, в попытке поддержать и увеличить его, Китай хочет развивать свою инфраструктуру (Huang, 2016).

1.2 Цели

Цель данной диссертации - познакомиться и понять различные типы перевозок, которые связывают Китай с Европой, и создать мультимодальную транспортную сеть, отвечающую нескольким требованиям, таким как стоимость, графики, время выполнения заказа и время перехода. Для этого необходима информация о морских, воздушных, железнодорожных и автомобильных перевозках, в частности, о стоимости и расписании.

Это делается, во-первых, путем сбора информации о связях между различными местами, их продолжительности, стоимости, частоте и виде транспорта, что приводит к исследованию научных работ, а затем к информации, найденной на веб-сайтах грузоотправителей и поставщиков логистических услуг.

Во-вторых, на основе этой информации будет создана динамическая сеть с одним отправлением, Чунцин, и одним конечным пунктом назначения, Лондоном. Эта сеть будет представлять различные варианты, существующие между этими двумя точками, с учетом конкретного времени выполнения заказа и в зависимости от графиков различных видов транспортировки, которые различаются каждый день, оптимизируя ресурсы.

Основными задачами данной диссертации являются:

- Чтобы получить информацию о различных видах транспорта между Китаем и Европой, например о продолжительности, стоимости и еженедельной частоте.
- Создать мультимодальную сеть на основе модели с расширенным временем, позволяющую находить возможные решения для каждого заданного времени выполнения заказа, и отсюда предлагать наиболее доступное решение.

1.3 Актуальность исследования

Актуальность данного исследования касается регионов, входящих в эту сеть, а именно богатых, удачно расположенных и развивающихся городов. На Рисунке 2 мы можем убедиться, что между Европой и Китаем наблюдается рост импорта и экспорта.

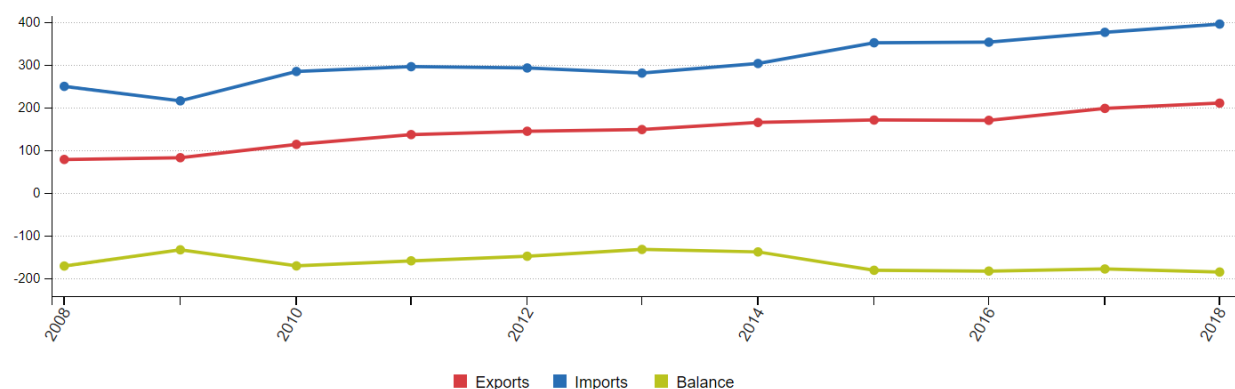


Рисунок 2. Импорт, экспорт и торговый баланс товаров между Европейским союзом (ЕС) и Китаем.

Источник: Евростат (2018).

В 2004 г. Китай считался вторым торговым партнером ЕС-25, а в 2017 г. - крупнейшим партнером по импорту из ЕС (Eurostat, 2018). Китай является одним из крупнейших экспортеров в мире и одной из основных стран, импортирующих Португалию, с предварительной стоимостью 2350,2 млн евро (PORDATA, 2019).

С другой стороны, есть Роттердам, который в 2012 году считался самым загруженным портом по перевалке грузов и входит в десятку крупнейших грузовых портов ЕС28, если рассматривать количество переваленных грузов в тоннах (Eurostat, 2014). Наконец, Лондон является одним из основных портов по объему перевозимых контейнеров (Евростат, 2019).

1.4 Методология

Метод, использованный для завершения этой диссертации, заключался в тщательном и глубоком исследовании темы с целью найти необходимую информацию для развития сети, поскольку цель состоит не только в создании сети, но и в поиске, который ей предшествует. На основе этого исследования данных будет построена сеть.

Этот тезис представляет собой построение сети, которая позволяет формировать данную ситуацию, в данном случае для достижения возможных решений в сети, гарантируя указанное время выполнения заказа. Это вставляет методологию, используемую в категории Design Research, которая использует действия по построению и оценке. Исследования дизайна характеризуются «процессом использования знаний для проектирования и создания полезных артефактов с последующим использованием различных строгих методов для анализа того, почему или почему не эффективен тот или иной артефакт» (Manson, 2006). Эти артефакты, созданные в рамках этой методологии, могут быть физическими или абстрактными, например модели и методы, построенные с использованием теории и предназначенные для достижения цели (Manson, 2006).

В руководящих принципах, используемых в Design Research, есть несколько определений, одно из которых - артефакт, а для этого тезиса - построение сети и используемая в ней методология. Этот тезисный вклад будет методологией, используемой для создания сети, которая может быть воспроизведена и использована в других случаях. Строгость исследования касается сравнения между работой, разработанной в этой диссертации, и несколькими найденными в литературе статьями, которые описывают аналогичные случаи, но ни одна из проведенных исследований полностью не следует тому, что здесь разработано.

В рамках этой диссертации вопросы исследования заключаются в следующем: существует ли хотя бы один путь для выполнения доставки в течение необходимого времени? Каков наиболее эффективный способ доставки?

1.5 Структура проекта

Глава 1: Введение - В этой главе представлены контекстуализация и необходимость развития сети, а также определены цели этого тезиса, объясняя, что должно быть достигнуто.

Глава 2: Обзор литературы - Эта глава основана на теоретическом подходе и обзоре литературы, на котором основан этот проект, и который будет поддерживать его.

Глава 3: Исследование - В этой главе будет изучена информация о местах в этой сети, чтобы понять их преимущества при различных соединениях.

Глава 4: Методология построения сети - В этой главе объясняется метод, используемый для построения основы сети. Он также демонстрирует, как была построена сеть, и дает несколько примеров особенностей построения сети.

Глава 5: Заказы на фрахт - В этой главе будут рассмотрены примеры сетевых заказов для проверки полезности и производительности сети.

Глава 6: Выводы - В этой главе будут представлены окончательные выводы этого исследования, основные ограничения при его выполнении и рекомендации для будущих исследований.

2. Обзор литературы

В этой главе будет рассмотрено современное состояние мультимодальных перевозок и несколько включенных в него вопросов, таких как управление цепочкой поставок, и несколько тематических исследований, которые были выполнены в мультимодальных сетях, с объяснением различий между каждой из них и выделением переменных, разработанных в этом исследовании. корпус, что делает его инновационным по сравнению с другими.

2.1 Управление цепочкой поставок

Цепочку поставок можно описать как группу независимых компаний, которые участвуют в потоке обмена информацией и трансформации продуктов / услуг от поставщика к конечному потребителю (Simatupang & Sridharan, 2002). Он также характеризуется как набор связей между восходящей и нисходящей деятельностью, включая продукты, услуги и финансы (Mentzer et al., 2001). Следовательно, важно иметь эффективную и действенную цепочку поставок, и для этого необходимо сотрудничество между участниками цепочки поставок. Это происходит, когда две или более независимых компании работают вместе, чтобы выполнять операции в цепочке поставок с более высоким успехом, чем если бы они действовали самостоятельно (Simatupang & Sridharan, 2002). Это означает, что компании будут разделять не только выгоды, но и связанные с этим риски.

Важной концепцией, которую также необходимо изучить в этом тезисе, является управление цепочкой поставок, которое можно определить как комбинацию основных бизнес-процессов компании, от поставщика, который предоставляет конечные продукты или услуги, от точки происхождения до конечной точки. клиент, точка потребления и информация, которая увеличивает ценность для клиентов (Lambert & Cooper, 1998). Его также можно описать как «сеть связей обработки материалов, информации и услуг с характеристиками предложения, трансформации и спроса» (Chen & Paulraj, 2004). Управление цепочкой поставок использует синергию между компаниями и внутри каждой компании, управляя отношениями между каждым участником цепочки поставок. Кроме того, его цель - снизить затраты и увеличить продажи, улучшив коммуникацию между всеми участниками цепочки поставок (Sitek & Wikarek, 2012).

Можно проверить, что все эти определения похожи, дополняют и поддерживают друг друга. Эти концепции должны быть приняты во внимание, потому что тема, которую предстоит разработать, касается важной области цепочки поставок, транспортировки, пути, по которому конечный продукт или сырье идут от поставщика к клиенту.

2.2 Грузовые перевозки

Грузовые перевозки - важная тема, когда дело касается цепочки поставок и мультимодальных перевозок. Когда компания пытается решить, какого грузоотправителя или поставщика логистических услуг выбрать, все сводится к существующим видам транспорта, продолжительности перевозки, частоте и стоимости. Поставщики логистических услуг, среди прочего, обеспечивают грузовые перевозки, обработку грузов, хранение и складирование, а также таможенное оформление (ЮНКТАД, 2003). С другой стороны, есть также некоторые внешние факторы, которые влияют на сам транспорт, но не могут быть предсказаны заранее, такие как погодные условия, загруженность и риск (Kim et al., 2017).

Грузовые перевозки обеспечивают эффективное перемещение товаров и материалов и их прибытие в пункт назначения в течение необходимого времени, гарантируя, что у клиента есть то, что он хочет, когда ему это нужно (Crainic, 2003). Необходимость существования грузовых перевозок проистекает из географического неравенства между производителями и потребителями (Steadie Seifi et al., 2014)

2.3 Мультимодальные перевозки

Мультимодальные перевозки - важная концепция, когда речь идет о необходимости перемещения груза от пункта отправления до конечного потребителя, поскольку поставщик и потребитель не всегда находятся в одной и той же географической зоне. Кроме того, при доставке груза из одного места в другое, он легко дойдет до двери клиента, используя только одно средство передвижения, поскольку, например, самолеты и корабли не могут идти дальше аэропорта или порта.

Мультимодальные перевозки - это использование двух или более видов транспорта, где единицей транспортировки может быть ящик, контейнер, сменный кузов, автомобильный / железнодорожный транспорт

или сосуд (Steadie Seifi et al., 2014). С другой стороны, на Европейской конференции министров транспорта мультимодальные перевозки рассматривались как объединение двух или более видов транспорта для перемещения пассажиров и товаров из начальной в конечную точку с использованием воздушного, железнодорожного, автомобильного транспорта. или морские перевозки (ЕСМТ, 1968). Этот вид транспорта очень полезен, потому что он более гибкий, более экономичный и устойчивый, предлагая более низкие затраты на единицу груза. Кроме того, полные грузы на большие расстояния при мультимодальных перевозках будут иметь более привлекательные затраты, если будут предложены более низкие затраты на единицу груза (Islam et al., 2005).

Еще одна форма, связанная с мультимодальными перевозками, - это интермодальные перевозки, которые представляют собой особый вид мультимодальных перевозок. Интермодальные перевозки также можно определить как последовательность, по крайней мере, двух видов транспорта, однако эта перевозка осуществляется только с контейнерами, поддерживая единовременную перевозку (Crainic & Kim, 2006).

2.4 Подобные исследования

В этой литературе уже проведено несколько исследований. Те, которые были найдены в этой литературе, показывают прогресс, достигнутый в этой области, подчеркивая различия между ними. Однако в ходе этого исследования не было найдено никакой литературы относительно точного метода и сети, разработанных для этой диссертации.

Бересфорд (1999) разработал исследование модели затрат для мультимодальных перевозок в отношении коридора между Соединенным Королевством (Великобритания) и Грецией. Он учитывает стоимость, время, расстояние, вид транспорта и интермодальные перевозки, что позволяет исследовать и сравнивать несколько мультимодальных комбинаций с точки зрения планирования логистики, требований клиентов, предоставления мощностей, затрат и эффективности работы. Данные этого исследования надежны, так как они были предоставлены клиентами и поставщиками услуг. Однако это исследование определяет наиболее оптимальное решение и самые дешевые режимы без учета времени выполнения заказа.

Как было подтверждено в других исследованиях, для этой модели затрат дорога также считается дорогой с более высокой надежностью, хотя и дорогой. Морской маршрут - самый медленный, но дешевый, а интермодальный маршрут считается быстрым и конкурентоспособным по цене, но сложным и с более высоким предполагаемым риском. Преимущество этого исследования в том, что можно рассматривать любой маршрут, а также различные режимы

сравниваются, чтобы понять, когда один вид транспорта становится более конкурентоспособным, чем другие (Бересфорд, 1999).

Vanomyong и Beresford (2001) представили модель затрат на мультимодальные перевозки, применяемые к фактическому вывозу между Лаосской Народно-Демократической Республикой и портом Роттердам, с информацией, поступающей, среди прочего, от экспортеров, импортеров, поставщика логистических услуг, портовых властей. Цель этого исследования - найти наиболее эффективный маршрут с наилучшей стоимостью, предполагая, что удельная стоимость варьируется от режима к режиму и что при больших объемах морской режим будет самым дешевым, а автомобильный - самым дорогим. В дополнение к другим исследованиям, индекс уверенности представлен четырьмя элементами: лицо, принимающее решение, альтернативные варианты действий, означающие разные маршруты, события, которые являются внешними и не могут контролироваться лицом, принимающим решения, и последствиями, которые возникают в результате от решения, зависящего от лица, принимающего решение, и от события (Vanomyong & Beresford, 2001).

С другой стороны, выбор маршрута для автозапчастей между Кореей и Алабамой / Грузией также был изучен посредством эмпирического анализа способов транспортировки и выбора маршрутов с учетом как транспортных, так и складских затрат. В этом исследовании не были упущены из виду затраты на товарно-материальные запасы, а также были изучены транспортные расходы на единицу продукции и время в пути, и оказалось, что для руководства они могут иметь огромное влияние на общие годовые затраты для каждого маршрута, будучи способными вести к другому маршруту. выбор (Woo et al., 2018).

Фам и Йео (2018) оценили маршруты доставки электронных товаров от двери до двери из Шэньчжэня в Хайфон с точки зрения поставщиков логистических услуг и грузоотправителей. Целью данного исследования является оценка конкурентоспособности транспортных маршрутов путем изучения процесса принятия решений с учетом таких факторов, как затраты, время, надежность и возможности транспортного средства. В этой литературе добавлено использование метода Delphi и метода согласованного нечеткого отношения предпочтений как способа изучения иерархии факторов и субфакторов, которые непосредственно влияют на выбор участников при выборе маршрута, и оценки этих факторов.

Другое исследование, касающееся перевозки напитков между Таиландом и соседними странами, было проведено с целью оценки оптимальных затрат, времени и рисков для мультимодальных перевозок. Нововведение в этом исследовании касается типа оцениваемых рисков: риск повреждения груза, риск инфраструктуры и оборудования, операционный риск

и риск других факторов, в частности, внешних факторов, таких как политический риск, финансовый кризис и др. (Kaewfak & Ammarapala, 2018)

Было проведено исследование перевозки портативных компьютеров между Чунцином (Китай) и Роттердамом с использованием мультимодальной модели. На основе реальной информации, предоставленной производителями, третьими поставщиками логистических услуг и экспедиторами, было построено семь маршрутов с учетом времени транзита, транспортных затрат и индексов достоверности по каждому маршруту (см. Приложение А – G). Это исследование будет использоваться в качестве отправной точки и основы для этого тезиса, поскольку оно создает мультимодальную сеть между Китаем и Европой, исследуя многочисленные переменные, которые влияют на выбор конкретного маршрута в зависимости от потребностей (Seo et al., 2017) .

2.5 Маршруты потоков Китая

2.5.1 Инициатива ``Один пояс, один путь``

В последние годы экономика Китая находилась в состоянии стагнации, поэтому в попытке продолжить экономический рост была начата разработка инициативы «Один пояс, один путь» (Huang, 2016).

В 2013 году президент Китая Си Цзиньпин объявил о создании Экономического пояса Шелкового пути и 21-го морского Шелкового пути, которые помогут Китаю, исследуя новые пути международного экономического сотрудничества с новыми партнерами, способствуя региональному экономическому развитию и ведущему к взаимовыгодному сотрудничеству. ситуация с другими партиями (Хуанг, 2016). Кроме того, согласно Хуангу (2016), Китай хочет расширить свое международное влияние, и, будучи одной из крупнейших мировых держав, он хочет внести свой вклад и стать частью развития глобальной экономической системы. Эта инициатива будет развиваться как крупное вложение в инфраструктуру, как способ соединить границы Китая с его соседями и создать прямой путь в Европу через Центральную Азию (Cai, 2017)

Цель Инициативы «Один пояс, один путь» - способствовать региональному экономическому развитию, разделяя позитивные отношения с другими вовлеченными странами. Кроме того, для Китая главным преимуществом является создание новых рынков, диверсификация его экспорта (Sun & Hou, 2019).

Однако инициатива «Один пояс, один путь» также несет в себе некоторые риски, которые определяют ее будущее. Прежде всего, отсутствует центральный координационный механизм, что затруднит установление одинаковых стандартов процедуры и эффективности во всех вовлеченных странах (Huang, 2016). Во-вторых, Инициатива затронет около 60 стран, а это означает, что они столкнутся с рядом трудностей, работая над достижением одной и той же цели. Эти трудности касаются политических режимов и убеждений, экономических систем и отсутствия доверия (Хуанг, 2016). Другая проблема касается избыточных мощностей Китая, поскольку они намерены использовать излишки стали, цемента и гофрированного стекла, перемещая излишки производства компании в страны, которые примут участие в Инициативе и которым необходимо построить инфраструктуру (Cai, 2017). Это может не устраивать страны «Пояса и пути», поскольку это может быть для них неприемлемо с политической точки зрения, что может вызвать некоторые конфликты. Наконец, финансовая жизнеспособность этого трансграничного проекта также является проблемой, потому что в пределах своих барьеров Китай может легко начать разработку Инициативы, но у других стран может не быть такой же воли или средств (Huang, 2016; Cai, 2017).

Инициатива ``Один пояс, один путь`` разделена на автомобильные и морские маршруты, где есть три основных маршрута для Экономического пояса Шелкового пути. Согласно Хуангу (2016), первый идет из Китая через Центральную Азию и Россию в Европу, затем второй начинается в Китае и проходит через Центральную и Западную Азию к Персидскому заливу и Средиземному морю, а последний - из Китая в Индийский океан. С другой стороны, 21-й морской шелковый путь проходит из прибрежных портов Китая через Южно-Китайское море в Индийский океан, достигая Африки и Европы, а также Тихого океана (Huang, 2016).

Инфраструктура Китая уже какое-то время является проблемой, приводящей к существованию узких мест и перегрузке транспорта, все из-за отсутствия инвестиций. Кроме того, внутренние водные пути от реки Янцзы имеют огромное значение во всем мире, но также подвергаются подрыву (Beresford et al., 2011). Это поможет не только расширить существующие маршруты, но и расширить новые возможности, а также не отставать от тенденции, которая будет только расти, поскольку экспорт и импорт всегда будут важным аспектом экономики и потребностей каждой страны.

2.5.2 Река Янцзы

Китай считается одной из самых важных экономик мира, и его роль в транспортировке и цепочке поставок также возрастает. Во-первых, в цепочке поставок использовались только прибрежные регионы, но в настоящее время внутренние направления начинают играть важную роль в цепочке поставок (Notteboom, 2012).

Река Янцзы является важным каналом для внутренних перевозок, когда речь идет о перемещении грузов внутри Китая. Этот район является одним из основных регионов роста в Китае, включая более 40 городов (Zhao et al., 2019). На Рисунке 3 показаны территория и города, вовлеченные в реку Янцзы.



Рисунок 3. Река Янцзы и 40 городов вдоль нее

Источник: Zhao et al., (2019).

Янцзы - часть экономического пояса Китая, которая начинает превращаться в высокотехнологичную базу Китая, имея также хорошие потоки для перевозки товаров в Европу (Notteboom, 2012). Эти потоки объединяются река-море или суша-море с возможностью перемещения контейнеров (Zhao et al., 2019). Ее длина составляет 6300 км, что делает ее третьей по длине рекой в мире, в которой находится более 80 портов (Notteboom, 2012).

2.6 Зависящий от времени метод

Что касается планирования маршрутов и задач кратчайшего пути, можно рассмотреть два типа моделей времени: модели, зависящие от времени и модели с расширением по времени.

У обоих есть свои преимущества и недостатки, учитывая построенную здесь сеть. При рассмотрении этих двух методов в литературе было обнаружено, что они касаются задач кратчайшего пути, что означает, что эти модели были созданы и разработаны в соответствии с ними. Однако важно констатировать, что для созданной здесь сети конечной целью является поиск наиболее эффективного решения, набора подключений с учетом его стоимости. Показанные варианты будут зависеть от времени выполнения каждого заказа на фрахт, но наиболее эффективное решение основано на стоимости, а также от целевой функции.

Что касается моделей, зависящих от времени, существует две версии: простая и реалистичная. Эти модели характеризуются наличием только одного узла на станцию и края между станциями в случае, если между ними существует связь, как показано на рисунке 4 (Muller-Hannemann et al., 2004). Основное различие между обеими версиями заключается в том, что простая модель не представляет и не учитывает реалистичное время передачи, тогда как реалистичная модель представляет собой дополнительный узел на графике.

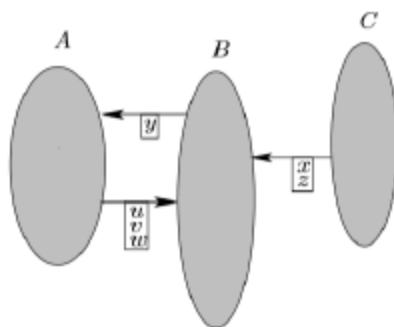


Рисунок 4. График модели, зависящей от времени.

Источник: Muller-Hannemann et al (2007).

3. Исследования

Эта глава посвящена исследованию, проведенному с целью выявить основные преимущества различных локаций с указанием важности локации в своей стране.

3.1 Введение

Китай все больше делает ставку на развитие своей транспортной инфраструктуры. В период с 2001 по 2009 год протяженность автомагистралей увеличилась с 191000 км до 651000 км в таких регионах, как дельта реки Янцзы, дельта реки Чжуцзян и Пекин-Тяньцзинь-Таншань (Hou & Li, 2011).

Процветание порта связано с экономическим благополучием внутренних и зарубежных регионов, с которыми они связаны морем (Pettit & Beresford, 2008). Порты Чунцин и Лондон использовались как пункты отправления и назначения. Также будут учтены промежуточные местоположения - Шанхай, Шэньчжэнь, Дуйсбург и Роттердам.

3.2 Пункт отправления и пункт назначения

3.2.1 Порт Чунцин

Чунцин - это порт с большим потенциалом, поскольку он расположен в коридоре реки Янцзы, который является инфраструктурой многих западных провинций. Кроме того, это главный экономический центр в верхнем течении реки. Из-за своего запаса природного газа он привлекает многих представителей химической промышленности, где автомобильная промышленность занимает самый высокий процент. Чунцин также привлекает больше инвестиций от прибрежных предприятий, которые начинают отдавать предпочтение внутренним городам из-за более высокой доступности земли, более низких затрат на рабочую силу и близости к китайским производителям и сырью (Notteboom, 2012).

Кроме того, согласно Сео и др. (2017), Чунцин набирает обороты в своей экономике, в том числе благодаря тому, что он является одним из наиболее важных узловых регионов омнибусного трафика, а также благодаря развитию ИТ-индустрии. Рост железных дорог и авиакомпаний и «Один пояс»

Инициатива One Road »также является решающим фактором в достижении конкурентного преимущества. В Китае в основном используются автомобильные и морские перевозки (Seo et al., 2017).

Использование порта Чунцин - не самый очевидный выбор с точки зрения транспортных возможностей и временных затрат по сравнению с Шанхаем. Однако в долгосрочной перспективе более низкие производственные затраты и более высокая эффективность баржевой индустрии сделают это жизнеспособным вариантом и предпочтением (Notteboom, 2012).

3.2.2 Шанхайский порт

Город Шанхай был самым важным морским портом с конца девятнадцатого века, имея внутренние связи с рекой Янцзы и играл роль во внутренней и международной экономике. Всего за шесть лет порт Шанхай вырос с одного до пяти миллионов двадцатифутовых эквивалентов (TEU), как показано на Рисунке 5 (Wang & Slack, 2006).

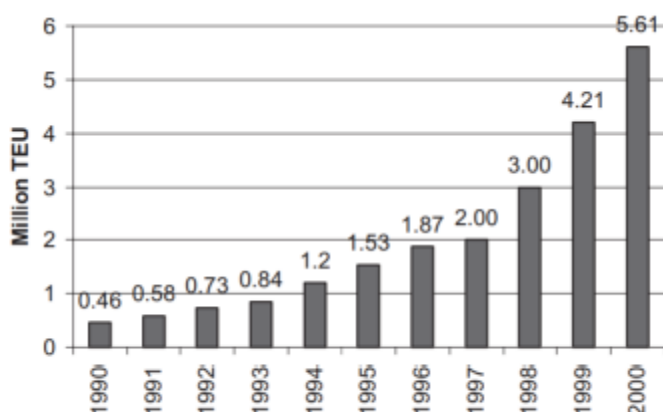


Рисунок 5. Рост контейнерооборота в порту Шанхай с 1990 по 2000 год

Источник: Wang & Slack (2006).

Он считается одним из основных промышленных центров Китая и постоянно развивает свою инфраструктуру, например, за счет увеличения площадей для причалов, подъемных кранов и грузовиков (Li & Oh, 2010).

3.2.3 Шэньчжэнь - порт Янтянь

Янтянь - один из основных экономических центров Китая, который в 1999 г. обработал около 1,59 млн TEU и предлагает новые судоходные линии на рынки Южного Китая (Song, 2002). Одним из основных преимуществ этого порта является его естественный глубоководный канал длиной 14 метров, кроме того, он связан с железнодорожной системой Китая, что позволяет достичь любого другого контейнерного порта в дельте Жемчужной реки (Loo & Hook, 2002). .

3.2.4 Порт Роттердам

Водный путь считается самым дешевым способом транспортировки грузов с высокой плотностью, а когда дело касается Европы, порт Роттердам является самым важным портом. Он действует как ворота и перевалочный пункт для сыпучих материалов не только внутри Европы, но и за ее пределами. До 2004 года порт Роттердам был самым загруженным портом в мире, и одним из его главных преимуществ является его глубина, 22 метра, доступная для большинства судов (Shi & Xing, 2015).

Порту Роттердаму повезло еще и потому, что он расположен в устье рек Рейн и Маас, с внутренними портами в Германии, Бельгии, Франции, Швейцарии и Австрии (Kotowska et al., 2018). Это делает Роттердам богатым железнодорожным транспортом и внутренним морским транспортом.

3.2.5 Дуйсбург

Благодаря инициативе «Один пояс, один путь» существует прямое железнодорожное сообщение между Чунцином и Дуйсбургом, что подчеркивает важность этого сообщения для нынешней сети. Его главное преимущество - сокращение времени перевозки за счет эффективной системы таможенного оформления по железной дороге. Это делает Дуйсбург центром распределения между Европой и Китаем, в порту которого находится около 300 логистических компаний (Li et al., 2018).

3.2.6 Лондонский порт

Великобритания считается одной из крупнейших портовых систем в мире и второй по величине в Европе, насчитывающей более 100 портов. В 2012 году Лондонский порт считался вторым по величине портом в Великобритании. Этот порт имеет в общей сложности 70 терминалов, и, поскольку он расположен на берегу Темзы, он имеет сеть с 80 странами (Asgari et al., 2015).

Великобритания имеет большое значение среди ЕС, поскольку в 2018 году товаров, перемещенных между портами Великобритании и ЕС, было больше, чем в любом другом регионе (Dell, 2018). На рисунке 6 показаны 10 основных портов Великобритании и тонны грузов, которые прошли через каждый из них в 2018 году.

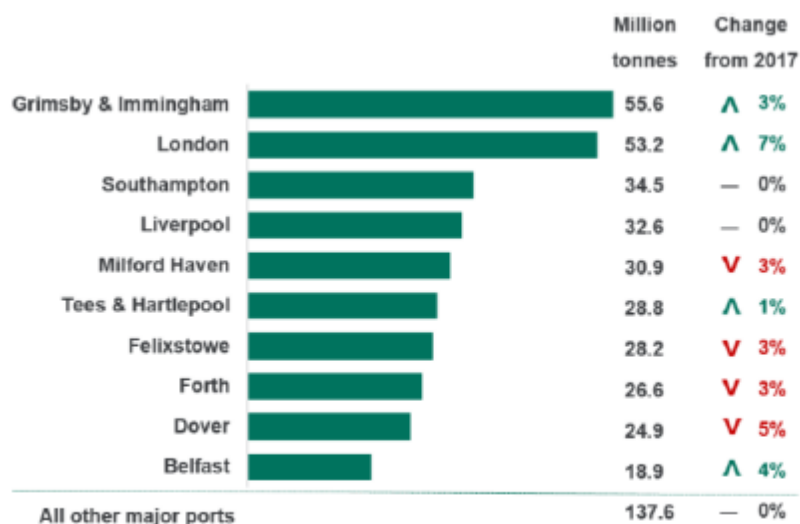


Рис. 6. 10 крупнейших портов по тоннажу

Источник: Mohan Dell GOV.UK (2018).

4. Методология построения сети.

В этой главе мы представим методологию, на которой было основано построение сети, и само построение сети с учетом нескольких переменных.

4.1 Методология

В литературе, посвященной временным методам, рассматривается проблема самого раннего прибытия / запрос кратчайшего пути, существующая зависимость от времени модель и расширенная по времени модель. Как только цель этой сети диссертаций состоит в том, чтобы найти возможные решения путем управления потребностями в времени выполнения заказа, будет невозможно использовать эти методы полностью в качестве основы для этой сети. Однако его можно адаптировать для правильного представления и развития этой сети, поскольку она будет основана на расширенной во времени модели.

Модель с расширением по времени утверждает, что каждый узел представляет собой конкретное временное событие, отправление или прибытие. Кроме того, между узлами есть границы, которые представляют связи между двумя событиями или время ожидания на станциях, связывая станции прибытия и отправления, как показано на рисунке 7 (Muller-Hannemann et al., 2004).

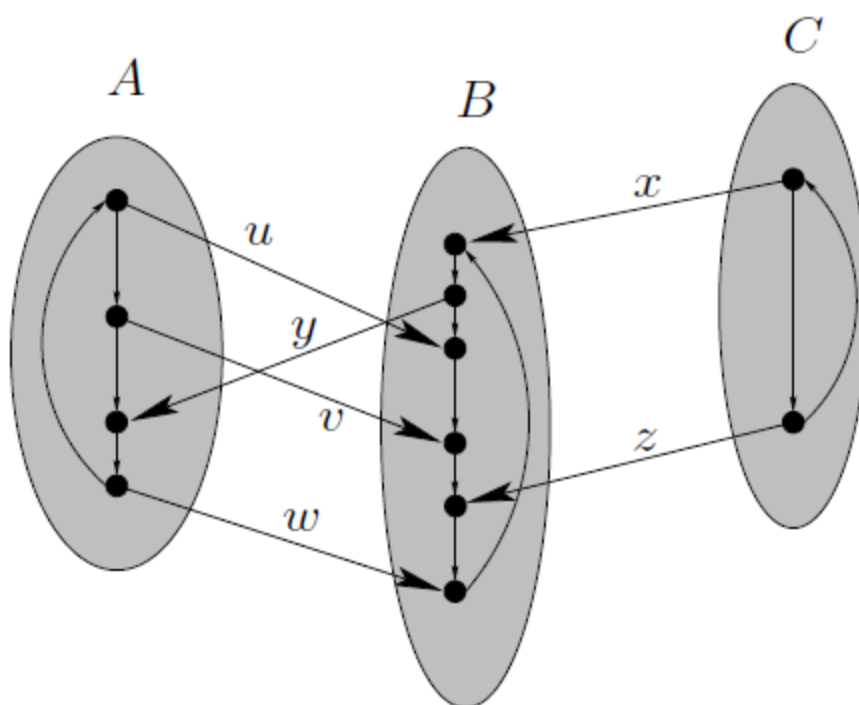


Рисунок 7. Расширенный во времени график модели

Источник: Muller-Hannemann et al (2007).

В рамках расширенной во времени модели есть простая и реалистичная модель. Однако, как и для моделей, зависящих от времени, простая модель не принимает во внимание время передачи, как показано на рисунке 8.

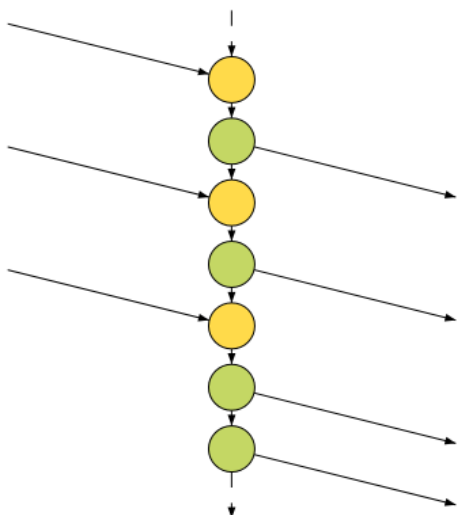


Рисунок 8. Простая модель с расширением по времени.

Источник: Pajor (2009).

В отличие от этого, реалистичная модель учитывает графики перевозок и время пересадки между видами транспорта, что показано в виде фиолетового круга на рисунке 9 (Pajor, 2009).

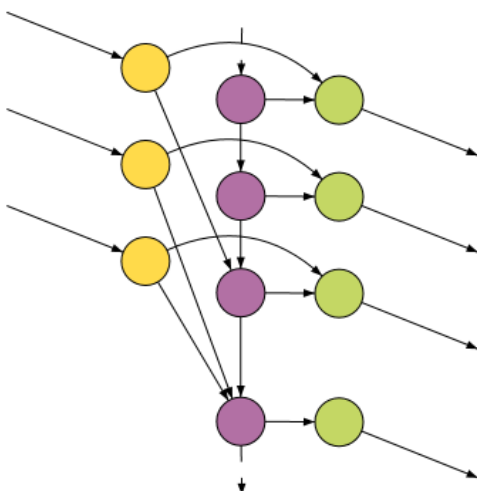


Рисунок 9. Реалистичная модель с расширением во времени

Источник: Pajor (2009).

Для модели с расширенным временем отправления происходят в одно и то же время каждый день. Затем модель уплотняется, и по достижении последнего вылета дня возникает дуга соединения, которая инициирует весь процесс. Это работает для запросов кратчайшего пути, однако это не то, что разрабатывается в этой диссертации, и поэтому он не будет использоваться полностью таким образом, поскольку цель состоит в том, чтобы найти возможные решения с помощью контроля времени выполнения, что позволяет представить различные существующие варианты транспортировки. от пункта отправления до пункта назначения.

Учитывая эти две модели, для построения этой мультимодальной сети лучше всего подходит реалистичная расширенная по времени модель. Однако сеть не будет точной демонстрацией этой модели, поскольку ее необходимо адаптировать, поскольку она касается

оптимальные стоимостные решения. Модель, адаптированная для построения этой сети, учитывает различные моменты отправления и прибытия, которые будут варьироваться в зависимости от расписания режимов, а также будет включать время передачи, необходимое для перемещения товаров с одного вида транспорта на другой.

Хотя визуально в реалистичном расширенном по времени режиме узлы передачи существуют, в сети, построенной для этого тезиса, они не будут видны как способ упрощения сложности сети. Сеть по-прежнему будет учитывать время передачи, поскольку это критично для точности и надежности этой сети.

Все это важно для данного учебного случая, поскольку построенная сеть будет учитывать графики транспортировки, время выполнения, время доставки и еженедельную частоту каждого из соединений для каждого транспорта, что крайне важно для того, чтобы она была настолько реалистичной, насколько возможно. Кроме того, эта сеть предполагает ациклическую базовую сеть местоположений, а это означает, что между ссылками нет замкнутых петель (Шевчук, Снарский, 2012) и нет цикла (Yeh, 2016).

Сеть, разработанная в этой диссертации, имеет шесть местоположений, и в соответствии с используемой моделью она будет представлять различные существующие соединения в зависимости от вида транспорта и дней прибытия / отправления на основе разного времени выполнения заказа. Тогда будет предложено наиболее экономичное по стоимости решение среди ранее определенного набора подключений. Решение может быть одинаковым для разного времени выполнения заказа, поскольку стоимость может быть одинаковой в пределах диапазона.

4.2 Сетевая информация

Прежде всего, важно заявить, что эта сеть является лишь базой для создания более сложной и полной сети, которая может быть адаптирована к другим пунктам назначения и источникам с сохранением используемой методологии.

Как упоминалось ранее, эта сеть будет происходить из Чунцина, Китай, и пункта назначения в Лондоне, Великобритания, и проходить через Шанхай, Шэньчжэнь, Дуйсбург и Роттердам, которые являются шестью основными пунктами сети. Было использовано четыре вида транспорта: автомобильный, морской, воздушный и железнодорожный, и между ними было создано шестнадцать соединений, как показано в таблице 1 на основе литературы (Seo et al., 2017) на веб-сайтах поставщиков логистических услуг (DHL, sd; HUPAC, sd; Kombiverkeher, sd; OCCL, sd) и по предположениям.

Connections	Duration (days)	Cost (USD)	Weekly Frequency
Chongqing – Sea – Shanghai	15	371	Twice a week (Mon/Thu)
Chongqing – Road – Shanghai	12	1983	Daily
Chongqing – Rail – Shanghai	13	1165	Twice a week (Tue/Sat)
Chongqing – Road – Shenzhen	11	1500	Daily
Chongqing – Rail – Shenzhen	9	1183	Tue/Sat
Chongqing – Air – Rotterdam	4	8930	Every Monday
Chongqing – Rail – Duisburg	20	3885	3 Times a week (Mon/Thu/Sat)
Shanghai – Sea – Rotterdam	39	1983	5 Times a week (Mon/Tue/Thu/Fri/Sat)
Shenzhen – Sea – Rotterdam	33	1883	3 Times a week (Mon/Sat/Sun)
Duisburg – Road – Rotterdam	1	600	Daily
Duisburg – Rail – Rotterdam	1	552	5 Times a week (Mon/Tue/Wed/Thu/Fri)
Duisburg – Rail – London	1	600	Every Monday
Duisburg – Road – London	1	630	Daily
Rotterdam – Sea – London	1	100	3 Times a week (Tue/Thu/Sat)
Rotterdam – Road – London	1	600	Daily
Rotterdam – Air – London	1	2200	4 Times a week (Mon/Wed/Fri/Sun)

Таблица 1. Информация о сети Чунцин-Лондон

Источник: на основе предположений и веб-сайтов поставщиков логистических услуг.

Соединение определяется парой событий прибытия и отправления, режимом перехода от одного к другому, его стоимостью и продолжительностью.

Из таблицы 1 мы можем проверить различные соединения, существующие в сети, различные виды транспорта, которые существуют между двумя точками, продолжительность и стоимость каждого соединения, а также еженедельную частоту.

Мы можем убедиться, что между Чунцином и Шанхаем существует три различных варианта: морским, автомобильным или железнодорожным. Море - самый дешевый вариант, а также тот, который занимает больше всего времени от отправления до места назначения. Сравнивая автомобильный и железнодорожный, его продолжительность почти одинакова, но дорога имеет более высокую стоимость, в основном потому, что он может покинуть места в любое время, в зависимости от потребности, он имеет ежедневную частоту.

С другой стороны, между Чунцином и Шэньчжэнем есть только два варианта: по железной дороге или по дороге, где дорога занимает больше времени и дороже, чем железная дорога. Также существует сообщение, по которому грузы из Чунцина в Роттердам доставляются напрямую по воздуху, но это самый дорогой вариант, хотя и самый быстрый. Другой вариант - из Чунцина в Дуйсбург по железной дороге.

Из Шанхая или Шэньчжэня груз может отправляться только по морю, и путь до пункта назначения, Роттердама, занимает около месяца. С другой стороны, из Дуйсбурга груз может отправляться по железной дороге или автомобильным транспортом в Роттердам и Лондон за один день.

Из Роттердама можно добраться по морю, дороге или по воздуху, чтобы добраться до Лондона за один день. Доступность подключений всегда будет зависеть в первую очередь от временного окна, затем будут выбраны самые дешевые подключения из возможных.

Морской режим - это самый медленный, но и самый дешевый вариант, являющийся лучшим вариантом для перевозок с большим временем выполнения заказа, поскольку он прибывает в пункт назначения вовремя с минимально возможными затратами.

С другой стороны, поскольку воздух - самый быстрый вид транспорта, он также будет самым дорогим. Это лучший вариант, когда дело касается узких временных окон.

Железнодорожный и автомобильный виды транспорта очень похожи, когда дело доходит до времени, хотя железнодорожный транспорт дешевле, чем автомобильный. Когда дело доходит до различия соединений, использующих автомобильный или железнодорожный режим, результаты близки друг к другу, но все же достаточно различны, чтобы выбрать одно из них, когда дело касается стоимости.

При построении этой сети необходимо было сделать несколько предположений из-за сложности поиска этой информации в грузовых компаниях. Один из наиболее важных вопросов касается времени трансфера в пределах места, между временем прибытия и отправления. Это означает, что между каждым прибытием и отправлением в одном и том же месте время передачи будет составлять один день, независимо от дня, когда следующий вид транспорта покидает узел. На рисунке 10 показана сеть, описанная и разработанная в этой диссертации, со всеми ее местоположениями и соединениями, а также различными видами транспорта, используемыми для создания мультимодальной сети. Кроме того, можно проверить различную продолжительность между локациями.

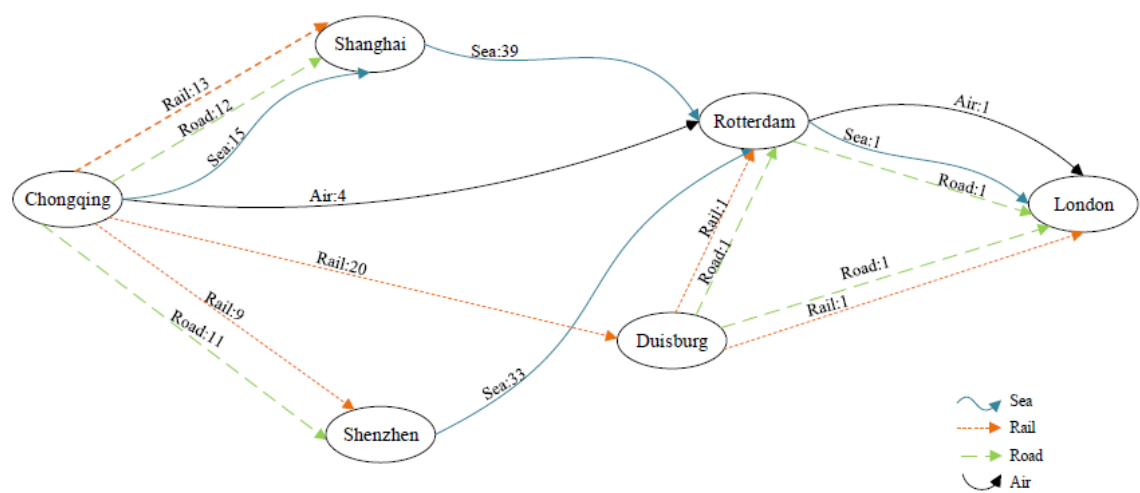


Рисунок 10. Мультимодальная сеть между Чунцином и Лондоном и ее продолжительность.

Источник: Собственный

4.3 Пояснительная сеть

Чтобы объяснить методологию построения сети Чунцин-Лондон, представленную в предыдущем пункте, без использования оригинальной, которая является гораздо более сложной, давайте рассмотрим пример на рисунке 11 для будущих ссылок и объяснений. Использование этого облегчит понимание построения сети между Чунцином и Лондоном, позволяя ввести некоторые особенности.

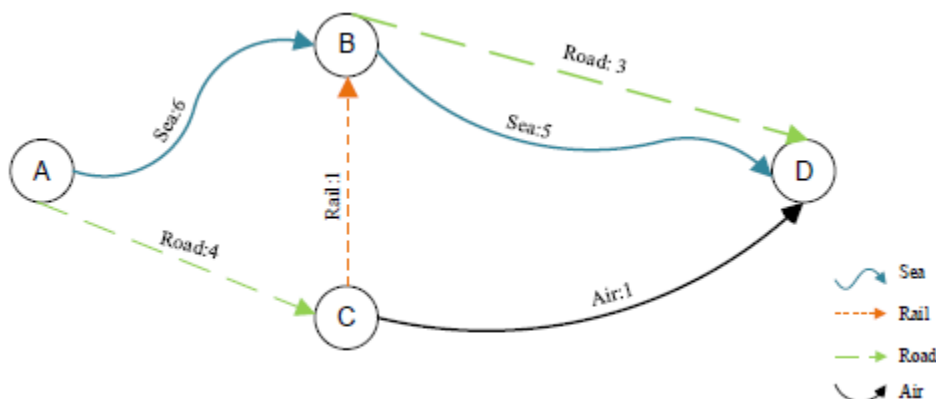


Рисунок 11. Пример сети

Источник: Собственный

Сеть использует четыре точки, шесть соединений и четыре вида транспорта. Цифры внутри каждой дуги показывают продолжительность каждого соединения. В таблице 2 представлены различные подключения, расписания и затраты для примера сети, основанные на литературе (Seo et al., 2017), на веб-сайтах поставщиков логистических услуг (DHL, sd; HUPAC, sd; Kombiverkehr, sd; OCCL, sd.) и на предположениях.

Чтобы объяснить, как работает сеть, давайте установим язык, используемый для кодирования узлов:

a- прибытие

d - вылет

«А, В, С и D» - используемые местоположения, а «Железная дорога, дорога, море и воздух» - режимы. Число, которое отображается рядом с видом транспорта, - это день отправления или прибытия груза в определенное место. Здесь предполагалось, что первый день - понедельник, без потери

общности. Например, как показано на рисунке 12, одним из событий является AdRoad1, что означает, что груз отправляется из узла А автомобильным транспортом в день 1. Время выполнения заказа, учитываемое при строительстве этой сети, составляет 15 дней.

Connections	Schedule	Duration (Days)	Cost (EUR)
A – (Sea) - B	2 times a week (Mon/Thu)	6	2
B – (Sea) - D	3 times a week (Tue/Thu/Sun)	5	1
B – (Road) - D	4 times a week (Mon/Wed/Fri/Sun)	3	4
A – (Road) - C	4 times a week (Mon/Wed/Fri/Sun)	4	5
C – (Air) - D	Once a week (Mon)	1	8
C – (Rail) - B	3 times a week (Tue/Thu/Sat)	1	2

Таблица 2. Пример сети с расписанием, продолжительностью, стоимостью и еженедельной периодичностью

Источник: на основе предположений и веб-сайтов поставщиков логистических услуг.

4.3.1 Построение сети

На этом этапе конструкция сети будет объяснена на основе примера сети, поскольку она менее сложна и, следовательно, легче для понимания.

На основе модели с расширением по времени узлами для этой сети будут А, ВС и D. Ребра будут соединениями между различными узлами с учетом различных режимов транспортировки, как показано в таблице 2. На рисунке 12 показано, как именно узлы работают в этом примере и с несколькими существующими событиями прибытия и отправления в каждом узле в течение 15 дней.

События прибытия и отправления будут разделены внутри каждого узла и по соединениям, поскольку необходимо учитывать время передачи и еженедельную частоту каждого соединения. Это означает, что для каждого узла будет событие прибытия и отправления для каждого вида транспорта, а также в зависимости от дат отправления, которые приходят с каждой частотой подключения. Например, два события в узле могут быть «Аа» и «AdSea1», что означает первоначальное прибытие в узел А и отправку груза морем в день 1 из узла А.

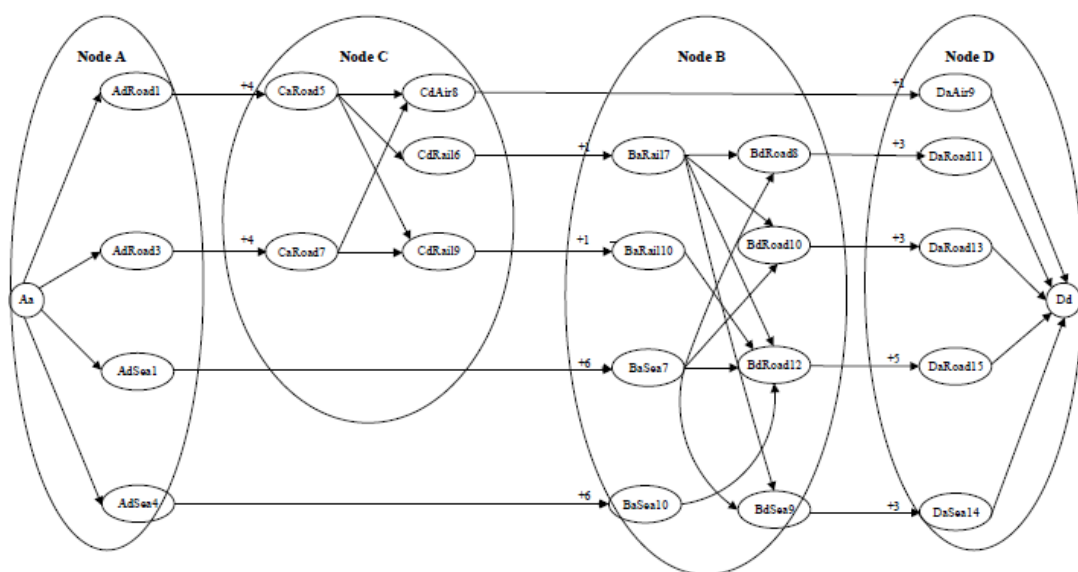


Рисунок 12. Сетевые узлы

Источник: Собственный

На рисунке 13 мы можем проверить, как эти узлы работают в этой сети, события прибытия и убытия внутри узла и несколько соединений между событиями.



Рис. 13. Пример соединений, прибытий и отправок узла A

Источник: Собственный

Даты отправления влияют на несколько событий, установленных здесь, потому что в каждой стыковке существует возможность отправки груза более чем на один день. Возьмем, к примеру, узел A, идущий по морю, груз может уйти либо в день 1, либо в день 4 и все равно достичь D в течение 15 дней. По дороге существует два отправления: в день 1 и день 3, а это означает, что всего на узле A будет четыре события отправления.

Отправляясь в 1-й день по морю, он прибывает в узел B в 7-й день, отправляется автомобильным транспортом 8-го числа, потому что сегодня понедельник, а это соединение отправляется по понедельникам, достигая D 11-го числа. Однако вместо того, чтобы отправляться из узла B только в 8-й день, он может также покинуть узел в 10 или 12 день по дороге или в день 9 по морю и по-прежнему достичь узла D в течение запрошенного времени - 15 дней.

С другой стороны, если вы выезжаете из А 4-го числа, он достигает точки В на 10-й день и уезжает по дороге 12-го числа (также один из вариантов предыдущего соединения), достигая D.

Вместо того, чтобы начинать каждый день с начала с одной и той же информации, сеть, построенная в этом тезисе, рассматривает еженедельную частоту, когда каждый день имеет разные режимы, отправляющиеся по разным расписаниям, в отличие от модели с расширенным временем. Это означает, что изо дня в день доступные подключения будут отличаться, и возможное решение может измениться в зависимости от времени выполнения заказа. Кроме того, поскольку модель с расширением по времени является моделью кратчайшего пути, она не подходит здесь, если существует постоянный поиск наиболее эффективного решения.

Это можно проверить на рисунке 12, в этом примере видны все узлы, соединения и события, что означает все возможные решения в течение 15 дней. Здесь есть четкое представление о том, как была создана сеть между Чунцином и Лондоном.

Та же самая методология применяется при построении этой тезисной сети, за исключением того, что она имеет гораздо больше узлов и возможных соединений, что означает использование гипотезы о большем количестве соединений, что приводит к гораздо более сложной сети.

4.3.2 Пример сети

Для ранее продемонстрированной сети мы рассмотрим время выполнения заказа 15, чтобы определить различные существующие возможные соединения с исходной точкой в А и конечным пунктом назначения в D.

В морском режиме судно может покинуть точку А либо в 1-й (понедельник), либо в 4-й (четверг) день и все же достичь точки D в течение 15 дней. По дороге он может уехать только в 1 день (понедельник) или 3 день (среда). При выезде из А в день 1, поскольку продолжительность по морю составляет 6 дней, он достигнет точки В только в день 7, а оттуда он может снова выйти морем или по дороге. Если вы отправляетесь морем, он может уйти только в 9 день (вторник), а поскольку продолжительность 5, он достигнет точки D 14 числа.

С другой стороны, если он выезжает из пункта В по дороге, он может уехать 8, 10 или 12-го числа, и ему потребуется 3 дня, чтобы добраться до пункта D, соответственно, в дни 11, 13 и 15.

При выезде из пункта А по дороге, вылет может быть в день 1 или 3, грузовик должен за 4 дня добраться до точки С, прибывая 5 и 7 числа. Что касается воздушного режима, оба этих варианта вылетят по воздуху 8-го числа, а самолет однажды прибудет в точку D, то есть 9-го.

4.3.3 Пример 1: Время передачи

Этот первый случай продемонстрирует, как работает время передачи во всей сети. Чтобы лучше понять, как работает сеть и как она была построена, давайте рассмотрим соединения А - море - В - дорога - D.

На рисунке 14 показан случай, когда мешает время передачи. Для этих стыковок груз покинет точку А в первый день по морю, и потребуются шесть дней, чтобы добраться до точки В в день 7, то есть воскресенье, и, следовательно, в один из дней недели грузовик может покинуть точку В в точку D. , согласно уже предоставленному графику.

Однако, поскольку одно из допущений этой сети состоит в том, что время пересылки составляет 1 день для любой пересылки, груз не сможет покинуть точку В в воскресенье (день 7), хотя в этот день отправляется грузовик. Вместо этого он может уехать только с 8-го дня, а поскольку следующий грузовик будет в понедельник, он покинет точку В в 8-й день и достигнет точки D 11-го.

С другой стороны, также возможно, что груз прибудет точно в день, предшествующий возможному отправлению другим видом транспорта. Рассматривая соединения А-С-D через дорогу и воздух, Рисунок 14 является примером одного из возможных наборов соединений.

Напротив, для рисунка 15 можно проверить, что, покинув точку А в день 3 и достигнув точки С в день 7 (воскресенье), он должен ждать один день из-за времени перехода, и он покинет точку С только по воздуху. день 8.

Пример1:

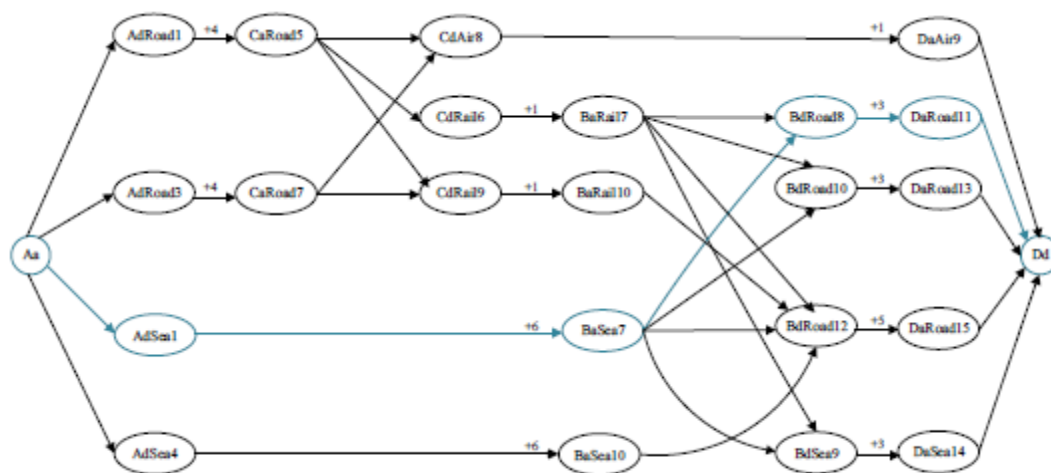


Рисунок 14. Соединения желобов А-В-Д через море и дорогу

Источник: Собственный

Пример 2:

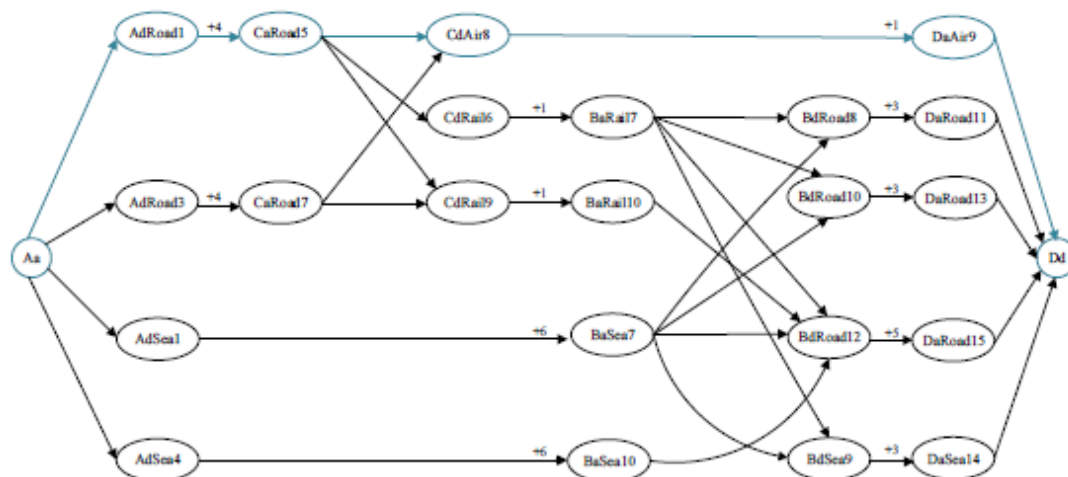


Рисунок 15. Соединения А-С-Д по воздуху

Источник: Собственный

4.3.4 Пример 2: Время выполнения (такое же соединение)

На рисунке 16 представлены различные гипотезы в рамках одного и того же маршрута (А– Море - В - Дорога - D) со сроком выполнения 15 дней.

Можно проверить, что для выезда из пункта А в день 1 (понедельник) и прибытия из пункта В в день 7 существует три возможных маршрута. Это происходит потому, что дорожный режим может покинуть точку В либо в день 8 (понедельник), либо в день 10 (среда), либо в день 12 (пятница) и по-прежнему добраться до пункта назначения D в течение 15-го времени заблаговременности, в данном случае в день 11, 13 и 15. Стоимость любого из этих наборов соединений составляет 9 евро.

Затем мы можем сделать вывод, что в течение определенного времени выполнения заказа может существовать несколько соединений, которые отправляются из определенного пункта отправления в одни и те же дни, совершают разные отправления в промежуточном месте и по-прежнему достигают пункта назначения в одном временном окне.

Пример 1:

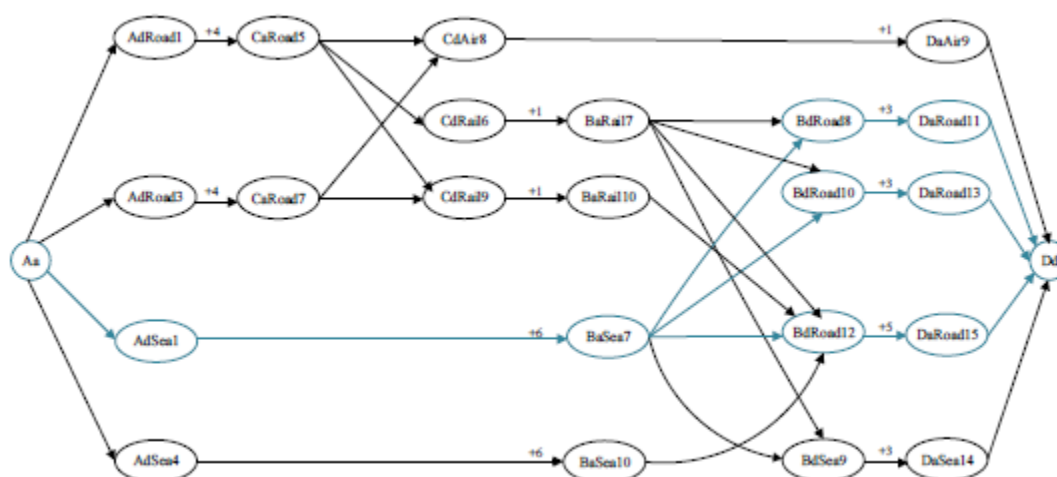


Рисунок 16. Соединения А-В-С по морю и дороге

Источник: Собственный

4.3.5 Пример 3: Кратчайший путь

Принимая во внимание данную сеть, информацию в Таблице 2 о расписаниях и затратах, а также принимая во внимание, что время передачи в пределах местоположения (прибытие-отправление) составляет 1 день, минимальное возможное время выполнения заказа для этой сети составляет 9 дней. На это время доступно только одно решение с максимально возможной стоимостью, поскольку оно использует воздушный режим.

Давайте теперь объясним, как это возможно. Некоторая компания, расположенная в точке А, хочет отправить свой груз в точку D, и она должна прибыть в пункт назначения максимум за 10 дней. Для этого существует только одна возможная группа подключений, независимо от стоимости.

Для этого фрахового заказа возможные маршруты показаны на рисунке 17. Груз покинет точку А автомобильным транспортом в день 1, а поскольку дуга АС по дороге имеет продолжительность 4 дня, он достигнет точки С в день 5. Так как воздушный режим отправляется только один раз в неделю, каждый понедельник, он может уйти только на 8-й день, а до точки D потребуется один день, что означает, что он прибывает в 9-й день. Стоимость этого трансфера составляет 13 евро. В этом маршруте и с этими условиями не было необходимости учитывать время пересадки, поскольку оно уже было внутренним, поскольку отправление из пункта С могло произойти только через 3 дня после прибытия из-за еженедельной периодичности перевозки.

Другой вариант прибыть в точку D до 10 дня - использовать тот же маршрут, но вместо этого покинуть точку А в день 3 (среда), добраться до точки С в день 7, но все еще иметь возможность поймать воздушный режим в день 8 и, следовательно, прибыть. местоположение D в день 9, как показано на Рисунке 17.

Это самые быстрые маршруты от А до D, а значит, и самые дорогие. Самый дорогой воздушный вид транспорта, самый дешевый - морской. В зависимости от потребностей заказчика решение также будет отличаться. Конечная цель всегда состоит в том, чтобы найти самое дешевое решение, обеспечив соблюдение предоставленного времени, а затем вариант экономии средств, который соответствует решению.

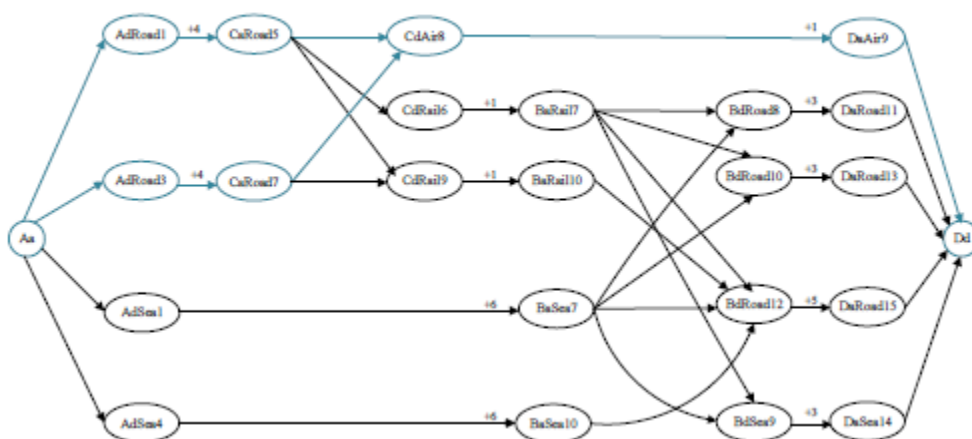


Рисунок 17. Маршруты кратчайшего пути

Источник: Собственный

4.3.6 Пример 4: Время выполнения (разные соединения)

Учитывая время выполнения заказа в 11 дней, будет четыре варианта доставки груза. Два из них - те, которые объяснили это в предыдущем примере, воздушным режимом, и другие пользуются тремя другими видами транспорта. Четыре возможных решения: показаны на рисунке 18.

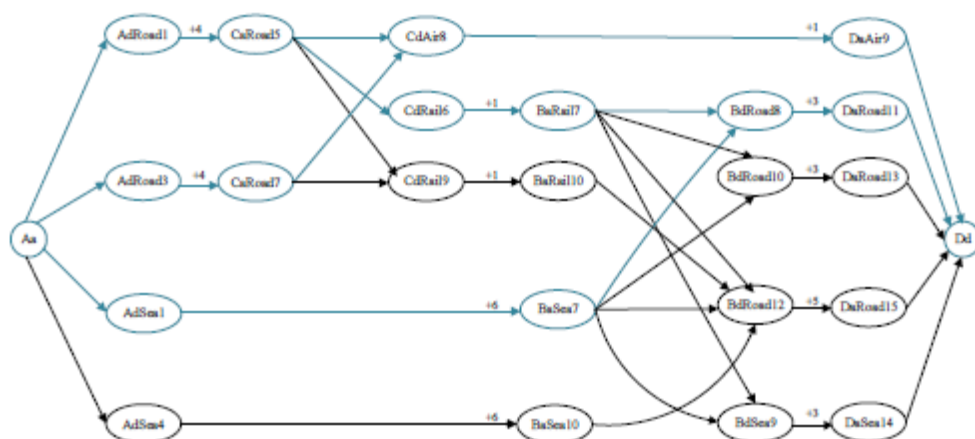


Рисунок 18. Решения для 11 дней выполнения заказа

Источник: Собственный

Это означает, что существует четыре различных решения, когда речь идет о прибытии в пункт D до 11-го дня. Варианты по воздуху прибывают в пункт D в 9-й день, тогда как по железной дороге и автомобильным транспортом он прибывает в 11-й день, а по морю и по дороге - одинаково. После понимания того, что существует четыре набора подключений в течение определенного времени, на решение влияет стоимость.

Оба варианта по воздуху будут стоить 13 евро, железнодорожное сообщение - 11 евро, а морское и автомобильное сообщение - 6 евро, что означает, что последний вариант является самым дешевым и поэтому решение считается оптимальным. Сеть всегда будет представлять все доступные подключения с учетом установленного времени выполнения заказа.

4.3.7 Пример 5: Самое дешевое соединение

В этом примере используется только морской вид транспорта, а это означает, что это самый длинный вариант перехода из пункта A в пункт D, если вы уезжаете в день 1, как показано на рисунке 19.

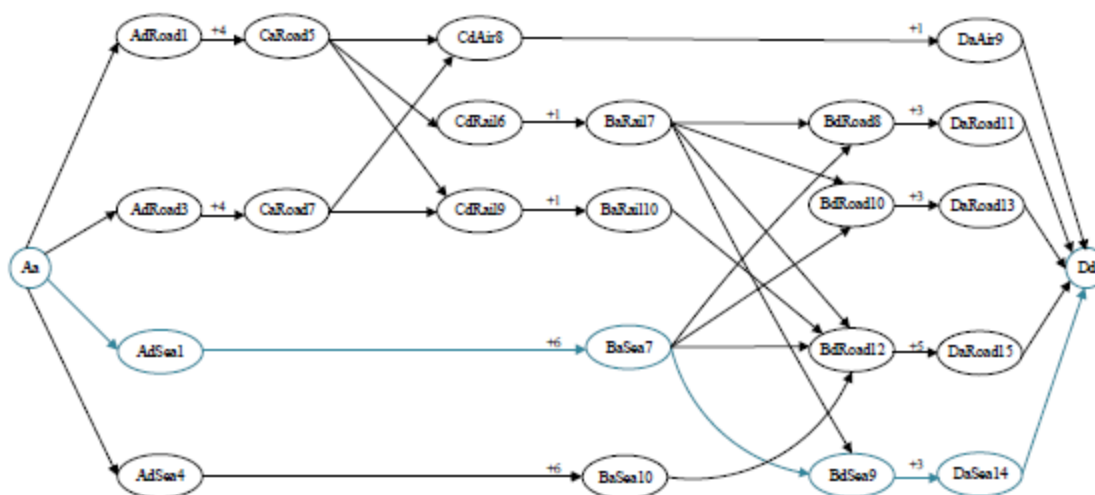


Рисунок 19. Маршрут A-B-D через море

Источник: Собственный

Морской режим также считается самым дешевым режимом, что можно проверить здесь, так как переход от A к B стоит 2 евро, а переход от B к D стоит 1 евро, что в сумме составляет

ЗЕУР. Эти типы маршрутов хорошо применяются, когда время выполнения заказа больше, поскольку в этом случае общие затраты ниже, а время доставки является идеальным.

4.4 Методология расписаний

Созданная сеть была основана на информации судоходных компаний и экспедиторов, содержащейся в документе Сео и др. (2017), и на информации, найденной на веб-сайтах грузоотправителей и поставщиков логистических услуг. Кроме того, при построении сети необходимо было сделать некоторые предположения с учетом расписания нескольких перевозок, поскольку компании не будут предоставлять эту информацию. Хотя некоторая информация была найдена на веб-сайтах судоходных компаний, следовало предположить и другую. Сделаны следующие предположения:

- Между Чунцином и Шанхаем морские перевозки планируются два раза в неделю, по понедельникам и четвергам.
- Предполагается, что любой транспорт, осуществляемый автомобильным транспортом, то есть грузовиком, отправляется каждый день, поскольку это будет зависеть от необходимости транспортировки.
- Предполагается, что железнодорожное сообщение между Чунцином и Шанхаем будет осуществляться два раза в неделю, по вторникам и субботам.
- Предполагается, что железнодорожные перевозки между Дуйсбургом и Лондоном будут осуществляться один раз в неделю в понедельник, его стоимость составляет 600 долларов США, а его продолжительность - один день.
- Автомобильный транспорт между Дуйсбургом и Лондоном стоит 630 долларов США и длится один день.
- Предполагается, что железнодорожные перевозки между Дуйсбургом и Роттердамом будут осуществляться пять раз в неделю, по понедельникам, вторникам, средам, четвергам и пятницам.
- Дорожный транспорт между Дуйсбургом и Роттердамом стоит 600 долларов США, продолжительность - один день.
- Предполагается, что воздушное сообщение между Чунцином и Роттердамом будет осуществляться каждые семь дней по понедельникам.
- Предполагается, что воздушное сообщение между Роттердамом и Лондоном будет осуществляться четыре раза в неделю: по понедельникам, средам, пятницам и воскресеньям. Стоимость - 2200 долларов США, продолжительность - одни сутки.
- Предполагается, что морские перевозки между Роттердамом и Лондоном будут осуществляться три раза в неделю, по вторникам, четвергам и субботам, по цене 100 долларов США.

- Предполагается, что автомобильный транспорт между Роттердамом и Лондоном будет длиться один день и будет стоить 600 долларов США.

- Время трансфера для каждого прибытия-отъезда будет составлять один день, что означает, что транспорт не может уехать в день прибытия.

При строительстве сети всегда будут учитываться наихудшие сценарии, это означает, что, например, для сообщения между Дуйсбургом и Роттердамом, если транспортировка может происходить три раза в неделю, а также пять раз в неделю в зависимости от компании, мы будем использовать сценарий три раза в неделю.

Также важно указать, что стоимость здесь указана для 40-футовых контейнеров High-Cube, которые похожи на стандартные, но выше. Эти контейнеры используются для всех типов генеральных грузов, больше подходят для крупногабаритных грузов.

В этом случае будет несколько связей, основанных на статье Сео и др. (2017). Помимо уже существующих в статье соединений, были добавлены новые, чтобы сделать сеть более полной и более точно продемонстрировать реальность. Сеть будет иметь двадцать шесть различных соединений от Чунцина до Лондона. (см. Приложение Н)

Добавлены следующие соединения:

- Из Дуйсбурга в Лондон по дороге
- Из Дуйсбурга в Лондон по железной дороге
- Из Дуйсбурга в Роттердам по дороге
- Из Роттердама в Лондон по воздуху
- Из Роттердама в Лондон по дороге.

4.5 Конкретные случаи в сети Чунцин-Лондон

В этом разделе будут показаны самые длинные и самые короткие маршруты в построенной сети, а также самые дорогие и самые дешевые.

4.5.1 Самое дешевое соединение

Самый дешевый набор соединений из Чунцина в Лондон всегда будет тот, который использует только морской вид транспорта. Для этой сети этот набор показан на рисунке 20.

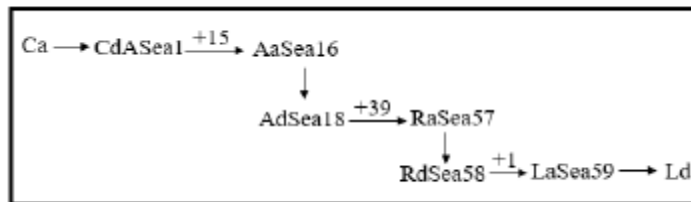


Рисунок 20. Соединения C-A-R-L через море

Источник: Собственный

Эти соединения будут стоить 2454 доллара США, 371 доллар США за первую доставку из Чунцина в Шанхай, 1983 долларов США за вторую из Шанхая в Роттердам и 100 долларов США за последнее сообщение между Роттердамом и Лондоном. Независимо от времени выполнения заказа, морской режим всегда обеспечивает самые длинные соединения и наименее дорогостоящие.

4.5.2 Самое дорогое соединение

Самый дорогой набор соединений, показанный на Рисунке 21, будет тот, который полностью использует воздушный режим, так как это самый дорогой режим.

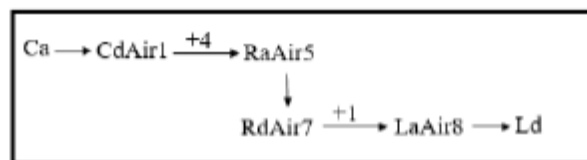


Рисунок 21. Соединения C-R-L через воздух

Источник: Собственный

Стоимость этих стыковок составит 8930 долларов США из Чунцина в Роттердам и 2200 долларов США оттуда до Лондона, что в сумме составит 11130 долларов США.

4.5.3 Кратчайшее соединение

В этой сети есть два возможных набора соединений, которые достигают Лондона в один и тот же день, как показано на рис. 22 и 23, но отличаются только стоимостью. Для созданной сети 7 - это минимально возможная продолжительность.

Обе группы стыковок отправляются из Чунцина в 1 день (понедельник), а на пятый день можно добраться до Роттердама по воздуху за 4 дня. Отсюда есть две возможности: либо отправиться морским путем, покинув Роттердам на 6 день и достигнув Лондона на 7 день, или ехать по тому же графику.

Пример 1:

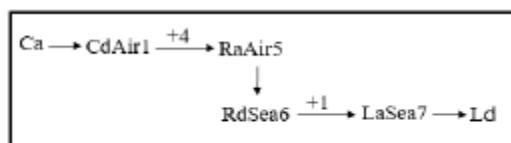


Рисунок 22. Соединения C-R-L по воздуху и морю.

Источник: Собственный

Пример 2:

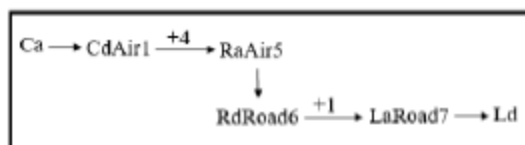


Рисунок 23. Соединения C-R-L по воздуху и по дороге

Источник: Собственный

Стоимость первого примера, который использует воздух и море, составляет 8930 долларов США по воздуху и 100 долларов США по морю, всего 9030 долларов США. Второй пример имеет такую же стоимость при первом подключении, а во втором - 600 долларов США, что в сумме составляет 9530 долларов США.

Для разного времени выполнения заказа будут получены разные сети, доставляющие группу подключений, которые соответствуют представленному времени выполнения заказа, а затем указывается наиболее эффективное решение. В этом случае будет предложено решение, использующее как воздушный, так и морской вид транспорта, поскольку он является наименее дорогим из двух.

4.6 Описание процесса

Чтобы объяснить процесс решения проблемы экономии, будут использованы две программы: Open Solver и Visual Basic для приложений. Оба работают в Excel и будут важны для результатов диссертации.

Цель Open Solver - решать большие линейные и целочисленные задачи, оптимизируя их. Он будет использоваться как способ построения сетевой модели, куда будут вставлены переменные решения, цель и ограничения. После этого модель будет решена программой, и в этой ситуации она предоставит оптимальное по стоимости решение (OpenSolver, s.d.).

Visual Basic для приложений (VBA) - это язык программирования, управляемый событиями, который присутствует во всех программах Microsoft Office, что означает, что его также можно использовать в Excel. Большинство операций, выполняемых с помощью клавиатуры или мыши, может выполняться VBA, и автоматизация повторяющихся задач является одним из его основных преимуществ и распространенным использованием (Microsoft, 2019).

Автоматизация повторяющихся задач - это как раз основное использование VBA в этой сети, поскольку ее цель - постоянно выполняться, в зависимости от предоставленного времени выполнения. Что касается этой сети, то могут измениться доступные соединения для данного состояния, которые будут зависеть от заданных временных окон.

Задача макроса - записать на листе доступные дуги и узлы за определенное время выполнения заказа. Информация, собранная в этих дугах / узлах и в доставленной модели, извлекается из сетевой информации, ранее определенной на листе Excel (см. Приложение L к M). После установления времени выполнения макрос должен быть запущен, чтобы узлы и дуги можно было переписать в соответствии с ним. Эти дуги представлены по

столбцам. Затем модель на Open Solver проверяется соответствующим образом и решается. Модель следующая:

- Целевая ячейка - стоимость, которую нужно минимизировать;
- Переменная - столбец «Перейти», который будет содержать решение проблемы. Каждая ячейка представляет собой двоичную переменную и принимает значение 1, если дуга используется в решении, и 0 в противном случае.
- Используемое ограничение касается сохранения потока, при котором входящий поток должен быть таким же, как исходящий поток.

Решение будет указано в столбце «Перейти», и оттуда можно будет выбрать оптимальный маршрут, гарантирующий предоставленное время выполнения заказа, а также связанные с ним наиболее экономичные затраты.

Решающим элементом здесь будет стоимость, поскольку цель этой сети - оптимизировать маршруты за счет минимизации затрат, будь то на топливо или сборы за документацию / оборудование. Это причина того, почему автоматизация повторяющихся задач важна: одна и та же модель будет работать каждый раз, когда изменяется время выполнения заказа, предлагая разные решения в зависимости от различных заказов на перевозку.

5. Заказы на фрахт

В этой главе инструмент поддержки принятия решений будет использован для иллюстрации некоторых случаев в сети Чунцин-Лондон. Конкретные маршруты и стоимость будут доставлены соответственно.

5.1 Срок поставки 15 дней

Учитывая время выполнения заказа в 15 дней и сохраняя шесть местоположений, четыре вида транспорта и шестнадцать соединений, при запуске модели решение, предоставляемое моделью, представлено на рисунке 24.

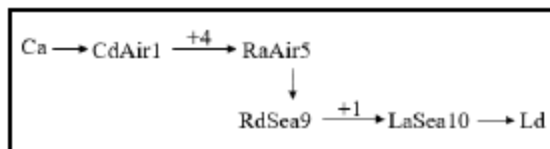


Рисунок 24. Решение для 15 дней выполнения заказа

Источник: Собственный

Представленный маршрут достигает Лондона на 10-й день морем, его общая стоимость составляет 9030 долларов США. Как уже упоминалось, это один из возможных маршрутов с наименьшими затратами, который соответствует затраченному времени выполнения заказа. Однако есть больше возможностей при тех же затратах. Например, при достижении Роттердама первое доступное отправление с моря происходит на 6-й день, а не на 9-й день, а прибытие в Лондон - на 7-й день с соблюдением времени и той же стоимости.

Инструмент предлагает только одно возможное решение за запрошенное время выполнения заказа, хотя может быть и больше вариантов (см. Приложение N).

5.2 Наименьшее возможное время выполнения заказа - 7 дней

Минимальное время выполнения заказа для сети, построенной в этой диссертации, составляет 7 дней. При использовании инструмента поддержки принятия решений для определения маршрута, доставляемого в данном случае, результат

аналогичен предыдущему примеру, когда дело касается затрат, но используется ранний выезд, так как показано на рисунке 25.

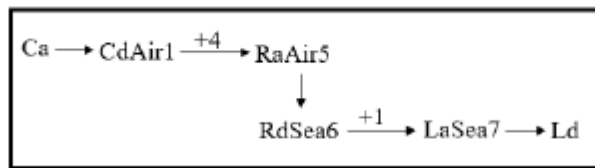


Рисунок 25. Самый короткий и самый дешевый маршрут.

Источник: Собственный

Доставленное решение прибывает в Лондон на 7-й день, его общая стоимость составляет 9030 долларов США. Это также хороший пример того, как разные решения подходят для разных условий. (см. Приложение O).

5.3 Срок выполнения 40 дней (разные подключения)

Чтобы объяснить гибкость сетевой методологии, давайте рассмотрим сеть, показанную на рисунке 26, которая похожа на сеть построенную в этой диссертации, но с меньшим количеством связей.

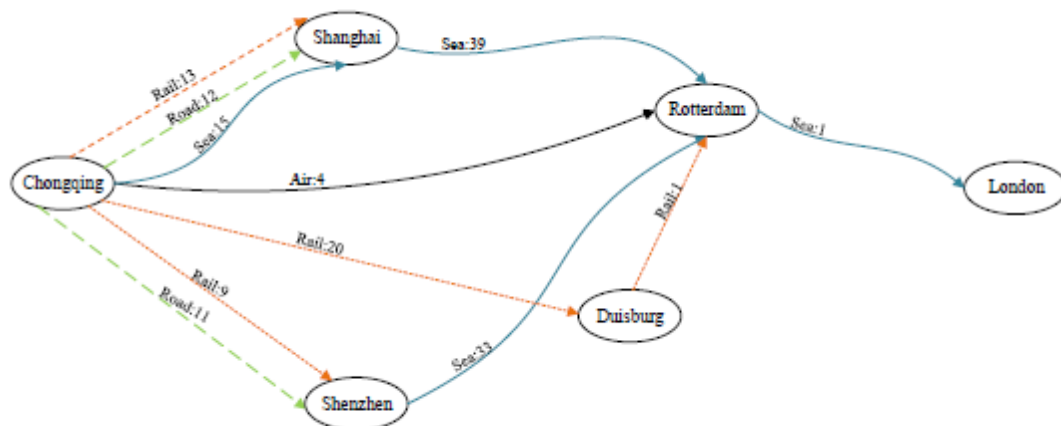


Рисунок 26. Упрощенная сеть между Чунцином и Лондоном.

Источник: Собственный

Учитывая время выполнения заказа в 40 дней, поставленное решение показано на рисунке 27.

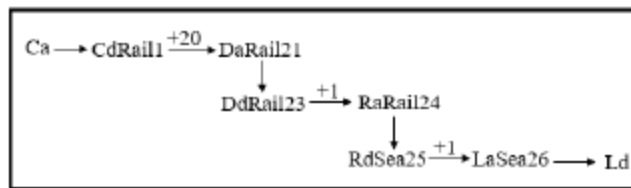


Рисунок 27. Решение на 40 дней выполнения заказа

Источник: Собственный

Стоимость этого решения составляет 4537 долларов США, предлагая решение, которое прибывает в пункт назначения за несколько дней до необходимого дня доставки и по более низкой цене. Этот маршрут использует железнодорожный и морской вид транспорта, что оправдывает более высокую стоимость из-за использования железнодорожного транспорта.

6. Выводы

В этой главе будут представлены окончательные выводы этого тезиса, которые касаются ответа на предложенные цели, а также его ограничения. Также будут разъяснены рекомендации для будущих исследований, которые могут быть сделаны в этой области.

6.1 Основные выводы

Настоящее исследование имеет своей целью найти применимую информацию для развития мультимодальной сети между Китаем и Европой, которая представляет различные решения с учетом определенного времени выполнения заказа, создание различных сетей и, наконец, предоставление оптимального решения по стоимости, которое соответствует на один из путей, найденных во время выполнения заказа. Чтобы ответить на этот вопрос, было определено несколько шагов.

Первый был основан на тщательном исследовании подобных случаев, которые уже могли существовать в литературе. Был найден документ о мультимодальной сети между Чунцином и Роттердамом, и построение этой тезисной сети началось с бумаги в качестве поддержки. Само исследование является решающим моментом в построении этого тезиса для сбора информации по разрабатываемой теме.

Во-вторых, сетевые местоположения и подключения были установлены на основе собранной информации и нескольких предположений, сделанных для определения еженедельной частоты и точных дней недели, которые имеет каждое подключение. Большинство использованных затрат и продолжительности взяты из литературы (Seo et al., 2017), другие следует предполагать, а некоторые взяты с веб-сайтов поставщиков логистических услуг. Отсюда можно было понять несколько деталей и методологию, использованную при построении сети, а также тот факт, что эта сеть возвращает наиболее эффективный путь, обеспечивая доставку в установленные сроки.

После создания сети и для ее работы была разработана модель с использованием VBA и OpenSolver в качестве поддержки для демонстрации всего процесса. Инструмент VBA также использовался для построения сети с использованием описанного процесса, а также для написания математической модели, используемой OpenSolver.

Можно было сделать вывод, что:

- При разном времени выполнения заказа может быть получена другая сеть, содержащая все возможные пути достижения пункта назначения. Это означает, что груз может идти от пункта отправления до пункта назначения через различные соединения.
- После того, как будут найдены возможные соединения, будет предложено экономичное решение с минимальными затратами.
- Возможно, что сеть не предоставит какое-либо возможное решение, но это произойдет только в том случае, если время выполнения заказа меньше минимально возможной общей продолжительности.
- Сеть может быть применена для других случаев, имея больше или меньше местоположений, больше или меньше соединений, ее просто нужно адаптировать и построить. Необходимо определить места и способы транспортировки, а также стоимость и продолжительность соединений. Отсюда модель может быть переписана, и новые оптимальные решения будут предоставлены в соответствии со сроками выполнения заказа.

Результаты, представленные в ходе этой диссертации, показывают, что можно иметь несколько вариантов в одном наборе соединений, но с разными датами отправления, и при этом достичь конечного пункта назначения в пределах времени выполнения заказа и с минимальными затратами. Поставляемое решение будет только по одному для каждого случая.

В заключение, цели данной диссертации были поставлены, поскольку было проведено тщательное исследование и найдены различные варианты построения сети. После этого была создана сеть между Китаем и Европой с учетом всей полученной информации и сделанных предположений, что позволило успешно предоставить оптимальное решение и гарантировать предоставленные сроки.

6.2 Ограничения

Основным ограничением, обнаруженным при выполнении этой диссертации, было отсутствие информации о планировании перевозок, продолжительности и стоимости. Это происходило для каждого вида транспорта, для разных маршрутов. Основная информация основана на статье Seo et al., (2017).

6.3 Будущие исследования

В этом тезисе есть некоторые моменты, которые не были развиты не только из-за отсутствия информации, но и из-за того, что сеть уже была сложной и имела несколько сложных особенностей.

Один из моментов, который не рассматривался в этом тезисе, касается трансфертных расходов. Под издержками трансфера давайте рассмотрим стоимость перевозки груза с одного вида транспорта на другой в пределах одного и того же места. Эта стоимость будет варьироваться от режима к режиму и, вероятно, также будет существовать в том же режиме, но если бы корабль / грузовик / железная дорога / самолет пришлось бы сменить.

Другой важный вопрос, который также не был проработан, касается складских затрат. Эта стоимость существует, когда компания хочет перевезти какой-то груз и не может сделать это в первый день (пример), что означает, что дополнительные дни будут сопряжены с затратами на запасы. Другая ситуация, когда это происходит, - это во время перевозки, поскольку груз остается как минимум один день в определенном месте, он должен храниться, и в зависимости от того, сколько дней груз остается в одном месте, тем больше затраты на инвентаризацию. Это означает, что эти затраты тем выше, чем больше у груза дней складирования.

Также необходимо учитывать затраты на ожидание. Хотя они могут включать в себя ранее обсуждавшиеся инвентарные расходы, существуют и другие сборы и сборы, которые необходимо оплатить, когда груз стоит в одном месте в ожидании транспортировки.

Расширение этой сети также является важной темой для рассмотрения. Он может быть расширен, чтобы иметь больше пунктов отправления, назначения, промежуточных местоположений или даже больше соединений с помощью различных режимов. Его можно адаптировать ко всему, что необходимо, если информация хорошо отображается. Также могут быть включены различные виды транспорта, что делает сеть более сложной.

Наконец, при разработке этой сети внешние факторы, такие как загруженность дорог или погодные условия, не учитывались при определении продолжительности соединения, что означает, что каждый режим будет сталкиваться с разными препятствиями. Эти внешние факторы имеют большое значение, поскольку они могут влиять на общую продолжительность определенного транспорта. Это важно, так как надежность доставки груза к месту назначения в ожидаемые сроки также может повлиять на решение.

7. Bibliography

- Asgari, N., Hassani, A., Jones, D., & Nguye, H. H. 2015. Sustainability Ranking of the UK Major Ports: Methodology and Case Study. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 78: 19-39.
- Banomyong, R., & Beresford, A. K. 2001. Multimodal Transport: The Case of Laotian Garment Exporters. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(9): 663-685.
- Beresford, A. K. 1999. Modelling Freight Transport Costs: A Case Study of the UK-Greece Corridor. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2(3): 229-246.
- Beresford, A., Pettit, S., & Liu, Y. 2011. Multimodal Supply Chains: Iron Ore from Australia to China. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(1): 32-42.
- Cai, P., 2017. *Understanding China's Belt and Road Initiative*. [Online]
Available at: <https://www.lowyinstitute.org/publications/understanding-belt-and-road-initiative>
[Accessed 2 november 2018].
- Chen, I. J., & Paulraj, A. 2004. Towards a Theory of Supply Chain Management: The Constructs and Measurements. *Journal of Operations Management*, 22: 119-150.
- Crainic, T. G. 2003. A Survey of Optimization Models for Long-Haul freight Transportation. In: R. W. Hall, ed. *Handbook of Transportation Science*: 451-516. Boston, MA: Springer.
- Crainic, T. G., & Kim, K. H. 2006. Intermodal Transportation. *Transportation*, 14: 467-537.
- Dell, M. 2018. *GOV.UK* [Online]
Available at:
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/826446/port-freight-statistics-2018.pdf
[Accessed September 2019].
- DHL, n.d. *DHL*. [Online]
Available at: <https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/dhl-global-forwarding/documents/pdf/dhl-glo-dgf-rail-freight.pdf>
[Accessed February 2019].
- Dib, O., Manier, M., Moalic, L., & Caminada, A. 2017. A Multimodal Transport Network Model and Efficient Algorithms for Building Advanced Traveler Information Systems. *Transportation Research Procedia*, 22: 134-143.
- ECMT, 1968. *European Conference of Ministers of Transport*, Paris: OECD Publishing.

- Eurostat, 2014. *Eurostat*. [Online]
Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/5180910/7-18032014-BP-EN.PDF/b1387dd3-978f-4525-992a-c0682a17e984?version=1.0>
[Accessed September 2019].
- Eurostat, 2018. *China: EU's largest partner for imports*. [Online]
Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/DDN-20180522-1>
[Accessed September 2019].
- Eurostat, 2019. *Volume of Containers Transported To/From Main Ports*. [Online]
Available at:
https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=mar_go_qm_c2012&lang=en
[Accessed September 2019].
- Evans, I., 2017. *Elsevier*. [Online]
Available at: <https://www.elsevier.com/connect/infographic-how-chinas-one-belt-one-road-initiative-will-change-research-collaboration>
[Accessed November 2018].
- Flodén, J., Barthel, F., & Sorkina, E. 2017. Transport Buyers Choice of Transport Service - A Literature Review of Empirical Results. *Transportation Business & Management*, 23: 35-45.
- Harris, I., Wang, Y., & Wang, H. 2015. ICT in Multimodal Transport and Technological Trends: Unleashing Potential for the Future. *International Journal of Production Economics*, 159: 88-103.
- Hou, Q., & Li, S. 2011. Transport Infrastructure Development and Changing Spatial Accessibility in the Greater Pearl River Delta, China, 1990-2020. *Journal of Transport Geography*, 19(6): 1350-1360.
- Huang, Y. 2016. Understanding China's Belt & Road Initiative: Motivation, Framework and Assessment. *China Economic Review*, 40: 314-321.
- HUPAC, n.d. *HUPAC*. [Online]
Available at: <https://www.hupac.com/EN/Timetable-a71f6000>
[Accessed February 2019].
- Islam, D. M. Z., Dinwoodie, J., & Roe, M. 2005. Towards Supply Chain Integration Through Multimodal Transport in Developing Economies: The Case of Bangladesh. *Maritime Economics & Logistics*, 7: 382-399.
- Kaewfak, K., & Ammarapala, V. 2018. The Decision Making of Freight Route in Multimodal Transportation. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 25(1): 1-10.
- Kim, H., Nicholson, A., & Kusumastuti, D. 2017. Analysing Freight Shippers' Mode Choice Preference Heterogeneity Using Latent Class Modelling. *Transport Research Procedia*, 25: 1109-1125.

- Kombiverkehr, n.d. *Kombiverkehr*. [Online]
Available at: <https://www.kombiverkehr.de/en/transport/#fahrplan>
[Accessed February 2019].
- Kotowska, I., Mankowska, M., & Plucinski, M. 2018. Inland Shipping to Serve the Hinterland: The Challenge for Seaport Authorities. *Sustainability*, 10(10): 1-17.
- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. 1998. Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, 9: 1-20.
- Li, J., & Oh, Y. 2010. A Research on Competition and Cooperation Between Shanghai Port and Ningbo-Zhoushan Port. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 26(1): 67-92.
- Li, Y., Bolton, K., & Westphal, T. 2018. The Effect of the New Silk Road Railways on Aggregate Trade Volumes Between China and Europe. *Journal of Chinese Economic and Business Studies*, 16(3): 275-292.
- Loo, B. P. Y., & Hook, B. 2002. Interplay of International, National and Local Factors in Shaping Container Port Development: A Case Study of Hong Kong. *Transport Reviews*, 22(2): 219-245.
- Manson, N. J. 2006. Is Operations Research Really Research?. *Orion*, 22(2): 155-180.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J.S., Min, S., Nix, N.W., Smith, C.D., & Zacharia, Z.G. 2001. Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2): 1-25.
- Microsoft, 2019. *Getting Started with VBA in Office*. [Online]
Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/office/vba/library-reference/concepts/getting-started-with-vba-in-office>
[Accessed July 2019].
- Muller-Hannemann, M., Schulz, F., Wagner, D., & Zaroliagis, C. 2004. Timetable Information: Models and Algorithms. In: S. B. Heidelberg, ed. *Algorithmic Methods for Railway Optimization: International Dagstuhl Workshop*: 67-90. Bergen, Norway: s.n.
- Notteboom, T. 2012. Challenges for Container River Services on the Yangtze River: A Case Study for Chongqing. *Research in Transportation Economics*, 35: 41-49.
- OOCL, n.d. *OOCL*. [Online]
Available at:
<https://www.oocl.com/eng/ourservices/eservices/sailingschedule/Pages/default.aspx>
[Accessed February 2019].
- OpenSolver, n.d. *OpenSolver*. [Online]
Available at: <https://opensolver.org/>
[Accessed July 2019].
- Pajor, T. 2009. *Multi-Modal Route Planning*. Universitat Karlsruhe

- Pettit, S. J., & Beresford, A. K. C. 2008. An Assessment of Long-Term United Kingdom Port Performance: A Regional Perspective. *Maritime Economics & Logistics*, 10: 53-74.
- Pham, T. Y., & Yeo, G. 2018. A Comparative Analysis Selecting the Transport Routes of Electronics Components from China to Vietnam. *Sustainability*, 10(7): 1-18.
- PORDATA, 2019. *Importações de bens: total e por principais países parceiros comerciais*. [Online]
Available at:
<https://www.pordata.pt/Portugal/Importa%3%a7%3%b5es+de+bens+total+e+por+principais+pa%3%ades+parceiros+comerciais-2345>
[Accessed September 2019].
- Wide Scope, 2012. *Wide Scope*. [Online]
Available at: <http://www.widescope.pt/2012/07/>
[Accessed September 2019].
- Seo, Y. J., Chen, F., & Roh, S. Y. 2017. Multimodal Transportation: The Case of Laptop from Chongqing in China to Rotterdam in Europe. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(3): 155-165.
- Shevchuk, R., & Snarskii, A. 2012. Transforming a Complex Network to an Acyclic One. *Physica A*, 391(23): 6184-6189.
- Shi, H., & Xing, Y. 2015. The Development of Rotterdam Port Enlightenment to the Ports of Jiangsu. *Journal of Coastal Research*, 73: 116-118.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. 2002. The Collaborative Supply Chain: A Scheme for Information Sharing and Incentive Alignment. *The International Journal of Logistics Management*, 13: 15-30.
- Sitek, P., & Wikarek, J. 2012. *Cost Optimization of Supply Chain with Multimodal Transport*. Wrocław, Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp. 1111-1118.
- Song, D. 2002. Regional Container Port Competition and Co-Operation: The Case of Hong Kong and South China. *Journal of Transport Geography*, 10: 99-110.
- Stadie Seifi, M., Dellaert, N.P., Nuijten, W., Van Woensel, T., & Raoufi, R. 2014. Multimodal Freight Transportation Planning: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, 233(1): 1-15.
- Sun, J., & Hou, J. W. 2019. Monetary and Financial Cooperation Between China and the One Belt One Road Countries. *Emerging Markets Finance and Trade*, 55(11): 2609-2627.
- UNCTAD, 1981. *United Nations Conference on a Convention on International Multimodal Transport*. New York, United Nations Publication.
- UNCTAD, 2003. *Efficient Transport and Trade Facilitation to Improve Participation by Developing Countries in International Trade*. Geneva, s.n.

- Wang, J. J., & Slack, B. 2006. Regional Governance of Port Development in China: A Case Study of Shanghai International Shipping Center. *Maritime Policy & Management*, 31(4): 357-373.
- Woo, S., Kim, S., Kwak, D., Petit, S., & Beresford, A. 2018. Multimodal Route Choice in Maritime Transportation: The Case of Korean Auto-Parts Exporters. *Maritime Policy & Management*, 45(1): 19-33.
- Yeh, W. 2016. New Method in Searching for All Minimal Paths for the Directed Acyclic Network Reliability Problem. *IEEE Transactions on Reliability*, 65(3): 1263-1270.
- Zhao, Y., Yang, Z. & Haralambides, H. 2019. Optimizing the transport of export container along China's coronary artery: The Yangtze River. *Journal of Transport Geography*: 77:11-25.

8. Appendix

Appendix A. Connection 1 From the Paper

Route	Schedule	Duration	Cost (USD)
Chongqing- Shanghai (sea)	Monthly (assumption twice a week – Mon, Thu)	15	371
Shanghai – Rotterdam (sea)	5 times per week (Mon, Tue, Thu, Fri, Sat)	39	1983

Source: (Seo et al., 2017)

Appendix B. Connection 2 From the Paper

Route	Schedule	Duration	Cost (USD)
Chongqing – Shanghai (road)	Assumption: Everyday	12	1654
Shanghai – Rotterdam (sea)	5 times per week (Mon, Tue, Thu, Fri, Sat)	39	1983

Source: (Seo et al., 2017)

Appendix C. Connection 3 From the Paper

Route	Schedule	Duration	Cost (USD)
Chongqing – Shanghai (rail)	Assumption: twice a week (Tue, Sat)	13	1165
Shanghai – Rotterdam (sea)	5 times per week (Mon, Tue, Thu, Fri, Sat)	39	1983

Source: (Seo et al., 2017)

Appendix D. Connection 4 From the Paper

Route	Schedule	Duration	Cost (USD)
Chongqing – Rotterdam (air)	Assumption: every 7 days	4	8930

Source: (Seo et al., 2017)

Appendix E. Connection 5 From the Paper

Route	Schedule	Duration	Cost
Chongqing – Shenzhen (road)	Assumption: Everyday	11	1500
Shenzhen – Rotterdam (sea)	3 times a week (Mon, Sat, Sun)	33	1883

Source: (Seo et al., 2017)

Appendix F. Connection 6 From the Paper

Route	Schedule	Duration	Cost (USD)
Chongqing – Shenzhen (rail)	Assumption: 2 days a week (Tue, Sat)	9	1183
Shenzhen – Rotterdam (sea)	3 times a week (Mon, Sat, Sun)	33	1883
Rotterdam – London (sea)	3 times a week (Tue, Thu, Sat)	1	500

Source: (Seo et al., 2017)

Appendix G. Connection 7 From the Paper

Route	Schedule	Duration	Cost
Chongqing – Duisburg (rail)	3 times a week (Mon, Thu, Sat)	20	3885
Duisburg – Rotterdam (rail)	5 times a week (Mon, Tue, Wed, Thu, Fri – 6pm)	1	552

Source: (Seo et al., 2017)

Appendix H. Connections between Chongqing and London

Route	
1	Chongqing - (sea) Shanghai - (sea) Rotterdam - (sea) London
2	Chongqing - (sea) - Shanghai - (sea) Rotterdam - (road) London
3	Chongqing - (sea) - Shanghai - (sea) Rotterdam - (air) London
4	Chongqing - (road) Shanghai - (sea) Rotterdam - (sea) London
5	Chongqing - (road) Shanghai - (sea) Rotterdam - (road) London
6	Chongqing - (road) Shanghai - (sea) Rotterdam - (air) London
7	Chongqing - (rail) Shanghai - (sea) Rotterdam - (sea) London
8	Chongqing - (rail) Shanghai - (sea) Rotterdam - (road) London
9	Chongqing - (rail) Shanghai - (sea) Rotterdam - (air) London
10	Chongqing - (air) Rotterdam - (sea) London
11	Chongqing - (air) Rotterdam - (road) London
12	Chongqing - (air) Rotterdam - (air) London
13	Chongqing - (road) Shenzhen - (sea) Rotterdam - (sea) London
14	Chongqing - (road) Shenzhen - (sea) Rotterdam - (road) London
15	Chongqing - (road) Shenzhen - (sea) Rotterdam - (air) London
16	Chongqing - (rail) Shenzhen - (sea) Rotterdam - (sea) London
17	Chongqing - (rail) Shenzhen - (sea) Rotterdam - (road) London
18	Chongqing - (rail) Shenzhen - (sea) Rotterdam - (air) London
19	Chongqing - (rail) Duisburg - (rail) Rotterdam - (sea) London
20	Chongqing - (rail) Duisburg - (rail) Rotterdam - (road) London
21	Chongqing - (rail) Duisburg - (rail) Rotterdam - (air) London
22	Chongqing - (rail) Duisburg - (road) Rotterdam - (sea) London
23	Chongqing - (rail) Duisburg - (road) Rotterdam - (road) London
24	Chongqing - (rail) Duisburg - (road) Rotterdam - (air) London
25	Chongqing - (rail) Duisburg - (road) London
26	Chongqing - (rail) Duisburg - (rail) London

Source: Own

Appendix I. Information to Build the Optimal Solution - Connections

Cnx Index	Departure Location	Mode of Transport	Arrival Location	Cnx		Weekly Departure Days	Weekly		Departure Dates							
				Cnx Cost	Duration		Frequency									
1	C	Sea	A	371	25	Mo/Thu	2	1	4							
2	C	Rail	A	1165	13	Tue/Sat	2	2	6							
3	C	Rail	D	2885	20	Mo/Thu/Sat	3	1	4	6						
4	C	Rail	E	1183	9	Tue/Sat	2	2	6							
5	C	Road	A	2054	12	Daily	7	1	2	3	4	5	6	7		
6	C	Road	E	1500	11	Daily	7	1	2	3	4	5	6	7		
7	C	Air	R	8010	4	Mo	1	1								
8	A	Sea	R	1983	39	Mo/Tue/Thu/Fri/Sa	5	1	2	4	5	6				
9	D	Rail	R	552	1	Mo/Tue/Wed/Thu/Fri	5	1	2	3	4	5				
10	D	Road	R	600	33	Mo/Sa/Su	7	1	6	7						
11	E	Sea	R	1883	1	Mo/Sa/Su	3	1	6	7						
12	D	Road	L	610	1	Daily	7	1	2	3	4	5	6	7		
13	D	Rail	L	600	1	Mo	1	1								
14	R	Sea	L	100	1	Tue/Thu/Sat	3	2	4	6						
15	R	Road	L	600	1	Daily	7	1	2	3	4	5	6	7		
16	R	Rail	L	2100	1	Mo/Wed/Fri/Sun	4	1	3	5	7					

Source: Own

Appendix J. Information to Build the Optimal Solution - Dimensions

Day 1:	Monday, 1st of April, 2019
Number of Days	25
Number of Locations	6
Number of Modes of transportation	4
Number of Connections	16

Source: Own

Appendix K. Information to Build the Optimal Solution - Locations

Location Index	Location Name	Locs			
1	Chongqing	C			
2	Shanghai	A			
3	Duisburg	D			
4	Shenzhen	E			
5	Rotterdam	R			
6	London	L			
NOTE: the first location has to be the origin the last location has to be the final destination					

Source: Own

Appendix L. Information to Build the Optimal Solution – Modes of Transport

Mode Index	Mode Name	Modes
1	Sea	Sea
2	Road	Road
3	Rail	Rail
4	Air	Air

Source: Own

Appendix M. Information to Build the Optimal Solution – Shortest Duration

		TO					
		1 C	2 A	3 D	4 E	5 R	6 L
FROM	1 C	0	13	21	10	5	7
	2 A	32767	0	32767	32767	40	42
	3 D	32767	32767	0	32767	2	2
	4 E	32767	32767	32767	0	34	36
	5 R	32767	32767	32767	32767	0	2
	6 L	32767	32767	32767	32767	32767	0

Source: Own

Appendix N. Decision-Support Tool Results For a 15 Days Lead Time

From	To	Cost	Go	Node	Real Flow	Required Flow	Total Cost
LaSea7	Ld	0	0	Ca	1	1	9030
LaSea10	Ld	0	1	CdAir1	0	0	
LaSea12	Ld	0	0	CdAir8	0	0	
LaSea14	Ld	0	0	RaSea5	0	0	
LaRoad7	Ld	0	0	RdSea6	0	0	
LaRoad8	Ld	0	0	RaSea6	0	0	
LaRoad9	Ld	0	0	RaSea7	0	0	
LaRoad10	Ld	0	0	RaSea8	0	0	
LaRoad11	Ld	0	0	RdSea9	0	0	
LaRoad12	Ld	0	0	RaSea9	0	0	
LaRoad13	Ld	0	0	RaSea10	0	0	
LaRoad14	Ld	0	0	RdSea11	0	0	
LaRoad15	Ld	0	0	RaSea12	0	0	
LaRail8	Ld	0	0	RdSea13	0	0	
LaRail9	Ld	0	0	RaSea13	0	0	
LaRail11	Ld	0	0	RdRoad6	0	0	
LaRail13	Ld	0	0	RdRoad7	0	0	
LaRail15	Ld	0	0	RdRoad8	0	0	
RdSea6	LaSea7	100	0	RdRoad9	0	0	
RaSea5	RdSea6	0	0	RdRoad10	0	0	
RaRail5	RdSea6	0	0	RdRoad11	0	0	
RaAir5	RdSea6	0	0	RdRoad12	0	0	
RdRoad6	LaRoad7	600	0	RdRoad13	0	0	
RaSea5	RdRoad6	0	0	RdRoad14	0	0	
RaRail5	RdRoad6	0	0	RaRail5	0	0	
RaAir5	RdRoad6	0	0	RaRail6	0	0	
RdRoad7	LaRoad8	600	0	RdRail7	0	0	
RaSea6	RdRoad7	0	0	RdRail8	0	0	
RaRail6	RdRoad7	0	0	RaRail9	0	0	
RaSea5	RdRoad7	0	0	RdRail10	0	0	
RaRail5	RdRoad7	0	0	RaRail10	0	0	
RaAir5	RdRoad7	0	0	RaRail11	0	0	
RdRail7	LaRail8	2200	0	RdRail12	0	0	
RaSea6	RdRail7	0	0	RaRail12	0	0	
RaRail6	RdRail7	0	0	RaRail13	0	0	
RaSea5	RdRail7	0	0	RdRail14	0	0	
RaRail5	RdRail7	0	0	RaAir5	0	0	
RaAir5	RdRail7	0	0	RaAir12	0	0	
RdRoad8	LaRoad9	600	0	LaSea7	0	0	
RaSea7	RdRoad8	0	0	LaSea10	0	0	
RaSea6	RdRoad8	0	0	LaSea12	0	0	
RaRail6	RdRoad8	0	0	LaSea14	0	0	
RaSea5	RdRoad8	0	0	LaRoad7	0	0	
RaRail5	RdRoad8	0	0	LaRoad8	0	0	
RaAir5	RdRoad8	0	0	LaRoad9	0	0	

RdRail8	LaRail0	2200	0	LaRoad10	0	0		
RaSea7	RdRail8	0	0	LaRoad11	0	0		
RaSea6	RdRail8	0	0	LaRoad12	0	0		
RaRail0	RdRail8	0	0	LaRoad13	0	0		
RaSea5	RdRail8	0	0	LaRoad14	0	0		
RaRail5	RdRail8	0	0	LaRoad15	0	0		
RaAir5	RdRail8	0	0	LaRail8	0	0		
RdSea9	LaSea10	100	1	LaRail9	0	0		
RaSea8	RdSea9	0	0	LaRail11	0	0		
RaSea7	RdSea9	0	0	LaRail13	0	0		
RaSea6	RdSea9	0	0	LaRail15	0	0		
RaRail6	RdSea9	0	0	Ld	-1	-1		
RaSea5	RdSea9	0	0					
RaRail0	RdSea9	0	0					
RaAir5	RdSea9	0	1					
RdRoad9	LaRoad10	600	0					
RaSea8	RdRoad9	0	0					
RaSea7	RdRoad9	0	0					
RaSea6	RdRoad9	0	0					
RaRail0	RdRoad9	0	0					
RaSea5	RdRoad9	0	0					
RaRail5	RdRoad9	0	0					
RaAir5	RdRoad9	0	0					
RaAir5	RdRoad9	0	0					
RdRoad10	LaRoad11	600	0					
RaSea9	RdRoad10	0	0					
RaRail9	RdRoad10	0	0					
RaSea8	RdRoad10	0	0					
RaSea7	RdRoad10	0	0					
RaSea6	RdRoad10	0	0					
RaRail6	RdRoad10	0	0					
RaSea5	RdRoad10	0	0					
RaRail5	RdRoad10	0	0					
RaAir5	RdRoad10	0	0					
RdRail10	LaRail11	2200	0					
RaSea9	RdRail10	0	0					
RaRail9	RdRail10	0	0					
RaSea8	RdRail10	0	0					
RaSea7	RdRail10	0	0					
RaSea6	RdRail10	0	0					
RaRail6	RdRail10	0	0					
RaSea5	RdRail10	0	0					
RaRail5	RdRail10	0	0					
RaAir5	RdRail10	0	0					
RdSea11	LaSea12	100	0					
RaSea10	RdSea11	0	0					
RaRail10	RdSea11	0	0					

RaSea9	RdSea11	0	0						
RaRa10	RdSea11	0	0						
RaSea8	RdSea11	0	0						
RaSea7	RdSea11	0	0						
RaSea6	RdSea11	0	0						
RaRa10	RdSea11	0	0						
RaSea5	RdSea11	0	0						
RaRa15	RdSea11	0	0						
RaAir5	RdSea11	0	0						
RdRoad11	LaRoad12	600	0						
RaSea10	RdRoad11	0	0						
RaRa110	RdRoad11	0	0						
RaSea9	RdRoad11	0	0						
RaRa19	RdRoad11	0	0						
RaSea8	RdRoad11	0	0						
RaSea7	RdRoad11	0	0						
RaSea6	RdRoad11	0	0						
RaRa16	RdRoad11	0	0						
RaSea5	RdRoad11	0	0						
RaRa15	RdRoad11	0	0						
RaAir5	RdRoad11	0	0						
RdRoad12	LaRoad13	600	0						
RaRa111	RdRoad12	0	0						
RaSea10	RdRoad12	0	0						
RaRa110	RdRoad12	0	0						
RaSea9	RdRoad12	0	0						
RaRa19	RdRoad12	0	0						
RaSea8	RdRoad12	0	0						
RaSea7	RdRoad12	0	0						
RaSea6	RdRoad12	0	0						
RaRa10	RdRoad12	0	0						
RaSea5	RdRoad12	0	0						
RaRa15	RdRoad12	0	0						
RaAir5	RdRoad12	0	0						
RdRa112	LaRa113	2200	0						
RaRa111	RdRa112	0	0						
RaSea10	RdRa112	0	0						
RaRa110	RdRa112	0	0						
RaSea9	RdRa112	0	0						
RaRa19	RdRa112	0	0						
RaSea8	RdRa112	0	0						
RaSea7	RdRa112	0	0						
RaSea6	RdRa112	0	0						
RaRa16	RdRa112	0	0						
RaSea5	RdRa112	0	0						
RaRa15	RdRa112	0	0						

RaAir5	RdRail12	0	0						
RdSea13	LaSea14	100	0						
RaSea12	RdSea13	0	0						
RaRail12	RdSea13	0	0						
RaAir12	RdSea13	0	0						
RaRail11	RdSea13	0	0						
RaSea10	RdSea13	0	0						
RaRail10	RdSea13	0	0						
RaSea9	RdSea13	0	0						
RaRail9	RdSea13	0	0						
RaSea8	RdSea13	0	0						
RaSea7	RdSea13	0	0						
RaSea6	RdSea13	0	0						
RaRail9	RdSea13	0	0						
RdRoad13	LaRoad14	800	0						
RaSea12	RdRoad13	0	0						
RaRail12	RdRoad13	0	0						
RaAir12	RdRoad13	0	0						
RaRail11	RdRoad13	0	0						
RaSea10	RdRoad13	0	0						
RaRail10	RdRoad13	0	0						
RaSea9	RdRoad13	0	0						
RaRail9	RdRoad13	0	0						
RaSea8	RdRoad13	0	0						
RaSea7	RdRoad13	0	0						
RaSea6	RdRoad13	0	0						
RaRail6	RdRoad13	0	0						
RdRoad14	LaRoad15	900	0						
RaSea13	RdRoad14	0	0						
RaRail13	RdRoad14	0	0						
RaSea12	RdRoad14	0	0						
RaRail12	RdRoad14	0	0						
RaAir12	RdRoad14	0	0						
RaRail11	RdRoad14	0	0						
RaSea10	RdRoad14	0	0						
RaRail10	RdRoad14	0	0						
RaSea9	RdRoad14	0	0						
RaRail9	RdRoad14	0	0						
RaSea8	RdRoad14	0	0						
RaSea7	RdRoad14	0	0						
RdRail14	LaRail15	2200	0						
RaSea13	RdRail14	0	0						
RaRail13	RdRail14	0	0						
RaSea12	RdRail14	0	0						
RaRail12	RdRail14	0	0						
RaAir12	RdRail14	0	0						
RaRail11	RdRail14	0	0						
RaSea10	RdRail14	0	0						
RaRail10	RdRail14	0	0						
RaSea9	RdRail14	0	0						
RaRail9	RdRail14	0	0						
RaSea8	RdRail14	0	0						
RaSea7	RdRail14	0	0						
CSAR1	RaAir5	8930	1						
CSAR8	RaAir12	8930	0						
Ca	CSAR1	0	1						
Ca	CSAR8	0	0						

Source: Own

Appendix O. Decision-Support Tool Results For a 7 Days Lead Time

From	To	Cost	Go	Node	Real Flow	Required Flow	Total Cost
LaSea7	Ld	0	1	Ca	1	1	9030
LaRoad7	Ld	0	0	CdAir1	0	0	
RdSea6	LaSea7	100	1	RaSea5	0	0	
RaSea5	RdSea6	0	0	RdSea6	0	0	
RaRail5	RdSea6	0	0	RdRoad6	0	0	
RaAir5	RdSea6	0	1	RaRail5	0	0	
RdRoad6	LaRoad7	600	0	RaAir5	0	0	
RaSea5	RdRoad6	0	0	LaSea7	0	0	
RaRail5	RdRoad6	0	0	LaRoad7	0	0	
RaAir5	RdRoad6	0	0	Ld	-1	-1	
KdAir1	RaAir5	8930	1				
Ka	CdAir1	0	1				

Source: Own