

Методы оптимизации грузоперевозок на основе машинной обработки данных

Д. А. Абрамов, В. Л. Токарев

Аннотация— В данной работе приведён обзор основных проблем, возникающих при организации бесшовного транзита грузов, с использованием нескольких видов транспорта. Предложены варианты нештатных ситуаций, решение которых может быть получено за счёт оптимизации системы. Исследованы вопросы построения системы оптимизации движения грузового транспорта на основе машинной обработки данных, полученных при помощи измерения данных, доступных для измерения при помощи современных технологий. Приведён обзор существующих систем оптимизации, способных устранять выявленные узкие места, возникающих в результате организации транзита грузов. Приведены их достоинства и недостатки, а также обоснована необходимость разработки собственной системы. Предложена структура системы и методы машинной обработки информации, которые предполагается использовать при разработке модулей системы, а также предложены варианты использования системы для решения практических задач. При разработке системы особое внимание уделено вопросу обеспечения безопасности передаваемых данных. Предложен метод обеспечения безопасности передаваемых данных, отличающийся относительно высокой эффективностью, высокой степенью изученности математического аппарата, положенного в его основу и как следствие высокой популярности использования для решения иных задач, относительно низкой стоимостью реализации.

Ключевые слова— методы организации грузоперевозок, методы обработки информации, методы анализа данных, информационно измерительные системы, методы оптимизации грузоперевозок, методы выделения нештатных ситуаций при помощи анализа данных, информационная безопасность.

I. ВВЕДЕНИЕ

В современном мире, особенно ввиду последних событий, крайне возросла роль фактора скорости при доставке грузов. При этом согласно исследованию, грузопотоков в РФ, наибольший рост товарооборота наблюдается на железнодорожном транспорте. При этом самым динамично растущим видом грузов, перевозимых при помощи мощностей РЖД, является перевозка контейнеров [1]. Но при этом использование только одного вида транспорта не сможет гарантировать доставку груза от отправителя до конечного потребителя

[2]. Данное обстоятельство приводит к необходимости комплексирования железнодорожного транспорта с другим видами транспорта, при этом наиболее часто, в крупных городах, железнодорожный транспорт объединяется с автомобильным транспортом.

При этом при объединении железнодорожного и автомобильного транспорта, выделяются следующие проблемы, существенно снижающие общую скорость доставки грузов.

1. Отсутствие массовой и легкодоступной системы отслеживания местоположения груза вне зависимости от вида перевозимого транспорта (системы трекинга).

2. Простой автотранспортных средств в ожидании получения груза в пункте разгрузки АО РЖД [3].

3. Простой контейнеров и прочих грузов, доступных для перевозки автотранспортом на терминалах разгрузки АО «РЖД» [4].

4. Движение автотранспортных средств по неоптимальным маршрутам, не учитывающих рельеф дорожного полотна [5].

5. Неоптимальное расположение объектов инфраструктуры автомобильных дорог, таких как стоянки, развязки, станции технического обслуживания и заправочные станции, приводящих к появлению избыточных маршрутов, увеличивающих время доставки.

6. Неоптимальное регулирование дорожного движения, приводящее к образованию пробок и заторов, которые приводят к простоям [6] транспортных средств [7].

7. Поломки транспортных средств [8, 9].

II. ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка метода, позволяющего оптимизирующего скорость перевозки грузов по территории РФ, отличающегося сравнительно низкой стоимостью реализации, но при этом позволяющего снизить влияние выявленных проблем.

III. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На данном этапе развития транспорта, выявленные проблемы решаются следующим образом.

Задача определения местоположения контейнеров [10] в режиме псевдореального времени, решается следующим образом. К контейнеру крепится

Статья получена 26 июня 2025.

Дмитрий Александрович Абрамов – доцент кафедры информационной безопасности, кандидат технических наук, Тульский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2813-1179> (e-mail: sipai-dima@mail.ru)

Вячеслав Леонидович Токарев – доцент кафедры информационной безопасности, доктор технических наук, профессор, Тульский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9827-5250>

электромагнитная пломба, содержащая в своём составе, аккумулятор, GPS – трекер и спутниковый модем, работающий под управлением системы Iridium, или её аналога. Данная пломба крепится к замку контейнера и решает задачи пломбировки и отслеживания местоположения. Данный метод решения поставленной задачи крайне эффективен, но обладает следующими недостатками.

1. Высокая стоимость оборудования.
2. Высокая стоимость трафика данных по спутниковым сетям.
3. Контактный способ крепления, который зависит от условий окружающей среды и может прийти в негодность по истечении срока службы магнитов.
4. Высокая стоимость обслуживания ввиду наличия большого числа иностранных запасных частей.
5. Сложность прогнозирования времени работы устройства в условиях отрицательных температур, ввиду сложности оценки времени работы аккумулятора. Сложность эксплуатации в зимнее время года.
6. Точность трекинга определяется периодами выхода устройства на связь, что делает невозможным отслеживание груза в реальном масштабе времени. Так как частые выходы на связь приводят к быстрой разрядке аккумулятора, а длинные интервалы выхода на связь, приводят к потере точности.

Приведённые недостатки данного метода оценки местоположения заставляют искать иные способы решения данной задачи.

Одним из вариантов решения подобной задачи является построение комплексной системы, состоящей из двух подсистем, связанных между собой.

Первая подсистема создана с целью привязки номера контейнера, или идентификатора перевозимого груза к номеру автомобиля, который был отправлен транспортной компанией для его перевозки от терминала АО РЖД, структурная схема которой представлена на рисунке 1.

Вторая подсистема создана с целью отслеживания местоположения автомобилей, перевозящих груз, полученный с грузовых терминалов АО «РЖД» и представлена на рисунке 2. При помощи анализа данных, поступающих со второй подсистемы, возможно решение остальных проблем увеличения скорости доставки груза, которые были выявлены ранее.

Модули данной системы предназначены для решения следующих задач.

Система трекинга АО «РЖД» АСУ ТП [11], отвечает за учёт движения вагона, содержащего интересующий груз, на станциях сортировочного контроля АО «РЖД». При этом в результате работы данной системы будет получена, так называемая история движения вагона, которая будет содержать следующую информацию: 1) Пункты контроля, которые прошёл интересующий вагон при движении груза от отправителя к получателю; 2) Время прибытия на контрольный пункт; 3) Время отправки вагона с контрольного пункта; 4) Степень повреждения и коммерческие неисправности вагона и тары, предназначенной для перевозки груза.

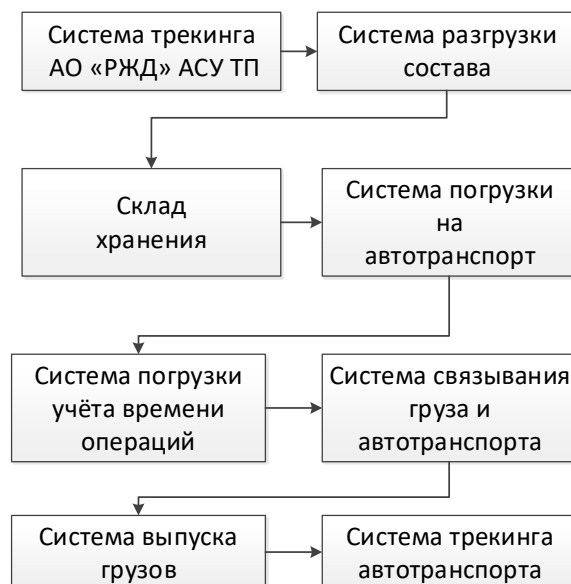


Рис. 1. Подсистема трафика АО «РЖД».

Система разгрузки вагонов [12], представляет из себя полигон, предназначенный для проведения разгрузочных работ [13], выполняемых над составом, проводимых на пункте контроля с целью отправки груза, содержащегося в вагоне на специализированный терминал, на котором груз будет ожидать погрузки на другой вид транспорта.

Система погрузки используется для погрузки груза на иной вид транспорта, при этом производится учёт следующих операций: 1) Время и дата прибытия груза на склад; 2) Время и дата передачи груза заказчику; 3) Данные визуального осмотра груза и данные о степени повреждения груза при перевозке, в случае их выявления.

Система связывания груза и автотранспорта [14]. Основной задачей данной системы является связывание номеров груза и номера, транспортного средства, на которое был погружен данный груз. В простейшем виде, для связывания груза может быть использован оператор системы. В дальнейшем, в случае развития системы, данный процесс возможно будет автоматизировать.

Система выпуска грузов, предназначена для непосредственного выпуска груза со складского комплекса и включает в себя компоненты системы контроля учёта доступа, которая устанавливается с целью предотвращения несанкционированного доступа груза и запрета вывоза груза, учёт которого не был произведён, или не был разрешён службами терминального комплекса.

Система трекинга автотранспорта является второй подсистемой, созданной для решения поставленных задач, отвечающей за учёт движения груза, доставляемого получателю при помощи транзитного автотранспорта.

В предложенной подсистеме компоненты созданы для выполнения следующих подзадач.

В качестве транспортного средства, выступает транспортное средство, технические параметры которого, позволяют перевозить груз требуемых массогабаритных размеров по дорогам общего

пользования и конфигурация которого, позволяет разместить компоненты системы.

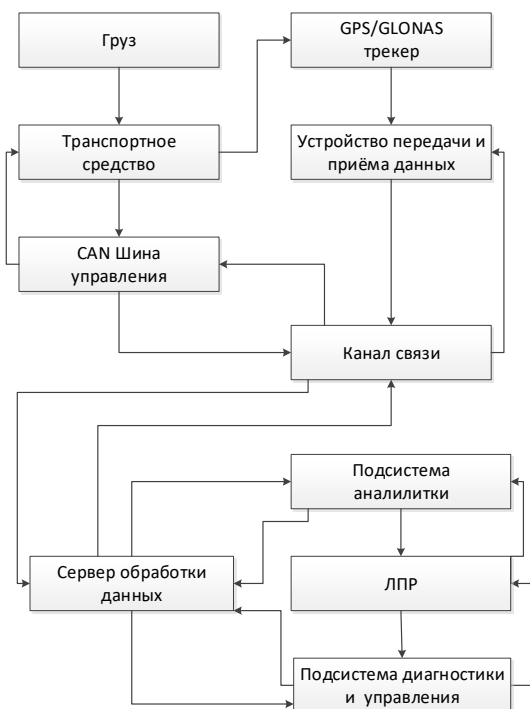


Рис. 2. Система тренинга груза на автотранспорте.

CAN шина управления транспортным средством [15], используется для получения диагностических данных, позволяющих оценить состояние транспортного средства, а также для обработки сигналов управления транспортным средством, поступающих от оператора системы с помощью подсистемы диагностики и управления сервера обработки данных. В современных автотранспортных средствах CAN шина используется для связи всех блоков управления, размещённых в составных частях автомобиля между собой. При взаимодействии с CAN шина управления возможно получение следующих данных: 1) Данные по количеству топлива, количество которого доступно в транспортном средстве; 2) Приблизительная дистанция, которая может быть пройдена транспортным средством, полученная на основе обработки данных о среднем расходе топлива и количества топлива, содержащегося в баке; 3) Перечень текущих неисправностей автомобиля и информацию обо всех ошибках, содержащихся в блоках управления; 4) Данные о диагностическом состоянии всех блоков управления составными частями автомобиля.

GPS/ГЛОНАС трекер используется для оценки местоположения автотранспортного средства в масштабе псевдореального времени. При этом частота обновления координат местоположения автотранспортного средства, может быть выше, чем частота обновления местоположения пломбы, и получить более точный маршрут движения, так как для питания GPS трекера используется бортовая сеть автомобиля, и требования к размерам трекера, позволяют использовать более мощные антенны, для обеспечения лучшего приёма сигнала спутников.

Устройство приёма передачи данных представляет из себя модем, позволяющий передавать и принимать данные по выбранному каналу связи.

Канал связи. В качестве канала связи на основе сложившейся практики желательно выбрать канал связи типа GPRS/EDGE/LTE, получивший название мобильный интернет, и в виду низкой стоимости устройств и низкой стоимости передачи данных на территории РФ, получил широкое распространения. Ввиду существенного развития сетей передачи данных на территории РФ, зона покрытия данного канала связи охватывает большинство известных дорог общего пользования. Учитывая данные о зоне покрытия мобильной связи канал связи типа мобильный интернет может быть использован для построения рассмотренной подсистемы. При этом стоимость передачи данных при помощи мобильного интернета существенно ниже стоимости передачи данных по спутниковому каналу связи.

Данные модули, образуют клиентскую часть рассматриваемой подсистемы. Данные модули достаточно известны и популярны и могут поставляться в составе единого программно-аппаратного комплекса, например устройства производства белорусской компании Wialon [1].

Однако, данные устройства передают и получают данные по незащищённому каналу связи, что является уязвимостью с точки зрения информационной безопасности и существенно ограничивает их применение и требует модернизации системы, заключающейся в модернизации устройства передачи данных и канала связи.

Сервер обработки данных создан с целью обработки данных, полученных с различных клиентских устройств, и используется для агрегирования полученных данных, с целью их анализа и выдачи необходимых сигналов управления. В представленной подсистеме сервер обработки данных включает в себя две подсистемы. Подсистему диагностики и управления, используемую для контроля состояния и управления транспортным средством. Подсистема управления позволит диагностировать поломки, нештатные ситуации и определить необходимость срочной дозаправки транспортного средства.

Подсистема диагностики создана с целью сбора и обработки данных, поступающих с CAN шины клиентских устройств, и позволяет выявить следующие нештатные ситуации [16, 17]: 1) Поломка транспортного средства; 2) Необходимость вызова технической помощи; 3) Эксплуатация транспортного средства в предельном режиме работы. И передать данную информацию ЛПР с целью принятия решения о перехвате управления транспортным средством или выработки мер, направленных на ликвидацию нештатной ситуации.

Подсистема аналитики создана с целью анализа данных, поступающих с различных клиентских устройств с целью использования машинного обучения для решения следующих задач, которые могут быть представлены нештатными ситуациями.

1. Простой транспортного средства [18] в ожидании погрузки. Определяется как интервал времени, в течении которого, устройство неподвижно находится в определённом радиусе от терминала погрузки и разгрузки. Для оценки корректности данного интервала используется пороговый детектор, порог срабатывания которого, определяется исходя из нормативов, принятых в компании-перевозчике.

2. Остальные задачи, связанные с простым, а именно задачи 2 и 3 решаются аналогичным образом [19].

3. Неоптимальные маршруты перемещения определяются на основе следующих правил.

а. Скорость перемещения по данному участку дороги значительно меньше средней скорости движения по маршруту.

б. Длина пройденного транспортным средством пути на данном этапе перевозки значительно превосходит расстояние между данными населёнными пунктами.

с. Время проезда по данному участку дороги существенно отличается в зависимости от времени суток и времени года.

д. Количество поломок транспортных средств на данном участке является близким к максимальному.

4. Неоптимальное расположение объектов инфраструктуры определяется на основе следующих метрик.

а. Расстояние от пункта инфраструктуры до маршрута перемещения. Или путь отклонения от маршрута, который необходимо преодолеть для использования данного пункта инфраструктуры.

б. Время, необходимое для достижения данного пункта инфраструктуры.

с. Среднее время на выезд службы технической помощи, в случае оценки работы служб спасения.

д. Время простоя транспортного средства в ожидании помощи.

5. Для оценки неоптимального регулирования дорожного движения используются следующие метрики.

а. Количество грузовых транспортных средств попавших в заторы в зависимости от времени суток и времени года.

б. Отношение среднее время пересечения населённого пункта по отношению к средней скорости движения транспортного средства по маршруту (отношение времени проезда населённого пункта к среднему времени перемещения).

с. Количество аварий транспортных средств, зафиксированных в границах анализируемого населённого пункта.

Для решения поставленных задач предлагается использовать метод принятия решения о наличии нештатных ситуаций [16], построенный на основе свёрточных нейронных сетей [20], который позволит ускорить процедуру принятия решений о наличии аномалии на основе оцениваемых данных и одновременно организовать выдачу рекомендаций по оптимизации грузоперевозок оператору системы. При этом данные методы отличаются возможностью масштабирования и расширения списка нештатных

ситуаций, выявляемых системой за счёт внедрения дополнительных слоёв.

При этом качество работы метода принятия решений планируется оценивать на основе F -меры, $F - m$, вычисляемой по формуле 1, на основе оценки результатов работы модели при помощи контрольной выборки.

$$F - m = \frac{2 * TP}{2 * TP + FP + FN} \quad (1)$$

где, TP – число верно отмеченных положительных примеров;

FP – число ложноположительных примеров, полученных на выходе модели;

FN – число ложноотрицательных примеров, полученных на выходе модели.

Однако предложенный метод, как и большинство методов, основанных на анализе больших данных, крайне чувствителен к качеству полученных входных данных, что может привести к некорректной работе модели.

Рассмотренный недостаток планируется устранить за счёт использования методов предварительной обработки входных данных.

В качестве метода предварительной обработки данных предлагается использовать метод анализа временных рядов, учитывающий фактор сезонности, возникающей при перевозке грузов, основанный на использовании метода Хольта-Уинтерса [21], представленного формулами, 2,3,4.

$$\tilde{y} = a * \frac{y_t}{S_{t-m}} + (1-a) * (\tilde{y}_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2)$$

$$b_t = \beta * (\tilde{y}_t - \tilde{y}_{t-1}) + (1-a) + (1-\beta) * b_{t-1} \quad (3)$$

$$S_t = \gamma * \frac{\tilde{y}_t}{y_t} + (1-\gamma) * S_{t-m} \quad (4)$$

где, $\tilde{y}_t$ – сглаженное значение момента времени t ;

b_t – сглаженное значение тренда в момент времени t ;

a, β, γ – конфигурационные параметры системы, автоматически рассчитываемые для каждого пункта установки системы;

m – число периодов в году, в разрабатываемой системе примем $m = 4$.

Недостаток, связанный с использованием незащищённого канала связи, приводящий к недостаточному уровню обеспечения информационной безопасности [22], предлагается устранить за счёт использования схемы модернизации канала передачи данных, представленной на рисунке 3.

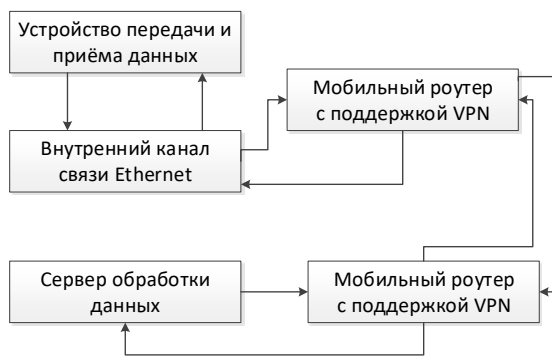


Рис. 3. Модернизация канала передачи данных.

В предложенной подсистеме предполагается защитить канал передачи данных, между клиентским устройством и сервером при помощи организации зашифрованного VPN канала [23] между клиентом и сервером.

На практике зашифрованный VPN канал между клиентом и сервером предполагается реализовать за счёт использования мобильного роутера, способного передавать данные с использованием технологии VPN по каналам связи типа мобильный интернет. На серверной стороне предполагается использовать аналогичный мобильный роутер для построения ответной части VPN канала, так как использование промышленного маршрутизатора [24], поддерживающего значительное количество VPN каналов привело бы к необходимости использования большого числа модемов, необходимых для работы с технологией мобильный интернет, что могло бы привести к проблемам совместимости оборудования и возникновению ошибок передачи данных в следствие не совместимости(этого).

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проводимых исследований [25], внедрение подобной системы и её эксплуатация позволит добиться увеличения скорости перемещения грузов между отправителем и получателем РФ от 3 до 30% в зависимости от длины пути и конфигурации дорожного покрытия, а так же позволит снизить государственные расходы направленные на построение объектов дорожной инфраструктуры в неоптимальных местах, с точки зрения оптимизации дорожного движения. Так как возможное снижение затрат на строительство неоптимальных объектов не возможно оценить количество, данный показатель является качественным показателем результатов работы системы. Кроме представленных показателей, данная система может быть использована для построения планов оптимизации сети дорог общего пользования, полученных на основе загруженности основных маршрутов перевозки грузов, при помощи автотранспортных средств.

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Системы Wialon [Электронный ресурс] // <https://gurtam.com/en/wialon>: официальный сайт компании. URL: <https://gurtam.com/en/wialon> (дата обращения: 07.11.2024).

[2] Сатторов С. Б., Котенко А. Г. Проблемы организации ускоренных грузовых перевозок в условиях увеличения транзитных грузопотоков на железных дорогах Республики Узбекистан // Бюллетень результатов научных исследований. - 2019. - Вып. 2. - С. 7-18

[3] Солоп И.А. Чеботарева Е.А. Причинно-следственный анализ выполнения надежности доставки грузов железнодорожным транспортом в адрес потребителей Южного региона и портов Азово-Черноморского бассейна // Инженерный вестник Дона. - 2018. - Вып. 3

[4] Зоилов К. Х., Медков А. А., Зоилов З. К. Актуальные направления транспортно-транзитного обеспечения инклюзивного роста азиатской России // Региональные проблемы преобразования экономики. - 2023. - №. 3. - С. 93-106.

[5] Оленевич В. А., Власова Н. В. Предпосылки формирования новых принципов контейнерной логистики на восточном полигоне железных дорог // Постсоветский материк. - 2023. - №. 4 (40). - с. 96-105.

[6] Власов А. В. SWOT-анализ ООО «ПЭК» – филиала в г. Благовещенске // Развитие малого предпринимательства в Байкальском регионе. - 2023. - С. 253.

[7] Абрамов А. С. Система резервирования времени пересечения границы как элемент интеллектуального пункта пропуска // Вестник Российской таможенной академии. - 2023. - №. 3 (64). - с. 77-87.

[8] Аварии при перевозке грузовым автотранспортом: причины, последствия, пути решения // СТЛогистик24 URL: <https://stlogistic24.ru/novosti-v-logistike/prichiny-avarij-gruzovogo-transporta> (дата обращения: 7.11.2024).

[9] Семенов Г. М., Бабулина А. А., Четвергов А. Н., Кокарева Е. В. Предупреждение дорожно-транспортных происшествий с участием транспортных средств, осуществляющих грузовые перевозки: проблемы и пути противодействия // Вестник Волгоградской академии МВД России. 2022. №3 (62).

[10] Попов А. А. Использование устройств интернета вещей для «умного» управления сбором и транспортировкой отходов // Инжиниринг предприятий и управление знаниями. - с. 275.

[11] Усик В. А. Модернизация средств сигнализации, централизации и блокировки на станции «Илецк-1» // Состав редакционной коллегии и организационного комитета: Аймурзина Б.Т., Андрианова Л.П., Ахмедова Н.Р., Базарбаева С.М. - 2023.

[12] Новиков А. И., Новиков Н. И., Новиков А. И. Устройство для разгрузки вагонов. - 2021.

[13] Акельев А. С. Расширение спектра логистических услуг на базе механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ Дальневосточной железной дороги // Электронный научный журнал "Молодая наука Сибири". - 2023. - №. 4 (22).

[14] Тураева М. О. Грузовой транспорт России: некоторые итоги 2022 года // Вестник Института экономики Российской академии наук - 2023. - №. 3. - С. 45-63.

[15] Ковшов И. О., Легаев В. П. Анализ данных информационных систем автомобиля // ББК 1 Н 34. - С. 2379. (CANшина).

[16] Абрамов Д.А. Методы выделения нештатных ситуаций в информационно-измерительных системах видеонаблюдения/ В.Л. Токарев, Д.А. Абрамов // Известия ТулГУ. Серия: Технические науки. Вып. 11, часть 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. с. 258-265.

[17] Абрамов Д.А. Метод автоматического выявления нештатных ситуаций по результатам видеонаблюдения. / Д.А. Абрамов // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-27: сб. трудов XXVII Междунар. науч. конф.: в 12 т. Т. 4. Секции 10,11/ под общ. ред. А.А. Большакова. – Тамбов : Тамбовск. гос. техн. ун-т, 2014. с.118-120.

[18] Абрамов Д. А., Токарев В. Л. Методика автоматического выявления нештатных ситуаций на объектах общественного транспорта // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2022. – Т. 18. – №. 4. – С. 878-888. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.18.202204.878-888>

[19] Абрамов Д.А. Построение системы видеоналиктики / В.Л. Токарев, Д.А. Абрамов // Известия ТулГУ. Серия: Технические науки. Вып. 9, часть 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. с. 270-276.

[20] Пихтовникова М. Т., Захаренко Н. В. Применение больших данных в автоматизации дорожного движения. - 2024.

[21] Шаева А. Е. Сравнительный анализ методов прогнозирования // Фундаментальные и прикладные аспекты развития современной науки. - 2020. - С. 8-17.

[22] Токарев В. Л., Сычугов А. А. Математическое обеспечение оценивания безопасности автоматизированных систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2016. - №. 11-1. - С. 157-165.

[23] Кульбертинов А. А., Базаргулов Э. Э., Абрамов А. Х. Принцип работы VPN // Инновации. Наука. Образование. - 2021. - №. 28. - С. 1079-1093.

[24] Андреев С. В., Хлупина А. А. Оптимизация скорости VPN для удаленной работы с использованием маршрутизаторов с ARM-

процессорами // Программные продукты и системы – 2020. – Т. 33. – №. 4. – С. 605-612.

- [25] Ткаченко С.Н., Паршков А.В., Кураксин А.А., Порошин Д.В., Горейн А.П. Оптимизация сетей общественного транспорта городов / Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике, 2017.

Methods of Cargo Transportation Optimization Based on Machine Data Processing

Dmitrii Abramov, Vyacheslav Tokarev

Abstract—This work provides an overview of the main problems that arise when organizing seamless cargo transit using several modes of transport. Variants of emergency situations are proposed, the solution to which can be obtained by optimizing the system. The issues of constructing a system for optimizing the movement of freight transport based on machine processing of data obtained by measuring data available for measurement using modern technologies are studied. An overview of existing optimization systems capable of eliminating the identified bottlenecks that arise as a result of organizing cargo transit is provided. Their advantages and disadvantages are given, and the need to develop our own system is substantiated. The structure of the system and methods of machine processing of information that are supposed to be used in the development of system modules are proposed, and options for using the system to solve practical problems are proposed. When developing the system, special attention is paid to the issue of ensuring the security of transmitted data. A method for ensuring the security of transmitted data is proposed, characterized by relatively high efficiency, a high degree of study of the mathematical apparatus underlying it and, as a consequence, high popularity of use for solving other problems, a relatively low cost of implementation.

Keywords - methods of organizing cargo transportation, methods of information processing, methods of data analysis, information measuring systems, methods of optimizing cargo transportation, methods of identifying abnormal situations using data analysis, information security

REFERENCES

- [1] Wialon Systems [Electronic resource] // <https://gurtam.com/en/wialon>: official website of the company. URL: <https://gurtam.com/en/wialon> (date of access: 07.11.2024).
- [2] Sattorov S. B., Kotenko A. G. Problems of organizing accelerated freight transportation in the context of increasing transit freight flows on the railways of the Republic of Uzbekistan // Bulletin of scientific research results. - 2019. - Issue. 2. - P. 7-18
- [3] Solop I. A., Chebotareva E. A. Cause-and-Effect Analysis of the Reliability of Freight Delivery by Rail to Consumers in the Southern Region and Ports of the Azov-Black Sea Basin // Engineering Bulletin of the Don. - 2018. - Issue. 3
- [4] Zoidov K. Kh., Medkov A. A., Zoidov Z. K. Actual directions of transport and transit support of inclusive growth of Asian Russia // Regional problems of economic transformation. - 2023. - No. 3. - P. 93-106.
- [5] Olentsevich V. A., Vlasova N. V. Prerequisites for the formation of new principles of container logistics on the eastern railways range // Post-Soviet Continent. - 2023. - No. 4 (40). - P. 96-105.
- [6] Vasiliev A. V. SWOT analysis of LLC "PEC" - Branch in Blagoveshchensk // Development of small entrepreneurship in the Baikal region. - 2023. - P. 253.
- [7] Abramov A. S. Border crossing time reservation system as an element of an intelligent crossing point // Bulletin of the Russian Customs Academy. - 2023. - No. 3 (64). - P. 77-87.
- [8] Accidents during transportation by trucks: causes, consequences, solutions // STLogistic24 URL: <https://stlogistic24.ru/novosti-v-logistike/prichiny-avarij-gruzovogo-transporta> (date of access: 7.11.2024).
- [9] Semenenko G. M., Bazulina A. A., Chetverous A. N., Kokareva E. V. Prevention of road accidents involving vehicles carrying out cargo transportation: problems and counteraction ways // Bulletin of the Volgograd Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2022. No. 3 (62).
- [10] Popov A. A. Use of internet of things devices for "smart" management of waste collection and transportation // Enterprise Engineering and Knowledge Management. - P. 275.
- [11] Usik V. A. Modernization of signalling, centralization and blocking means at the Iletsk-1 station // Editorial board and organizing committee: Aimurzina B.T., Andrianova L.P., Akhmedova N.R., Bazarbaeva S.M. - 2023.
- [12] Novikov A. I., Novikov N. I., Novikov A. I. Device for unloading carriages. - 2021.
- [13] Akel'ev A. S. Expanding the range of logistics services based on the mechanized distance of loading and unloading operations of the long-term railroad // Young Science of Siberia. - 2023. - No. 4 (22).
- [14] Turaeva M. O. Freight transport of Russia: some results of 2022 // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. - 2023. - No. 3. - P. 45-63.
- [15] Kovshov I. O., Legaev V. P. Analysis of vehicle information systems data // BBK 1 N 34. - P. 2379. (CAN bus).
- [16] Abramov D. A. Methods for identifying abnormal situations in information-measuring video surveillance systems / V.L. Tokarev, D.A. Abramov // Bulletin of Tula State University. Series: Technical Sciences. Issue 11, part 1. Tula: Tula State University Publishing House, 2015. pp. 258-265.
- [17] Abramov D.A. Method for automatic detection of abnormal situations based on video surveillance results. / D.A. Abramov // Mathematical methods in engineering and technology - MMTT-27: collection of works of the XXVII Int. scientific conf.: in 12 volumes. Vol. 4. Sections 10,11 / under the general editorship of A.A. Bolshakov. - Tambov: Tambov state tech. university, 2014. pp. 118-120.
- [18] Abramov D. A., Tokarev V. L. Methodology for Automatic Detection of Emergency Situations at Public Transport Objects // Modern Information Technologies and IT-Education. 2022. Vol. 18, No. 4. P. 878-888. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.18.202204.878-888>
- [19] Abramov D. A. Construction of a video analytics system / V. L. Tokarev, D. A. Abramov // Bulletin of Tula State University. Series: Technical Sciences. Issue 9, part 1. Tula: Publishing house of Tula State University, 2013. pp. 270-276.
- [20] Pikhtovnikova M. T., Zakharchenko N. V. Application of big data in traffic automation. - 2024.
- [21] Shaeva A. E. Comparative analysis of forecasting methods // Fundamental and applied aspects of modern science development. - 2020. - P. 8-17.
- [22] Tokarev V. L., Sychugov A. A. Mathematical support for assessing the security of automated systems // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. - 2016. - No. 11-1. - P. 157-165.
- [23] Kulbertinov A. A., Bazargulov E. E., Abramov A. Kh. VPN operating principle // Innovations. Science. Education. - 2021. - No. 28. - P. 1079-1093.
- [24] Andreev S. V., Khlopina A. A. Optimization of VPN speed for remote work using routers with ARM processors // Software products and systems. - 2020. - Vol. 33. - No. 4. - P. 605-612.
- [25] Tkachenko S. N., Parshkov A. V., Kuraksin A. A., Poroshin D. V., Gorein A. P. Optimization of Urban Public Transport Networks // Transport of the Russian Federation. - 2017. - No. 2(69). - P. 59-62. EDN: WABGJZ