

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи



Квашнин Александр Евгеньевич

**Моделирование экономической обоснованности развития
транспортной инфраструктуры**

Направление подготовки 01.04.02
«Прикладная математика и информатика»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2021

Работа выполнена в ФГБОУВО
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель:

Кандидат технических наук,
доцент сотрудник кафедры
«Прикладная математика»
Гордин Сергей Александрович

Рецензент:

Кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
ФГБУН ХФИЦ РАН «Институт
машиноведения и металлургии
ДО РАН»

Защита состоится 25 июня 2021 года в 9 часов 50 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681000, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 204/5.

Автореферат разослан 15 июня 2021 г.

Секретарь ГЭК



Егорова Ю.Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Актуальность темы заключается в поиске новых экономически обоснованных решений в области планирования развития транспортной инфраструктуры.

Целью данной работы является разработка модели, позволяющей на основе прогноза объема грузооборота между узлами транспортной сети построить экономически обоснованный план развития транспортной инфраструктуры, обеспечивающей заданный грузооборот.

Для достижения указанной цели решаются следующие задачи:

- определение основных параметров для анализа (грузооборот, грузопоток, интенсивность, количество населения, длина дорог);
- анализ полученных данных, и построение модели прогнозирования грузооборота в зависимости от численности населения, а так же определение эффективного грузооборота для каждой категории дороги, составляющих транспортную инфраструктуру;
- решение оптимизационной задачи с целью определения оптимальной транспортной инфраструктуры в течении всего периода планирования.

Объектом исследования является развитие транспортных инфраструктур в условиях изменения грузооборота.

Предметом исследования являются математические модели определения экономически обоснованных решений при выборе оптимальной стратегии развития транспортной инфраструктуры.

Научная новизна исследования заключается в предложенной новой модели оценки изменения грузооборота на основе данных по текущей и прогнозной численности населения, а так же в предложенном алгоритме выбора оптимальной стратегии развития транспортной инфраструктуры.

Достоверность и обоснованность результатов исследования.

Основные положения и выводы, полученные в диссертации обоснованы, аргументированы и подтверждены как экспериментально так и на фактических данных.

Практическая значимость обусловлена актуальностью решаемой задачи, постоянном развитии транспортной инфраструктуры Российской Федерации и, следовательно, необходимостью регулярно решать рассматриваемую в данной работе задачу планирования развития транспортной инфраструктуры.

Апробация результатов

Результаты работы докладывалась на:

– III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований», Комсомольск-на-Амуре, 2020 г.

– конференции «Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности», Комсомольск-на-Амуре, 2021 г.

Публикации

1 Квашнин, А.Е. Моделирование экономической обоснованности развития транспортной инфраструктуры / А.Е. Квашнин, С.А. Гордин // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3-х частях. Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.) [и др.]. 2020 Издательство: Комсомольский-на-Амуре государственный университет (Комсомольск-на-Амуре)

2 Квашнин, А.Е. Методы и расчеты экономического эффекта от реализации проектов комплексного освоения территорий / А.Е. Квашнин, С.А. Гордин // «Актуальные проблемы информационно-

телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности». – 2021.

Структура и объем.

Магистерская диссертация состоит из введения, общей характеристики, трех глав, заключения и списка литературы. Объем работы – 65 страниц, в том числе 10 рисунков, 8 таблиц и 1 приложения

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение раскрывает актуальность темы, определяются цели и задачи исследования, объект, предмет, указываются научная новизна, практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов исследования.

В первой главе рассматриваются основные успешные реализуемые модели и методы оценки транспортных структур с разных точек зрения, такие как:

- анализ «выгоды-затраты» (Benefit-cost analysis);
- анализ совокупного экономического эффекта (Economic impact analysis);
- многофакторный анализ (Multi-criteria analysis).

А так же основными модели оценки экономических эффектов:

- модели межотраслевого баланса (МОБ, модели «затраты-выпуск», input-output models);
- land-use transport interaction models (LUTI или городские транспортные модели);
- модели общего равновесия (Computable general equilibrium models, CGE);
- эконометрические модели.

В ходе исследования за основу выбрана модель многофакторного анализа, данная модель позволяет более точно и детально анализировать факторы, которые влияют на реализацию транспортных инфраструктур.

Во второй главе описывается объектная область, постановка задачи, поиск целевой функции, анализ данных и нахождение модели прогноза изменения грузооборота, а также модель реализации модели оценки максимального грузооборота по определенным категориям транспортных инфраструктур, и реализация модели целевой функции для развития транспортной инфраструктуры.

Основным параметром целевой функции стал грузооборот, на основании его значения, формируются типы и категории транспортных инфраструктур, которые будут рентабельны с прогнозом на изменение населения в t году, и в полной мере обеспечивать удовлетворяющий грузооборот между двумя точками (городами).

Было найдено уравнение, которое описывает зависимость грузооборота от населения, на основании статистических данных от Федеральной службы государственной статистики, была построена зависимость. Зависимость между количеством населения и грузооборотом с 2016 года по 2019, и их корреляция была выше 0.7.

Данная корреляция показала, что количество населения влияет на грузооборот и имеет зависимость на рисунке 1 представлен график этой зависимости

Для того чтобы определить какой категории удовлетворяет тот или иной грузооборот, был подсчитан максимальный грузооборот для той или иной категории транспортных инфраструктур таблица 1.

$$P_{\text{прог}} = (0,0001 * K_{\text{ж}}^{1,626}) \quad (1)$$

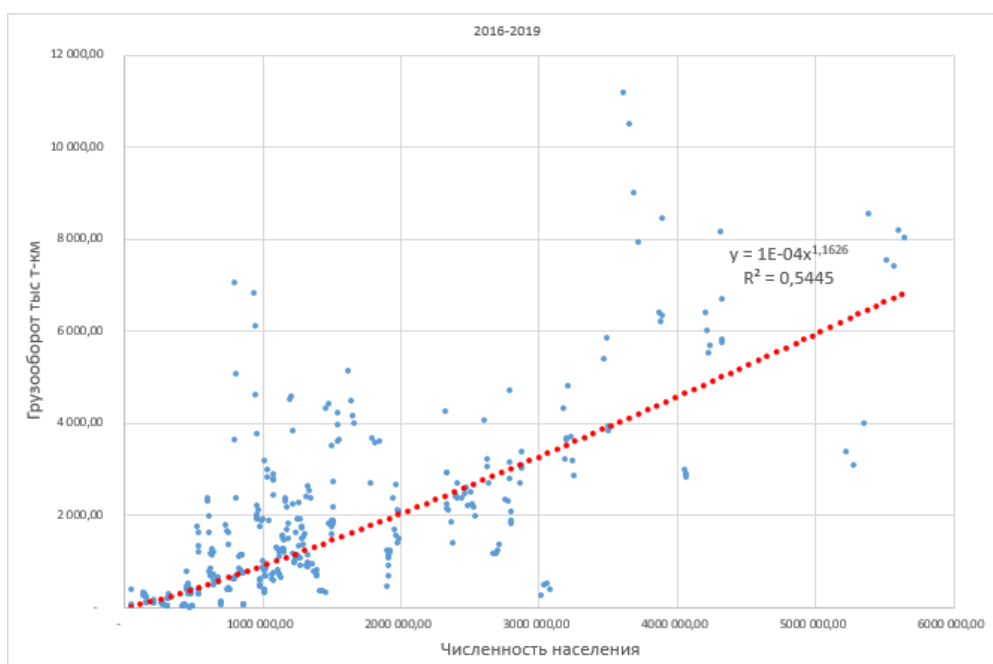


Рисунок 1 – Зависимость грузооборота от населения

Таблица 1 – Категории дорог наземного транспорта (автомобильный)

Категория автомобильной дороги		Расчетная интенсивность движения (приведенных ед./сут.)	Грузооборот тыс т км
Обычные дороги	IV	> 14000	191,7808
	II	> 6000	191,7671
	III	2000-6000	82,17808
	IV	200-2000	27,38356
	V	< 200	2,726027

Таблица 2 – Категории железнодорожных дорог

Категория железнодорожных линий	Назначение железных дорог	Расчетная годовая приведенная грузонапряженность нетто в грузовом направлении, млн.т./км	Грузооборот млн т км
Особогрузонапряженные	Железнодорожные магистральные линии для большого объема грузовых перевозок	Свыше 50	4,9
I	Железнодорожные магистральные линии	Свыше 30 до 50	2,9
II		Свыше 15 до 30	1,4
III		Свыше 8 до 15	0,79
IV	Железнодорожные линии	До 8	0,3
IV	Внутростанционные соединительные* и подъездные пути	Независимо от грузонапряженности	

Зная «Расчетная годовая приведенная грузонапряженность нетто в грузовом направлении, млн.т./км» (формула 2), и «Расчетная интенсивность движения (приведенных ед./сут.)» (формула 3), можно найти от обратного необходимый максимально оптимальный грузооборот для конкретной категории транспортной инфраструктуры.

$$I_{\text{авто}} = P/l * 365/G_{\text{автср}} \quad (2)$$

$$I_{\text{жд}} = (P + A)/l_{\text{ж}} \quad (3)$$

где $I_{\text{авто}}$ – интенсивность движения автомобилей по региону;

Q – объем перевозок;

$G_{\text{автср}}$ – средняя грузоподъемность автомобиля, т (в расчетах будем использовать средней грузоподъемностью автомобиля в 5 т

$I_{\text{жд}}$ – грузонапряженность по региону;

P – грузооборот за год;

$l_{\text{ж}}$ – эксплуатационная длина железнодорожной линии;

A – пассажирооборот, если его нет, то принимаем за 0.

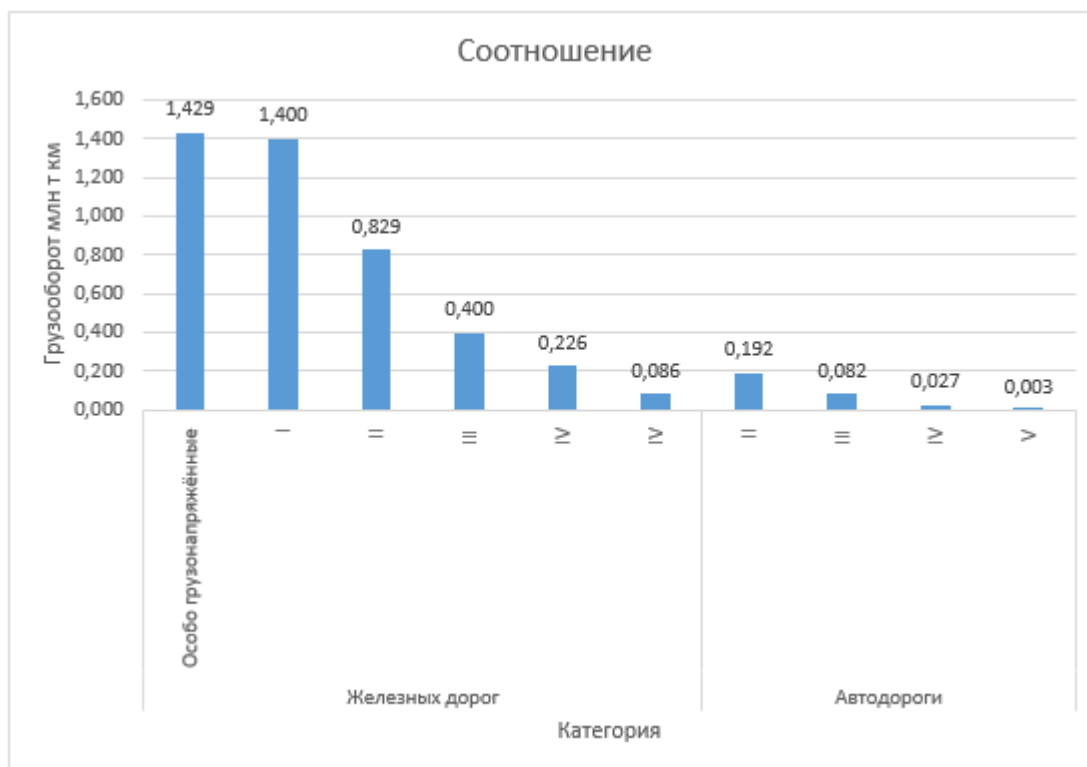


Рисунок 2 – Соотношение грузооборота и критериев

Используя данные из таблиц 1 – 2 и формулы 2,3 был определен максимальные грузообороты по категориям транспортных инфраструктур, но для железных дорог он варьируется, в зависимости от длины маршрута. Для автодорог он имеет крайне малые отклонения, на рисунке 2 представлен данный график.

Наименование объекта	Характеристика	Нормы продолжительности строительства, мес.	
		Общая	В том числе подготовительный период
Однопутные железные дороги	Дороги нормальной колеи с полным комплексом устройств и постоянных сооружений, протяженность, км: при необходимости строительства прирассовой автомобильной дороги при однолучевой организации строительства: До 70 До 150 71-150 151-300 при двухлучевой организации строительства: До 140 До 300 141-300 301-600		
Железнодорожный мост	Однопутный длиной, м, до: 100 200 300 400 500		

Рисунок 3 – Нормативная продолжительность строительства объектов железной дороги

Далее идет глава об модели развития транспортных инфраструктур. Основываясь на «нормах продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий зданий и сооружений» (СНиП 1.04.03-85), данный документ представляет собой, совокупность принятых органами исполнительной власти нормативных актов технического, экономического и правового характера, регламентирующих осуществление градостроительной деятельности, а также инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования и строительства. В нем были описаны регламенты строительства автомобильных и железных дорог. На основе этих данных

была реализован модель нахождения рентабельности, а также нахождение необходимого времени для реализации данных проектов. На рисунке 3 и в таблице 3 представлены регламентирующие критерии при реализации авто и железных дорог.

Таблица 3 – Нормативная продолжительность строительства объектов автодорог

	КМ	Общ месяц
II	5	12
	10	18
	20	24
	48	36
	90	48
	200	36
III	5	12
	10	15
	20	21
	70	36
	120(двумя потоками)	36
	170 (двумя потоками)	48
IV	5	8
	10	10
	29	12
	50 (двумя потоками)	12
	100 (двумя потоками)	24
V	5	7
	10	9
	25	12
	50 (двумя потоками)	12
	100 (двумя потоками)	24

На основании выше данных были реализованы методы нахождения необходимого времени для реализации транспортных инфраструктур ниже приведен пример одной из таких моделей, формула 4.

$$T_{\text{жд}} = \begin{cases} \frac{33 \cdot (100 - \Delta T)}{100}, L < 70 \text{ при необходимости строительства притрассовой} \\ \text{автомобильной дороги} \\ \frac{45 \cdot (100 - \Delta T)}{100}, 71 < L < 150 \text{ при необходимости строительства притрассовой} \\ \text{автомобильной дороги} \\ \frac{33 \cdot (100 - \Delta T)}{100}, L < 150 \text{ при возможности автопроезда без строительства} \\ \text{автомобильной дороги} \\ \frac{45 \cdot (100 - \Delta T)}{100}, 151 < L < 300 \text{ при возможности автопроезда без строительства} \\ \text{автомобильной дороги} \end{cases} \quad (4)$$

где ΔL – Изменение протяженности строящейся дороги;

ΔT – уменьшение нормы продолжительности строительства.

В *третьей главе* проверяется достоверность предложенной модели на примере грузооборота Комсомольск-на-Амуре – Ванино. В период с 2003 по 2008 годы грузооборот между данными пунктами коррелировал с общей численностью населения Ванинского и Советско-Гаванского районов ($\rho=0.73$), но после входа в строй транспортно-перегрузочного комплекса перевалки угля АО «ВаниноТрансУголь», а так же переориентирования порта Ванино на перевалку угля, грузооборот существенно вырос. Такая особенность формирования грузооборота не входит в рассматриваемую модель и поэтому не может прогнозироваться в рамках рассматриваемой задачи.

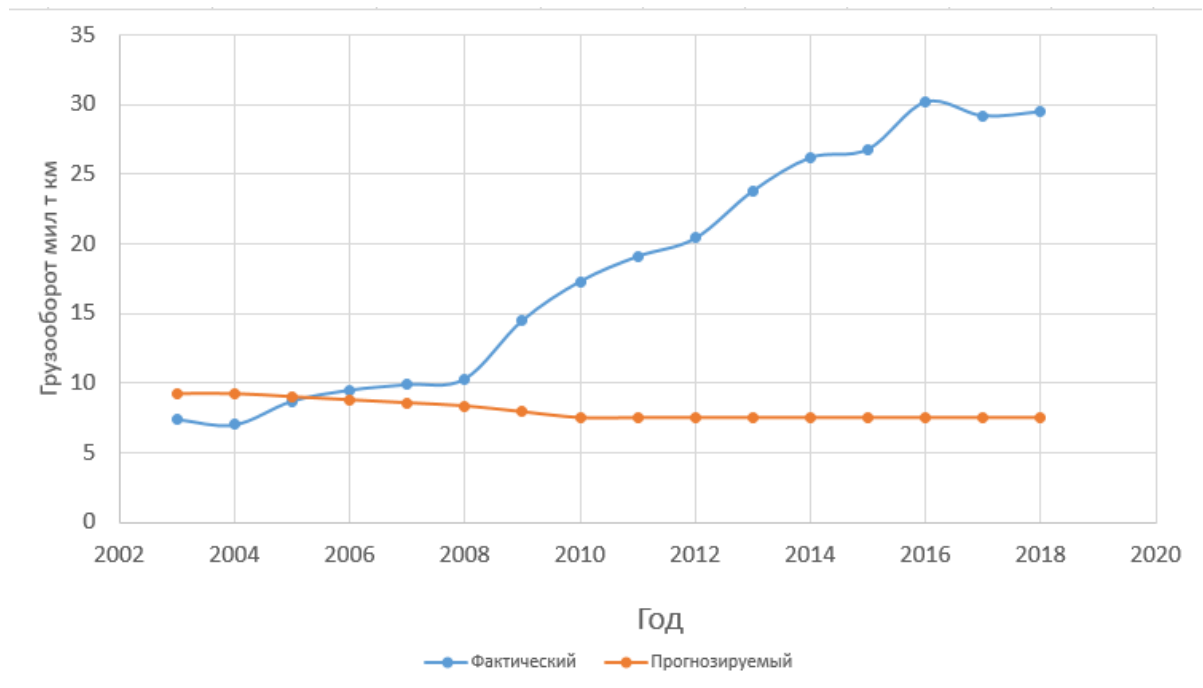


Рисунок 4 – Фактический и прогнозируемый грузооборот

Фактическое развитие транспортной инфраструктуры Комсомольск-на-Амуре – Ванино, заключающееся в развитии автомобильной и железной дороги, коррелирует с полученным на основе предложенной экономической модели обоснованности развития транспортной инфраструктуры. Таким образом, предложенная в работе модель экономической обоснованности развития транспортной инфраструктуры является корректной.

В заключении приводятся основные результаты исследований, проводится анализ, полученных результатов и их сравнение сущестующими аналогами методами.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1 Квашнин, А.Е. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБОСНОВАННОСТИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ/ А.Е. Квашнин, С.А. Гордин // МОЛОДЕЖЬ И НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3-х частях. Редколлегия: Э.А. Дмитриев (отв. ред.) [и др.]. 2020 Издательство: Комсомольский-на-Амуре государственный университет (Комсомольск-на-Амуре)

2 Квашнин, А.Е. МЕТОДЫ И РАСЧЕТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ / А.Е. Квашнин, С.А. Гордин // «Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности». – 2021.