

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

Определение оптимального логистического маршрута с помощью ГИС-
технологий (на примере участка Саратов-Балаково)

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 431 группы

направления 05.03.03 - Картография и геоинформатика

географического факультета

Сухомлинова Алексея Максимовича

Научный руководитель

ст. преподаватель

должность, уч. ст., уч. зв.



подпись, дата

П.А Шлапак

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

к.с.-х.н., доцент

должность, уч. ст., уч. зв.



подпись, дата

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2019

Введение. Дорожная отрасль является одной из важнейших отраслей экономики любой промышленно-развитой страны. В Российской Федерации в силу огромной пространственной протяженности территории транспортные издержки существенно больше среднемировых показателей. Поэтому высока актуальность разработки и программной реализации алгоритмов, способных анализировать возможности имеющейся дорожно-транспортной сети и определять оптимальные маршруты движения [1].

Целью данной работы является определение оптимального логистического маршрута с помощью ГИС- технологий (на примере участка Саратов-Балаково). Для осуществления цели служили следующие задачи:

- изучить специальную литературу по выбранной теме;
- разобрать основные понятия транспортной логистики;
- рассмотреть ГИС и программное обеспечение, используемые для решения задач транспортной логистики;

- определить параметры для выбора оптимальных маршрутов;
- построить анаморфированные изображения по маршрутам между Саратовом и Балаково;

- составить и проанализировать карты автомобильных транспортных маршрутов между Саратовом и Балаково;

При написании работы использовались такие методы исследования, как: изучение литературных и картографических источников, аналитический метод, картографический метод, сравнительный метод и метод описания.

Основное содержание работы.

1 Геоинформационные системы для обеспечения транспортной логистики

Логистика — наука о планировании, организации, управлении, контроле и регулировании движения материальных и информационных потоков в пространстве и во времени от их первичного источника до конечного потребителя [2].

Транспортная логистика — это вид логистики, управляющей комплексом операций, обеспечивающих физическое перемещение товарно- материальных ценностей между участниками цепи поставок с минимальными затратами, т. е. перемещение требуемого количества товара в нужную точку, оптимальным маршрутом за требуемое время и с наименьшими издержками. В рыночных условиях современного мира транспортная логистика занимает одно из главных мест, так как любое предприятие нуждается в её услугах. Она решает проблему перевозки продукции к поставщику или к потребителю [3].

Географическая информационная система - это информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, визуализацию и распространение пространственно координированных данных. ГИС содержит данные о пространственных объектах в форме их цифровых представлений. Геоинформационные системы поддерживаются программным, аппаратным, информационным обеспечением. С точки зрения теории информационных систем ГИС - это большой класс информационных систем, позволяющих работать с пространственными данными [4].

Территориальный охват и линейная протяженность являются одними из важнейших показателей в транспортной логистике, поэтому логистические организации часто нуждаются в применении технологии геоинформационных систем (ГИС). Эта технология специально предназначена для работы с данными в географическом контексте. ГИС являются подходящим вариантом для частных и комплексных решений в сфере транспорта, при решении задач управления транспортной инфраструктурой на основе единого универсального критерия – пространственной составляющей, которая определяет почти все типы данных. Эта развитая пространственная инфраструктура характеризуется большим разнообразием активов и объектов, протяженными сетями, мультимодальной логистикой и цепочками доставки грузов, товаров и людей. С ними связаны задачи управления, проектирования, строительства, содержания и развития, обеспечение безопасности движения и функционирования транспортных комплексов, мониторинг и получение

ситуационной картины, навигация с поиском объектов и построением оптимальных маршрутов движения, задачи развития и управления муниципального, регионального и общенационального уровня, и многие другие. То есть, очевидно, что круг потребителей транспортной информации очень широк и далеко не ограничивается транспортниками и дорожными службами, информация о транспортных сетях и объектах нужна и перевозчикам, и правительственным органам, да и просто обычным людям [5].

2 ГИС и программное обеспечение, используемые для решения задач транспортной логистики

Перед государственными и коммерческими компаниями, осуществляющими транспортировку грузов и пассажиров в разных отраслях транспортной сферы, стоит задача планирования и оптимизация маршрута следования. Результат выполнения этой задачи зависит от того, насколько оперативно будет собран, систематизирован и проанализирован большой объем исходных данных, которые могут меняться во времени. ГИС - удобный инструмент для выполнения данной задачи.

Построение оптимальных маршрутов для автотранспортных компаний осуществляется на реальной улично-дорожной сети с ее возможностями и ограничениями (пропускная способность улиц, разрешённые направления движения, повороты, нештатные ситуации).

Транспортные компании чаще всего оптимизируют маршрут не по расстоянию, а по наибольшей стоимости перевозки. Эта задача решается с помощью теории графов, где каждой дуге и каждому узлу сети присваивается определённое значение. Это может быть, как среднее время прохождения участка, так и коэффициент, учитывающий пропускную способность, расход топлива, возможность проезда по данному участку в определенное время и любые другие параметры [6].

Анаморфированные картографические изображения (в частности линейной анаморфозы) и регрессионный анализ являются основными методами исследований в данной работе.

По В.С. Тикунову анаморфозы - графические изображения, производные от традиционных карт, масштаб которых трансформируется и варьирует в зависимости от величины характеристики явлений на исходной карте [7]. Среди анаморфированных картографических изображений можно выделить линейные, площадные и объемные. Линейные анаморфозы напоминают изображения графов, длина ребер которых позволяет изменять взаимную удалённость отображаемых единиц в зависимости от величин характеристик явлений, закладываемых в основу анаморфоз. Первые линейные анаморфозы появились в середине 20 века и строились в основном по отношению расстояния к времени. Примером линейных анаморфоз может служить схема Московского метрополитена, изображение линий между станции которого зависит не от расстояния между ними, а от времени [8].

Регрессионный анализ – статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных на зависимую переменную. Независимые переменные иначе называют регрессорами или предикторами, а зависимые переменные – критериальными [9].

Регрессионный анализ позволяет моделировать, проверять и исследовать пространственные отношения и помогает объяснить факторы, стоящие за наблюдаемыми пространственными структурными закономерностями. Данный способ часто используется для создания локальной модели переменной или процесса, изучаемого явления. При подходящем использовании, этот метод является мощным и надежным статистическим средством для проверки и оценки какого-либо процесса. Этот метод часто используют для моделирование дорожных аварий как функции скорости, дорожных условий, погоды и т.д.

С помощью данных методов исследования я планирую составить методику проведения определения оптимального логистического маршрута автомобильных транспортных средств.

Для проведения работы использовалась программа MapInfo. Выбор был обусловлен удобством данной программы, наличием в ней необходимых для работы функций, таких как: «геокодирование», «таблица – обновить колонку»,

«создание тематических карт», функция «трансляции». Так же некоторые измерения проводились в модуле QGIS Road graph.

3 Определение параметров для выбора оптимальных маршрутов (на примере грузоперевозок из г. Саратов в г. Балаково)

В данной работе представлены следующие карты по маршрутам Саратов-Балаково:

- автомобильно-транспортные маршруты
- карты качества дорог за 2017, 2018, 2019гг.
- карта изменения выгоды указанных маршрутов за 2017-2019гг.

На карте «Автомобильно-транспортные маршруты Саратов-Балаково» (Приложение Г), изображены 2 маршрута проходящие по правому (длинный пункт) и левому (короткий пункт) берегу реки Волги. Помимо основных маршрутов на карте изображены границы населённых пунктов, второстепенные дороги и площадная гидрография. За пределами основной карты расположены увеличенные фрагменты карты, которые можно увидеть на рисунке 1.

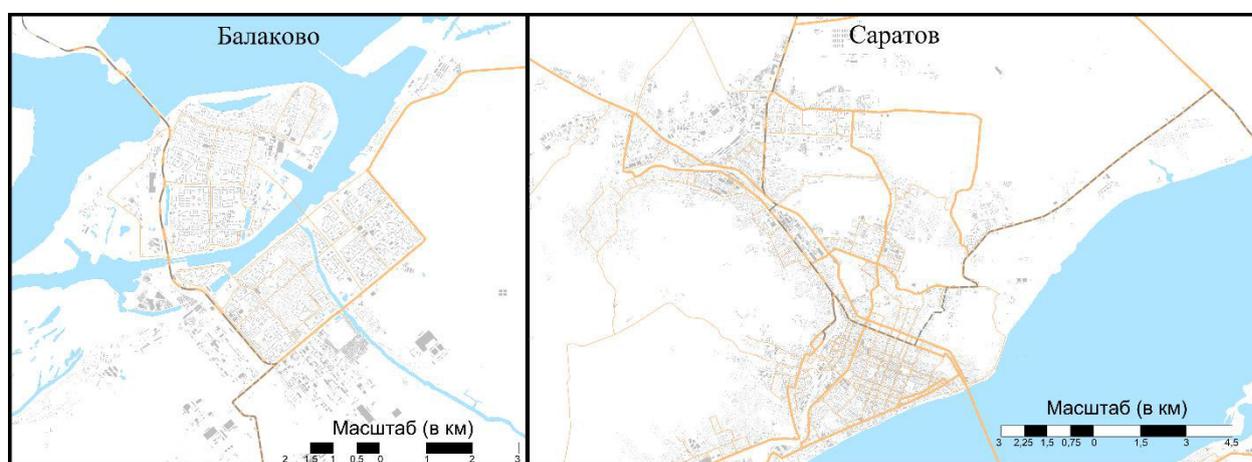


Рисунок 1 – Фрагмент карты «Автомобильно-транспортные маршруты Саратов-Балаково» (составлено автором)

На карте качества дорог за 2017 год (Приложение Д) видно, что большая часть пути по левобережью - дорожное покрытие низкого качества, а по правобережью весь маршрут, за исключением участка дороги возле Сенной и

Балаково - выше среднего. Ниже карты располагается анаморфированное изображение, показанное на рисунке 2.

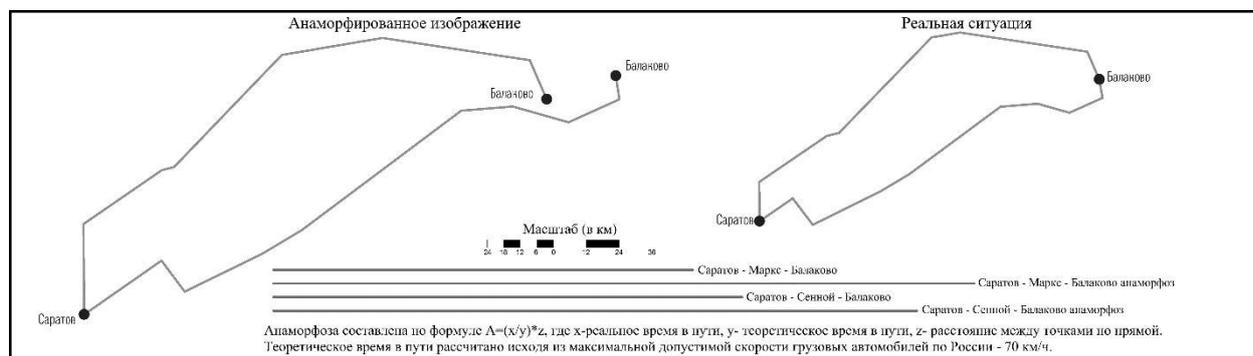


Рисунок 2 – Фрагмент карты «Качество дорог автомобильно-транспортных маршрутов Саратов-Балаково 2017г.» (составлено автором)

Если сравнивать реальную ситуацию и анаморфированное изображение, то можно увидеть, что единственным сильно удлинившимся местом на маршруте Саратов-Сенной-Балаково является отрезок пути возле города Сенной. Это обусловлено наличием на данном участке дороги железнодорожного переезда, из-за которого могут образовываться километровые пробки, что усложняет передвижение по этому участку. Также можно заметить, что сильному анаморфированию подлежат въезды из Саратова, так как скоростной режим в городе гораздо ниже чем на трассе. Что касается маршрута Саратов-Маркс-Балаково, почти на протяжении всего пути он сильно искажен и занимает примерно на 10% больше времени, чем предыдущий маршрут. Это обусловлено плохим качеством дорог.

Основным отличием карты за 2018 год (Приложение Д) от описанной ранее является улучшение качества дорог по левобережью. Дорога от Маркса до Саратова была полностью отремонтирована. На остальных участках дороги проведен частичный ямочный ремонт. Данные действия позитивно отразились на скорости прохождения трассы - разница по времени между маршрутами Саратов-Сенной-Балаково и Саратов-Маркс-Балаково сократилась до 2,5%. Фрагмент карты на котором изображена анаморфоза показан на рисунке 3.

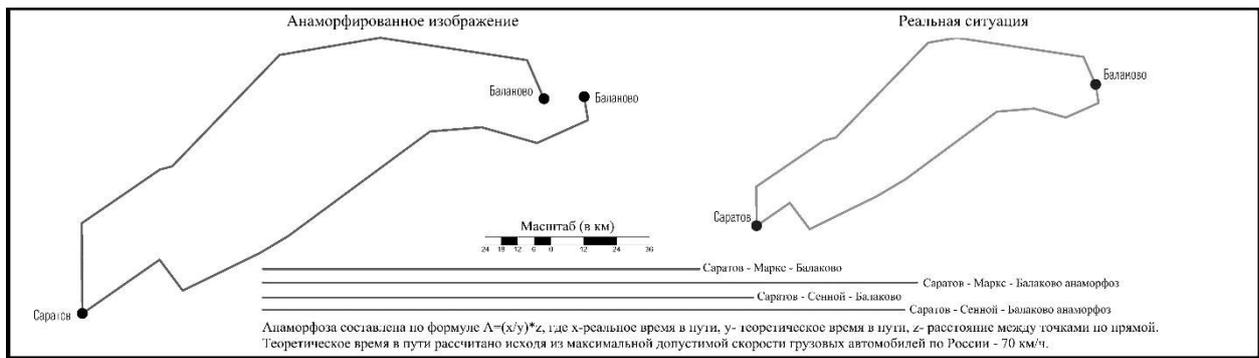


Рисунок 3 – Фрагмент карты «Качество дорог автомобильно-транспортных маршрутов Саратов-Балаково 2018г.» (составлено автором)

Исходя из того, что показано на анаморфированном изображении мы видим, что длина (время за которое преодолевается путь) левобережного маршрута значительно сократилась по сравнению с прошлым годом.

На карте за 2019 год (Приложение Д) наблюдаются самые большие изменения. По сравнению с прошлым годом на левобережье большой участок дороги качества ниже среднего был раздроблен на 5 участков разного качества. В свою очередь, по правобережью качество дорог изменилось в худшую сторону на участке дороги от Саратова до Елшанки. Фрагмент данной карты показан на рисунке 4.

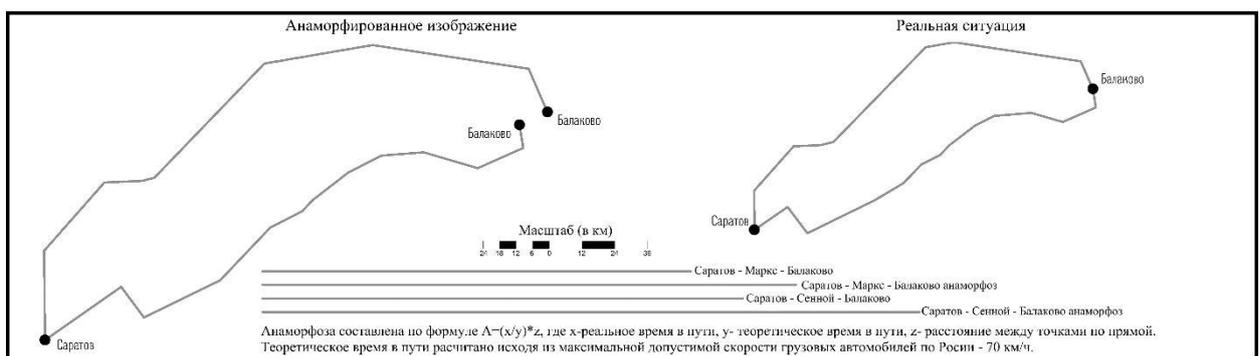


Рисунок 4 – Фрагмент карты «Качество дорог автомобильно-транспортных маршрутов Саратов-Балаково 2019г.» (составлено автором)

По анаморфированному изображению за этот год видно, что маршрут через Маркс стал преодолеваться за более короткий промежуток времени, на 20% быстрее, чем через Сенной.

По данным из столбца «Коэффициент выгоды маршрута» была построена «Карта выгоды маршрута Саратов-Балаково за 2017-2019 гг.» (Приложение Е). Карта состоит из 4 равных участков, на трёх из которых изображены карты за 2017-2019 гг., а на четвёртом показан график изменения выгоды маршрутов и легенда карт. Выгодность маршрута разделена на 4 категории: низкая (менее 500 руб/т), средняя (от 500 до 650 руб/т), высокая (от 650 до 800 руб/т) и очень высокая (более 800 руб/т). На рисунке 5 приводится фрагмент карты за 2017 и за 2019 гг.



Рисунок 5 – Фрагмент карты «Карта изменения выгодности маршрутов Саратов-Балаково за 2017-2019 гг.» (составлено автором)

Выгодность маршрута по правобережью фактически не менялась, в 2017 году она была очень высокой, а в 2018 и 2019 - высокой. Маршрут по левобережью претерпел за последние 3 года значительные изменения - в 2017 – низкая, 2018 – средняя, 2019 – очень высокая. Данные изменения обусловлены тем, что качество дорог по маршруту Саратов-Маркс-Балаково со временем сильно менялось, и из-за этого менялось и время, за которое преодолевается этот путь. В свою очередь, пробки на железнодорожном переезде в городе Сенной так и остались главной проблемой маршрута по правобережью.

Заключение. В данной работе был определен оптимальный логистический маршрут с помощью ГИС- технологий (на примере участка Саратов-Балаково). Для написания работы и осуществления цели была изучена специальная литература, были разобраны основные понятия транспортной логистики. Были рассмотрены ГИС программы, такие как: MapInfo, ArcGIS, QGIS, ScarpToad. По ряду причин основной программой для проведения работы выбрана MapInfo. Также в работе были определены параметры для выбора оптимальных маршрутов, такие как: качество дорог, прибыль от маршрута и средняя стоимость груза.

Логистической организацией ИП Соколова Л.В. были предоставлены данные по грузоперевозкам по маршрутам Саратов-Балаково за временной период с марта 2017 по май 2019 гг. Основной информацией является: вес груза в тоннах, стоимость грузоперевозки, время в пути и расход топлива.

В данной работе была составлена обзорная карта автомобильно-транспортных маршрутов Саратов-Маркс-Балаково и Саратов-Сенной-Балаково. С учетом проведенных на местности исследований были построены карты качества дорог автомобильно-транспортных маршрутов за 2017, 2018, 2019 гг. Для наглядности построены анаморфированные изображения, с их помощью удалось отследить изменения, произошедшие за последние 3 года. На карте за 2017 год видно, что за наиболее короткое время преодолевается маршрут Саратов-Сенной-Балаково, это связано с некачественным дорожным покрытием второго пути. В 2018 году ситуация изменилась, разница между маршрутами практически нивелировалась, это произошло благодаря улучшению качества дорог пути Саратов-Маркс-Балаково, однако маршрут Саратов-Сенной-Балаково все еще оставался более выгодным по времени. На карте за 2019 год видны наиболее существенные изменения, значительно более быстрым стал маршрут Саратов-Маркс-Балаково, это связано с ухудшением качества дорог пути по правобережью и пробкой на железнодорожном переезде в поселке Сенной.

С учётом анализа данных, предоставленных логистической организацией ИП Соколова Л.В., была построена карта выгодности маршрута Саратов-Балаково за 2017-2019 гг. Выгодность маршрута по правобережью практически не изменилась. Маршрут по левобережью претерпел за последние 3 года значительные изменения. Данные изменения обусловлены тем, что качество дорог по маршруту Саратов-Маркс-Балаково со временем сильно менялось, и из-за этого менялось и время, за которое преодолевается этот путь.

Анализ карт показал, что выгодность маршрута в Саратовской области напрямую зависит от качества дорожного покрытия.

Список использованных источников

- 1 Геоинформатика в дорожной отрасли (на примере IndorGIS) / А. В. Скворцов, П. И. Пospelов, С. П. Крысин. – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2005. – 223 с.
- 2 Родников А.Н. Логистика. Терминологический словарь. / А. Н. Родников. – М.: Инфа-М. 2000. – 339 с.
- 3 Еремеева Л.Э. Транспортная логистика: учебное пособие. / Л.Э. Еремеева; Сыкт. лесн. ин-т. Сыктывкар: СЛИ, 2013. – 260 с.
- 4 Середович В.А. Геоинформационные системы (назначение, функции, классификации). / В.А. Середович – Новосибирск: СГГА, 2008. – 192 с.
- 5 Ананьев Ю.С. Геоинформационные системы: учебное пособие / Ю.С. Афанасьев, - Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 70 с.
- 6 Кочнева Д.И. Транспортная логистика: учебное пособие / Д.И. Кочнева. – Екатеринбург: УрГУПС, 2015. – 182 с.
- 7 Тикунов В.С. Моделирование в картографии. Учебник. / В.С. Тикунов – М. Изд-во МГУ, 1997. – 405 с.
- 8 Моделирование в картографии. [Электронный ресурс]: Radix Tools. URL: www.radixtools.ru/ (дата обращения 15.04.2019). – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- 9 Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия / Дрейпер Н. – М.: «Диалектика», 2007. – 912 с.