

## РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ ПОИСКУ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

*В.Д. Шепелев, Т.А. Акатьев, М.В. Аношина, Н.Ю. Долгушина*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

Перманентное увеличение автомобилизации регионов страны вкупе с продолжающейся урбанизацией приводит к возрастающей нагрузке на транспортную сеть крупных городов. Основными проблемами, вытекающими из подобной ситуации, являются снижение эффективности работы транспорта, осуществляющего перевозки в черте города, а также негативные изменения в окружающей среде, являющиеся следствием большого объема отработанных газов. Снижение объемов транспортной работы, выполняемой частными и муниципальными предприятиями, приводит к негативным тенденциям в экономической эффективности и сказывается на налоговых поступлениях в бюджет города.

Целью исследования является оптимизация работы транспорта, занятого на грузовых перевозках в черте города на основе разработки цифровой платформы и алгоритма, имеющего следующие задачи:

- изучение текущей транспортной ситуации на территории городской агломерации Челябинска;
- построение кратчайшего маршрута от местонахождения транспорта до грузоотправителя и от грузоотправителя до грузополучателя;
- избегание мест большого скопления людей для снижения экологической нагрузки;
- поиск путей для построения логистических маршрутов, обеспечивающих минимальное пребывание в местах скопления людей.

Для решения задач разработано программное обеспечение по аналогии с мобильными приложениями заказа такси. В исследовании приведены математические модели для построения подобного алгоритма в программной среде.

При практическом применении использование данного приложения возможно на основании государственно-частного партнерства с привлечением средств городских провайдеров интернета.

Использование цифровой платформы имеет экономические преимущества, что позволяет заинтересовать в его применении не только перевозчиков, действующих на территории города, но и сторонний транспорт, в том числе и прибывающий из других регионов.

**Ключевые слова:** цифровая платформа, оптимизация перевозок, перевозчики, программное обеспечение, грузовой транспорт.

### Введение

Большинство городов-миллионников в России сталкиваются с проблемой загрузки транспортной сети. В Челябинской области при сохранении количества населения примерно на одном уровне на протяжении последних 10 лет [1] наблюдается рост количества автомобилей, и сегодня регион занимает уже 23 место среди 83 субъектов [2]. Следствием этого является образование заторов и увеличение количества выбросов в пересчете на одного жителя. Доля коммерческой техники в России составляет около 20 %. За счет положительной динамики продаж новых автомобилей удается несколько улучшить ситуацию с выбросами парниковых газов в атмосферу, т. к. новые автомобили соответствуют более строгим экологическим нормам. Общая структура парка демонстрирует, что доля автомобилей, находящихся в эксплуатации более 10 лет, все еще находится на очень высоком уровне, а средний возраст парка составляет более 14 лет, т. е. большая часть коммерческого транс-

порта страны имеет низкие в сравнении с Европой требования к воздействию на окружающую среду [3]. При этом объем выбросов CO<sub>2</sub> у грузовых автомобилей в 4 раза выше, чем у легковых [4, 5].

Другой проблемой, связанной с плохой организацией логистики в городах, являются постоянные заторы в черте города. Для Челябинска характерно постоянное наличие трафика на уровне 5–7 баллов по шкале системы мониторинга [6]. Низкий темп движения по городу снижает эффективность транспортных предприятий, осуществляющих свою деятельность в городской черте. Из-за значительного суммарного времени движения и длительного простоя в пунктах погрузки и разгрузки транспортные средства успевают выполнить лишь один рейс за рабочий день (8 часов). Это в свою очередь приводит к росту тарифов на перевозки внутри города.

Другим негативным фактором, значительно повышающим износ дорог и себестоимость эксплуатации подвижного состава, являются порож-

ние пробеги. В условиях городского трафика при условии необходимости преодоления нулевых пробегов протяженностью около 10–12 километров, компания-перевозчик рискует потерять до 1,5 часов рабочего времени. В то же время, машина, не совершающая никакой полезной работы, продолжает негативно воздействовать на окружающую среду.

Таким образом, в исследовании для исключения этих негативных факторов рассмотрены пути по сокращению затрат на перевозку за счет оптимизации городских маршрутов и предложены возможные способы уменьшения вредных выбросов в атмосферу благодаря уменьшению порожних пробегов.

#### Методология исследования

В процессе исследования использованы общенаучные методы и приемы анализа и синтеза, аналогии. Основой исследования явились системный подход и системный анализ, технология организации перевозочного процесса, математического моделирования и оптимизации. Теоретической и методологической основой исследования послужили научные труды российских и зарубежных ученых в области транспортной логистики, моделирования и оптимизации транспортных процессов и систем.

#### Основная часть

Анализ российских и зарубежных исследователей показал, что на текущий момент наиболее распространенным способом построения smart-логистических маршрутов являются навигационные системы с использованием интерактивных карт. Такие системы используют данные спутниковой навигации, а также информацию, получаемую от различных участников транспортного процесса. Для обеспечения обмена подобной информацией ключевым фактором является наличие источника информации на транспортном средстве и на объектах инфраструктуры. В США с использованием различных предустановленных в бортовые компьютеры подвижного состава и на объекты инфраструктуры приложений запущена программа Информационного Синтеза в Реальном Времени (AERIS) [7]. Для построения маршрутов данная программа использует модули:

- адаптивный круиз-контроль – использует приложение экологичного вождения, которое направлено на минимизацию пребывания тяжелых грузовых ТС в черте города. Достигается это за счет того, что программа в режиме онлайн осуществляет мониторинг дорожной сети и строит маршрут через наименее загруженные городские артерии [8];

- система мониторинга выбросов – датчик, установленный на транспортном средстве осуществляет постоянный контроль за объемом выбросов парниковых газов, и в случае превышения допустимых значений подает сигнал оператору. Для

компании-перевозчика это говорит о том, что необходимо провести технический осмотр подвижного состава [9];

- эко-контроль скорости – программа, используемая в городской системе управления работой светофоров. За счет адаптивных алгоритмов обеспечивает контроль за количеством автомобилей в ожидании зеленого сигнала и обеспечивает варьирование интервалов зеленого и красного сигналов [10];

- система расчета маршрута с оптимальными выбросами – программа поиска дорожных артерий с минимальным временем простоев, обеспечивающих наименьшее удельное количество разгонов и торможений. По подсчетам американских коллег подобные системы способны обеспечить снижение выбросов на 5–10 % [11].

У программы AERIS существуют направления: приложение, использующее данные о сигналах светофоров для передачи информации водителю. За счет системы обмена данными «Автомобиль – Инфраструктура» и «Автомобиль – Автомобиль» программа подсказывает водителю, какую скорость необходимо поддерживать для оптимального времени приближения к светофору, за счет чего при подъезде к перекрестку транспортное средство уже ожидает зеленый свет. Программа подсказывает с какой интенсивностью и в какое время приступать к торможению, а также насколько интенсивно необходимо ускоряться с текущего светофора, чтобы подъехать на зеленый сигнал к следующему. Это позволяет экономить от 2 до 7 % топлива [12].

Вторая программа – это Система Эко-Приоритетов для транспортного потока. Программное обеспечение использует датчики, установленные на объектах инфраструктуры и на транспортных средствах. Получая информацию о количестве автомобилей в потоке, система отдает предпочтение той артерии, на которой преобладает подвижной состав с большим объемом выбросов. В результате грузовые транспортные средства имеют большую вероятность проехать пересечение на зеленый сигнал светофора. Помимо положительного эффекта для окружающей среды, система обеспечивает снижение расходов топлива для грузовых автомобилей до 4 %, а также позволяет сократить время ездки, что положительно сказывается на экономике всего города [13, 14].

Исследования в сфере сокращения выбросов транспортных средств за счет оптимизации маршрутов ведет Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE), где была разработана программа MANET [15], аккумулирующая данные с датчиков транспортных средств-участников потока. Ключевым преимуществом данной программы является то, что она использует унифицированную программу для всех участников движения [16, 17]. Однако такая программа требует соответствующую

щих комплектующих, которые установлены отнюдь не на всех транспортных средствах. Поэтому экспериментальное использование программного обеспечения может осуществляться на ограниченных территориях.

Анализ показал, что в России аналогичные исследования проводятся, как правило, с точки зрения возможности избегания заторов, в особенности по территории Москвы [18]. При этом подобные программы предлагают только вариант с кратчайшим или «быстрейшим» маршрутом [19], а данные, используемые в таких блоках, являются разрозненными. В настоящее время программы-агрегаторы заказов представлены в виде мобильных приложений на рынке перевозок пассажиров легковыми автомобилями-такси. На рынке грузоперевозок аккумуляция заказов осуществляется только на сайте at.su, при этом помощи в навигации или информации времени подачи транспортных средств не предусмотрено.

В ходе разработки программного обеспечения были рассмотрены основные существующие аспекты управления логистическими потоками в черте крупных городов Российской Федерации. Для получения актуальной информации о технико-эксплуатационных показателях легких коммерческих транспортных средств в черте города было проведено опросное исследование для выяснения возможности подачи транспорта грузоподъемностью до 1,5 тонн на два адреса в Ленинском и Калининском районах г. Челябинска. Рассмотрена возможность оперативного поиска транспортных средств с помощью программных методов. Предложены основные контекстные меню приложения, а также обоснованы введение рассмотренных функций и необходимость интеграции с государственными и частными платформами.

Основным модулем программы является мобильное приложение, при этом аппарат участника должен обязательно поддерживать передачу сотовых данных и иметь GPS-приемник. За счет этого при начале работы приложение может автоматически определить местонахождение перевозчика.

Информация направляется модератору или администратору приложения от городских властей. На основании полученных данных администратор разрешает дальнейшую работу в приложении или отклоняет заявку в случае наличия серьезных недочетов в части юридического оформления документов. При этом для обеспечения возможности перевозчику все же зайти на рынок, ему предоставляется информация о причине отказа для дальнейшего устранения. Идеальным вариантом в данном разрезе является автоматическая проверка документов по базе ФНС по аналогии с проверкой предоставляемой водителем информации при оформлении электронного полиса ОСАГО.

Следующим шагом оформления для перевозчика является заполнение виртуального гаража. На

данном этапе необходимо указать имеющиеся в его распоряжении транспортные средства с приведением их грузоподъемности, объема кузова, марки и государственных номеров, в том числе для полуприцепа или прицепа. Также при условии интеграции с муниципальными органами власти предлагается ввести обязательное к заполнению поле «VIN». Данная информация не будет доступна заказчику, но по ней система сможет автоматически подтянуть техническую информацию, в том числе и соответствие экологическим стандартам «ЕВРО». Также за счет онлайн-сервисов ГИБДД модератор или сама система на автоматической основе сможет проверить наличие штрафов, ОСАГО, а также корректность оформления страхового полиса. Для перевозчика обязательным требованием является указание при оформлении ОСАГО того, что он занимается коммерческой перевозкой грузов. Это позволит проверять прохождение подвижным составом технического осмотра в установленные законом сроки. Результатом подобной проверки станут ограничения, накладываемые на перевозчика при получении заказов в случае, если у него имеются непогашенные штрафы. Если же у транспортных средств компании некорректно оформлен страховой полис или просрочен талон ТО, то в получении заявок на перевозку им будет отказано по умолчанию.

После заполнения всей необходимой информации и получения одобрения от системы перевозчик будет перенаправлен на главную страницу приложения, представляющую собой интерактивную карту с отражением местонахождения перевозчика. На данной карте будут отражаться имеющиеся заказы. При выборе того или иного заказа перевозчиком система будет аккумулировать все поступившие запросы от желающих принять заказ в течение определенного промежутка времени, например, не более минуты, и затем среди поступивших предложений выберет одно исходя из следующих приоритетов, расположенных в порядке убывания: время подачи, исходя из расстояния до заказчика; рейтинг надежности перевозчика; экологический класс безопасности транспортного средства.

В случае, если заказчики сами не будут запрашивать поступающий заказ, приложение автоматически привяжет к нему ближайшую свободную машину, которая будет вынуждена либо принять заказ, либо отказаться от него, что негативно скажется на рейтинге надежности перевозчика. При отказе приложение автоматически передаст заказ следующему по удаленности транспортному средству. При этом заказы не на ближайшее время, а на определенный час в будущем будут появляться в системе сразу, но принудительное назначение на них будет происходить только за 30 минут до желаемого времени подачи. Это позволит перевозчику заранее спланировать рейс, заказчику быть

уверенным в том, что его заказ рано или поздно примут. После принятия заказа перевозчику будет предложен самый быстрый маршрут до заказчика с учетом имеющихся на текущий момент заторов на дорогах.

Для грузоотправителя процесс регистрации будет практически идентичным. В случае, если грузоотправитель является физическим лицом, ему вместо поля «наименование» будет предложено заполнить поле «ФИО», поле «юридический адрес» будет опущено, а вместо расчетного счета будет необходимо привязать к приложению пластиковую карту. Для юридических лиц необходимая к заполнению информация будет аналогична той, что заполняют перевозчики. После предоставления требуемых данных заказчик перейдет на главную страницу приложения, которой также будет являться интерактивная карта. По умолчанию пользователю будет предложена отправка груза из его текущего местонахождения. При необходимости он сможет сдвинуть точку отправления в любое желаемое место. После отметки точки отправления грузоотправителю необходимо будет нажать кнопку «Заказ грузоперевозки». После этого перед ним возникнет диалоговое окно, в котором необходимо будет указать необходимую информацию: наименование (тип) груза; масса груза; габаритные размеры (ДхШхВ); требуемое время подачи транспорта; время автомобиля в наряде (по факту перевозки либо на оговариваемый отрезок: час, два часа и т. д.); способ оплаты.

В зависимости от выбранного времени автомобиля в наряде пользователю будет автоматически рассчитан тариф за грузоперевозку. В случае,

если погрузочно-разгрузочные работы займут значительный промежуток времени (более 30 минут), тариф будет пересчитан с учетом стандартной почасовой ставки. При этом пользователь будет видеть в режиме онлайн время нахождения машины под погрузкой и разгрузкой, что исключит ситуации, в которых перевозчики завышают время работы автомобиля. Так, на текущий момент значительная часть рабочего дня у перевозчика затрачивается на ожидание заказа, нулевые и порожные пробеги. Это приводит к тому, что упускаемое время перевозчик стремится компенсировать за счет заказчика.

В ходе исследования были опрошены водители двух частных фирм, имеющих в своем парке несколько грузовых автомобилей малой грузоподъемности, а также один водитель, работающий на одну из транспортных компаний. По полученной от них информации составлен график использования времени смены, представленный на рис. 1. На рисунке видно, что достаточно значительную часть времени смены водители проводят в ожидании заявки. Для того, чтобы компенсировать себе это время, являющееся потерей относительно всей рабочей смены, перевозчики завышают тариф, закладывая в него данный простой. Предлагаемое приложение позволит водителям сократить данное время, заказчикам – избавиться от дополнительной ценовой нагрузки. В случае заказа машины на отдаленное время, заказчик просто передает заявку в работу, и не менее чем за полчаса до желаемого времени подачи ему придет информация о назначенном перевозчике.

Предполагаемые проектные страницы и меню

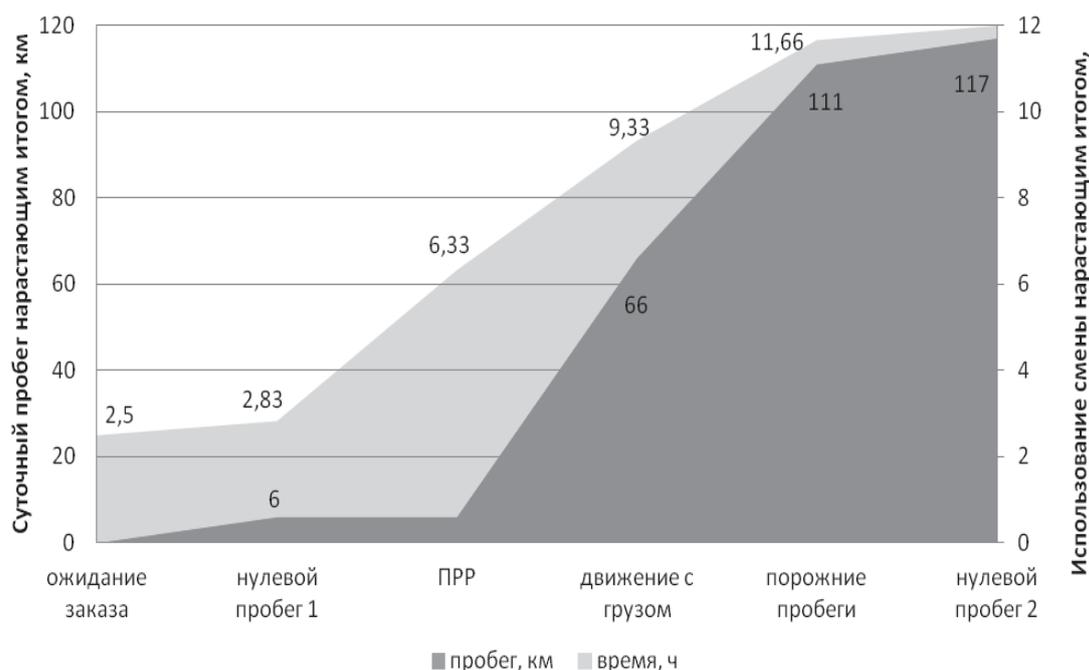


Рис. 1. Использование времени смены

## Логистика и управление транспортными системами

приложения представлены на рис. 2 и 3.

Благодаря главному меню, приложениям-агрегаторам такси, пользователям-водителям будет легко его освоить. При этом, благодаря постоянному онлайн-мониторингу имеющихся в работе заказов и находящихся на смене свободных транспортных средств мы сможем достигнуть значительной минимизации порожних пробегов. В то же время при условии городской поддержки и после достижения определенного количества пользователей, данное приложение позволит значительно повысить время, которое водитель непосредственно проводит в движении с грузом и на объекте, а значит, сократить простои в ожидании заказов и уменьшить время, затрачиваемое на перемещение между заказчиками.

С позиции стратегического анализа по методу SWOT выделены сильные и слабые стороны пред-

лагаемого приложения, а также рассмотрены вероятные угрозы и потенциальные возможности. На основании матрицы анализа составлено поле решений, способное оказать дополнительное положительное влияние на принятие решения о начале разработки приложения и его возможном стороннем финансировании.

Рассмотрены основные статьи затрат на осуществление перевозочной деятельности. Вычислены абсолютные значения расходов с учетом полученных средних параметров осуществления перевозки. Проведены оценочные расчеты себестоимости. Полученные данные позволили признать возможным появление прибыли у транспортной компании даже при условии отчислений части зарабатываемых средств за пользование приложением и снижения почасового тарифа на внутригородские перевозки на 4,7 %.

<p>Smart Truck ®</p> <p>Карточка перевозчика</p> <p>Форма собственности <input type="text" value="ИП"/></p> <p>Наименование <input type="text"/></p> <p>Юридический адрес <input type="text"/></p> <p>ИНН <input type="text"/></p> <p>Расчетный счет <input type="text"/></p>	<p>Smart Truck ®</p> <p>Мой гараж</p> <p>Автомобиль 1</p> <p>Марка <input type="text"/></p> <p>Модель <input type="text"/></p> <p>Гос. номер <input type="text"/></p> <p>Грузоподъемность, т <input type="text"/></p> <p>Объем кузова, м<sup>3</sup> <input type="text"/></p> <p>VIN* <input type="text"/></p> <p><small>*вводится только для проверки по базе ГИБДД, не виден клиенту</small></p> <p>Фото** <input type="button" value="обзор"/></p> <p><small>** обязательно обновление не реже 1 раза в неделю</small></p>
<p>Smart Truck ®</p> <p><b>Вам назначена перевозка!!!</b></p> <p>На ближайшее время 900 руб., 3 часа</p> <p>Контрагент: <input type="text" value="ООО 'Передовая промышленность'"/></p> <p>Груз: <input type="text" value="Промышленное оборудование"/></p> <p>Масса, т <input type="text" value="0,5"/></p> <p>Габариты (ДхШхВ), м <input type="text" value="0,9*0,6*1,7"/> <input type="text" value="0,918 м&lt;sup&gt;3&lt;/sup&gt;"/></p> <p>Способ оплаты <input type="text" value="Безналичный расчет (ю.л.)"/></p> <p><input type="button" value="Принять (оформить документы)"/> <input type="button" value="Отклонить (рейтинг x0,99)"/></p>	<p>Smart Truck ®</p> <p>Заказ грузоперевозки</p> <p>Наименование (тип) груза <input type="text"/></p> <p>Масса груза, т <input type="text"/></p> <p>Габариты (ДхШхВ), м <input type="text"/></p> <p>Время подачи ТС* <input type="text"/></p> <p><small>*по умолчанию устанавливается текущее время, при необходимости пользователь корректирует на желаемое</small></p> <p>Время в наряде, ч <input type="text" value="_: _"/> <input type="text" value="ДД.ММ.ГГГГ"/></p> <p>Способ оплаты <input type="text"/></p>

Рис. 2. Диалоговые меню для заполнения в предлагаемом приложении

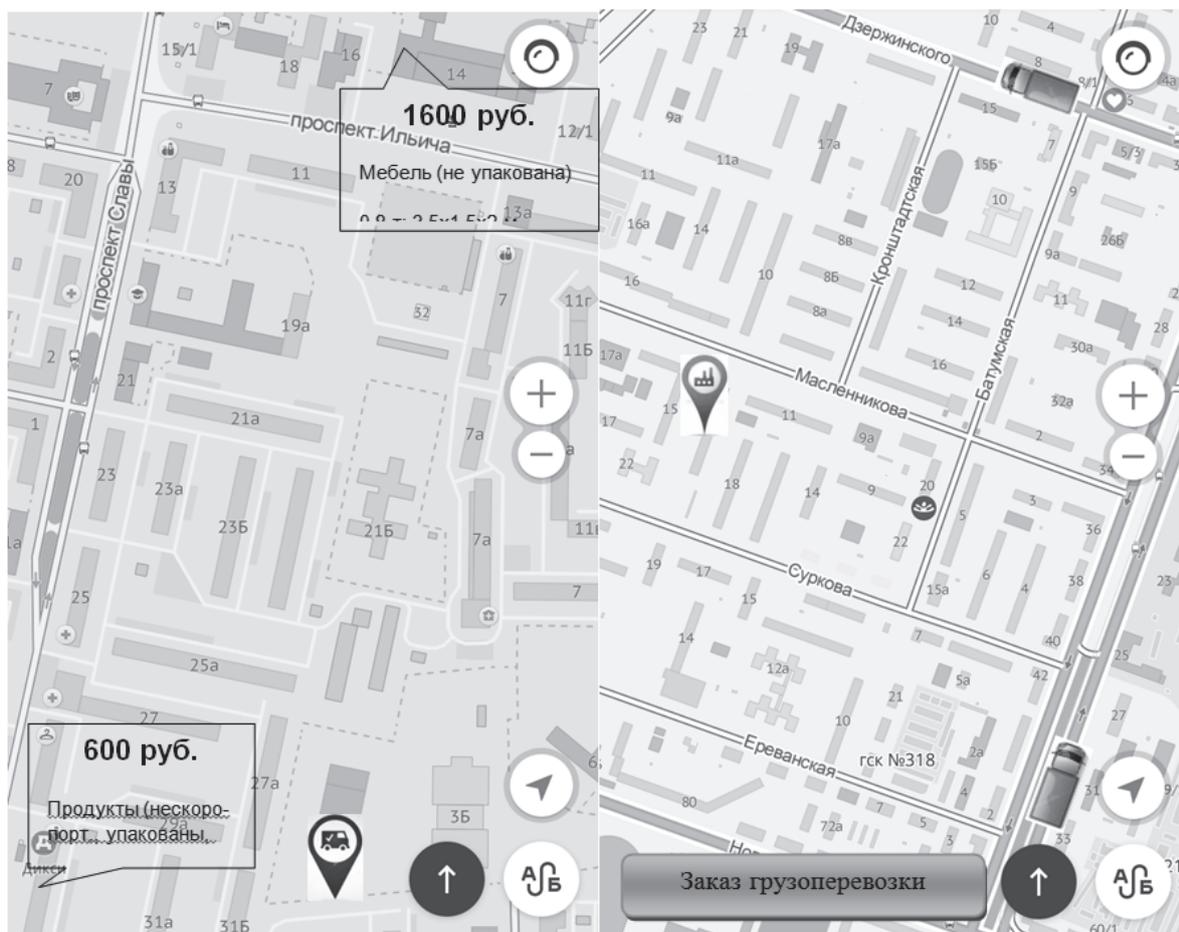


Рис. 3. Главное меню приложения для перевозчика и заказчика

Анализ полученной структуры показал, что благодаря введению приложения перевозчик сможет значительно сократить расходы на непроводительные пробеги. В то же время возрастает доля оплаты труда водителя при сохранении абсолютных значений на этом же уровне. В том числе данное повышение произошло и за счет того, что сократилась закладываемая в тарифе оплата времени на ожидание заявки перевозчиком. В целом экономический анализ показал, что введение приложения обеспечит прибыльность деятельности компании-перевозчика и компании-администратора приложения.

#### Предварительные результаты и обсуждение

С целью путей оптимизации перевозок малых партий грузов в черте города выделены ключевые проблемы, с которыми сталкивается перевозчик, проанализированы имеющиеся статистические данные. Сделаны выводы об особенностях взаимодействия перевозчиков с клиентами и экологический аспект перевозочной деятельности.

При поиске путей рассмотрены основные направления в исследованиях российских и зарубежных авторов. Ввиду высокой степени интеграции в

повседневную жизнь мобильных устройств разработано приложение, обеспечивающее перевозчиков и клиентов оперативной информацией об имеющихся на рынке предложениях и провозных возможностях. Разработан проектный вид контекстных меню приложения, а также его главного меню в виде интерактивной карты. С целью регулирования рынка, сбора и анализа статистики перевозок, а также исключения ситуаций с невыплатой денежных средств или несвоевременной подачей подвижного состава сделано предложение об интеграции приложения-агрегатора с городской электронной системой. В то же время для облегчения взаимодействия с крупными заказчиками представлен вариант с внедрением в приложение модуля, обеспечивающего электронный документооборот и выгрузку транспортных документов.

Проведен стратегический анализ разработки проекта приложения, выделены основные узкие места его функционирования, проработаны меры, позволяющие снизить их воздействие.

На основании статистических и опросных данных рассчитано оценочное снижение доли порожних пробегов и увеличение пробега с грузом, которое при прочих равных означает прирост зака-

зов. Увеличение эффективности работы подвижного состава повлечет изменение ситуации на рынке. Либо при высокой загрузке сократится количество перевозчиков, либо на рынке останется достаточно большое количество фирм, но с низкой ежесуточной загрузкой. Данная ситуация обусловлена тем, что при увеличении эффективности использования подвижного состава возникнет избыток провозных возможностей. Положительным аспектом данного эффекта является снижение количества транспортных средств в движении, что повлечет за собой улучшение транспортной и экологической ситуации в городе. В то же время сохраняется вероятность повышения спроса на перевозки ввиду доступности и эргономичности приложения. В этом случае можно будет сказать о том, что загрузка провозных мощностей произошла за счет снижения объемов грузов, перевозимых физическими лицами самостоятельно, а предприятиями – за счет использования ведомственного автотранспорта.

Расчетами установлено, что значительно возрастает объем затрачиваемых денежных средств на время водителя, потраченного на осуществление перевозки и погрузочно-разгрузочных работ. В то же время закладываемая в тариф оплата времени ожидания заявки снижается на две трети. Также значительные изменения претерпевают расходы на ГСМ, затрачиваемые в ходе преодоления нулевых и порожних пробегов. Их доли в общей структуре затрат снижаются практически на 100 %. В абсолютном выражении сумма денежных средств, затраченных на порожние пробеги, сократилась практически в 14 раз, а на нулевые пробеги – в 6 раз.

### Рекомендации

Разработанное приложение является составной частью более широкой системы электронного управления городом с целью контроля за добросовестностью участников рынка, а также для сбора статистики о работе коммерческого транспорта и поиска возможных путей оптимизации его перемещения. Ключевой выгодой для города в данной ситуации может быть возможность управления транспортными потоками, разгрузка основных магистралей и спальных районов города за счет эффективной организации движения в обход упомянутых мест.

Это позволит обеспечить унифицированность данных, а путем государственно-частного партнерства задействовать беспроводную сеть города для получения информации о загруженности дорог, скорости перемещения и местонахождении социально значимых объектов. С использованием перечисленных данных появится возможность строить оптимальный маршрут с целью сокращения времени движения, избегания мест большого скопления людей и минимизации выбросов вредных веществ в атмосферу.

### Литература

1. Челябинскстат. – <http://chelstat.gks.ru>.
2. Автостат. Аналитическое агентство. – <https://www.autostat.ru>.
3. Азаров, В.К. Разработка комплексной оценки методики исследований и оценки экологической безопасности и энергоэффективности автомобилей: дис... канд. тех. наук / В.К. Азаров – М., 2014. – 136 с.
4. NOX emissions from heavy-duty and light-duty diesel vehicles in the EU: Comparison of real-world performance and current type-approval requirements // *The ICCT Briefing*. – 2016. – <https://www.theicct.org>.
5. Федеральная служба государственной статистики. – <http://www.gks.ru>.
6. Barth, M. Systems for improving traffic energy efficiency and reducing GHG emissions from roadways / M. Barth, G. Wu, K. Boriboonsomsin. – Riverside: University of California, 2015. – 16 p.
7. University of Buffalo. – <http://engineering.buffalo.edu/civil-structural-environmental.html>.
8. Xia, H. Dynamic Eco-Driving for Signalized Arterial Corridors and Its Indirect Network-Wide Energy/Emissions Benefits / H. Xia, K. Boriboonsomsin, M. Barth // *Journal of Intelligent Transportation System: Technology, Planning, and Operations*. – 2013. – V. 17, № 1. – P. 31–41.
9. AERIS-Applications for the Environment: Real-Time Information Synthesis: Eco-Signal Operations Modeling Report // U.S. Department of Transportation. – [http://ntl.bts.gov/lib/54000/54900/54930/Eco-Signal\\_Operations\\_Modeling\\_Report\\_-\\_Final\\_508\\_-\\_012615.pdf](http://ntl.bts.gov/lib/54000/54900/54930/Eco-Signal_Operations_Modeling_Report_-_Final_508_-_012615.pdf).
10. Ellison, R.B. Five years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. *Transportation Research Part D / R.B. Ellison, S.P. Greaves, D.A. Hensher* // *Transport and Environment*. – 2013. – V. 23. – P. 25–33.
11. Sichertiu, M. Inter-Vehicle Communication Systems: A Survey / M. Sichertiu, M. Kihl // *IEEE Communications Surveys and Tutorials*. – 2008. – V. 10, № 2. – P. 88–105.
12. Boriboonsomsin, K. ECO-routing navigation system based on multi-source historical and real-time traffic information / K. Boriboonsomsin, M. Barth, W. Zhu, A. Vu // *College of engineering – center for environmental research and technology*. – [http://www.creativepartnership.org/wp-content/uploads/user\\_uploads/admin/2010-ITSC-Eco-routing.pdf](http://www.creativepartnership.org/wp-content/uploads/user_uploads/admin/2010-ITSC-Eco-routing.pdf).
13. Филиппова, Н.А. Проблемы автомобильного транспорта при движении в крупном городе / Н.А. Филиппова, М.В. Шилимов, П.П. Кошкарёв, Т.И. Сусласова // *Наука сегодня: опыт, традиции, инновации: Материалы междунар. науч.-практич. конф.* – Вологда: Изд-во «Маркер», 2017. – С. 46–48.
14. Молодцов, В.А. Применение спутниковых систем навигации при перевозке пассажиров и

грузов / В.А. Молодцов, А.А. Гуськов, Н.Ю. Залукаева // Путь науки. – 2015. – № 1 (11) – С. 43–45.

15. Якобчук, Т.В. Оптимизация процесса доставки товаров в условиях инфраструктуры городского образования / Т.В. Якобчук // Известия академии управления: теория, стратегии, инновации. – 2011. – № 1. – С. 18–23.

16. Action plan on urban mobility // European Commission. – [https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban\\_mobility/action\\_plan\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility/action_plan_en).

17. Lindholm, M. How local authority decision makers address freight transport in the urban area / M. Lindholm // The Seventh International Conference

on City Logistics. – Mallorca: Elsevier Ltd, 2012. – P. 134–145.

18. Агеев, П.И. Логистика на интегрированных производственных предприятиях / П.И. Агеев, В.Д. Шепелев, А.А. Шеремет // Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики: сб. науч. тр. – Омск: Изд-во СибаДИ, 2017. – С. 15–19.

19. Ляпин, Н.А. Оценка экономической эффективности владения грузовым коммерческим автомобилем: монография / Н.А. Ляпин, Е.Ю. Ивакина, А.А. Раюшкина, А.П. Федин, К.В. Чернышов. – Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2015. – 112 с.

**Шепелев Владимир Дмитриевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), shepelevvd@susu.ru

**Акатьев Тимофей Андреевич**, магистрант кафедры «Автомобильный транспорт», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), lordings.47-chel25@mail.ru

**Аношина Маргарита Витальевна**, магистрант кафедры «Автомобильный транспорт», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), margo.anoshina.96@mail.ru

**Долгушина Надежда Юрьевна**, магистрант кафедры «Автомобильный транспорт», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), nadegda\_dol@mail.ru

Поступила в редакцию 25 сентября 2018 г.

DOI: 10.14529/em180422

## DEVELOPMENT OF A DIGITAL PLATFORM FOR INTELLIGENT SEARCH FOR CARGO TRANSPORT IN LARGE CITIES

**V.D. Shepelev, T.A. Akatyev, M.V. Anoshina, N.Yu. Dolgushina**

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

Permanent increase of automobilization in regions of the country coupled with the continuing urbanization leads to an ever-increasing load on the transport network of large cities. The main problems arising out of this situation are the decrease in efficiency of transport operating in the city, as well as negative changes in the environment resulting from a large volume of exhaust gases. Reduction of the volume of transport operation performed by private and municipal enterprises leads to negative tendencies in economic efficiency and affects tax revenues to the city budget.

The goal of the research is to optimize operation of urban cargo transport through development of a digital platform and an algorithm that pursues the following tasks:

- researching the current transport situation within the territory of Chelyabinsk's urban agglomeration;
- determining the shortest route from transport location to cargo consignor and from the consignor to the consignee;
- avoiding crowded places for environmental load reduction;
- searching for ways to build logistics routes that provide minimum stay in crowded places;

In order to complete these tasks, software was developed by analogy with mobile applications for taxi service. Mathematical models for construction of a similar algorithm in software environment are given in the article.

This application is applicable on the basis of a public-private partnership involving funds from urban Internet providers.

Using the digital platform has economic advantages, as it allows to make it applicable not only for carriers operating in the city but also for third-party transport which, among all, arrives from other regions.

**Keywords:** digital platform, transportation optimization, carriers, software, cargo transport.

### References

1. *Chelyabinskstat*. Available at: <http://chelstat.gks.ru>.
2. *Avtostat. Analiticheskoye agentstvo* [Analytical Agency]. Available at: <https://www.autostat.ru>.
3. Azarov, V.K. *Razrabotka kompleksnoy otsenki metodiki issledovaniy i otsenki ekologicheskoy bezopasnosti i energoeffektivnosti avtomobiley* [Development of a Comprehensive Assessment of Research Methods and Assessment of Environmental Safety and Energy Efficiency of Cars]. Moscow, 2014. 136 p.
4. NOX emissions from heavy-duty and light-duty diesel vehicles in the EU: Comparison of real-world performance and current type-approval requirements. *The ICCT Briefing*, 2016. Available at: <https://www.theicct.org>.
5. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru>.
6. Barth M., Wu G., Boriboonsomsin K. *Systems for improving traffic energy efficiency and reducing GHG emissions from roadways*. Riverside, University of California, 2015. 16 p.
7. *University of Buffalo*. Available at: <http://engineering.buffalo.edu/civil-structural-environmental.html>.
8. Xia H., Boriboonsomsin K., Barth M. Dynamic Eco-Driving for Signalized Arterial Corridors and Its Indirect Network-Wide Energy/Emissions Benefits. *Journal of Intelligent Transportation System: Technology, Planning, and Operations*, 2013, vol. 17, no. 1, pp. 31–41. DOI: 10.1080/15472450.2012.712494
9. AERIS-Applications for the Environment: Real-Time Information Synthesis: Eco-Signal Operations Modeling Report. *U.S. Department of Transportation*. Available at: [http://ntl.bts.gov/lib/54000/54900/54930/Eco-Signal\\_Operations\\_Modeling\\_Report\\_-\\_Final\\_508\\_-\\_012615.pdf](http://ntl.bts.gov/lib/54000/54900/54930/Eco-Signal_Operations_Modeling_Report_-_Final_508_-_012615.pdf).
10. Ellison R.B., Greaves S.P., Hensher D.A. Five years of London's low emission zone: Effects on vehicle fleet composition and air quality. Transportation Research Part D. *Transport and Environment*, 2013, vol. 23, pp. 25–33. DOI: 10.1016/j.trd.2013.03.010
11. Sichertiu M., Kihl M. Inter-Vehicle Communication Systems: A Survey. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 2008, vol. 10, no. 2, pp. 88–105. DOI: 10.1109/COMST.2008.4564481
12. Boriboonsomsin K., Barth M., Zhu W., Vu A. ECO-routing navigation system based on multi-source historical and real-time traffic information. *College of engineering – center for environmental research and technology*. Available at: [http://www.creativepartnership.org/wp-content/uploads/user\\_uploads/admin/2010-ITSC-Eco-routing.pdf](http://www.creativepartnership.org/wp-content/uploads/user_uploads/admin/2010-ITSC-Eco-routing.pdf). DOI: 10.1109/TITS.2012.2204051
13. Filippova N.A., Shilimov M.V., Koshkarev P.P., Suslakova T.I. Problemy avtomobil'nogo transporta privizhenii v krupnom gorode. *Nauka segodnya: opyt, traditsii, innovatsii: Materialy mezhdunar. nauch.-praktich. konf.* [Science Today: Experience, Traditions, Innovations: Proceedings of the International Scientific Practical Conference]. Vologda, 2017, pp. 46–48.
14. Molodtsov V.A., Gus'kov A.A., Zalukayeva N.Yu. [Application of Satellite Navigation Systems for the Transport of Passengers and Goods]. *Put' nauki* [The Path of Science], 2015, no. 11, pp. 43–45. (in Russ.)
15. Yakobchuk, T.V. [Optimization of the Process of Delivering Goods in Terms of the Infrastructure of Urban Education]. *Izvestiya akademii upravleniya: teoriya, strategii, innovatsii* [News of the Academy of Management: Theory, Strategies, Innovations], 2011, no. 1, pp. 18–23. (in Russ.)
16. Action plan on urban mobility. *European Commission*. Available at: [https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban\\_mobility/action\\_plan\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility/action_plan_en).
17. Lindholm M. How local authority decision makers address freight transport in the urban area. *The Seventh International Conference on City Logistics*. Mallorca, Elsevier Ltd, 2012, pp. 134–145. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.03.096
18. Ageyev P.I., Shepelev V.D., Sheremet A.A. [Logistics at Integrated Production Facilities]. *Razvitiye teorii i praktiki avtomobil'nykh perevozok, transportnoy logistiki: sb. nauch. tr.* [The Development of the Theory and Practice of Road Transport, Transport Logistics: Collection of scientific papers], Omsk, 2017, pp. 15–19. (in Russ.)
19. Lyapin N.A., Ivakina E.Yu., Rayushkina A.A., Fedin A.P., Chernyshov K.V. *Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti vladeniya gruzovym kommercheskim avtomobilem* [Estimation of Economic Efficiency Possession Cargo Commercial Vehicle], Volgograd, 2015. 112 p.

**Vladimir D. Shepelev**, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor at the Department of Automobile Transport, South Ural State University, Chelyabinsk, shepelevvd@susu.ru

**Timofey A. Akatyev**, Master's degree student at the Department of Automobile Transport, South Ural State University, Chelyabinsk, lordings.47-chel25@mail.ru

**Margarita V. Anoshina**, Master's degree student at the Department of Automobile Transport, South Ural State University, Chelyabinsk, margo.anoshina.96@mail.ru

**Nadezhda Yu. Dolgushina**, Master's degree student at the Department of Automobile Transport, South Ural State University, Chelyabinsk, : nadezda\_dol@mail.ru

*Received September 25, 2018*

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Разработка цифровой платформы по интеллектуальному поиску грузового транспорта в крупных городах / В.Д. Шепелев, Т.А. Акатьев, М.В. Аношина, Н.Ю. Долгушина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2018. – Т. 12, № 4. – С. 188–197. DOI: 10.14529/em180422

#### FOR CITATION

Shepelev V.D., Akatyev T.A., Anoshina M.V., Dolgushina N.Yu. Development of a Digital Platform for Intelligent Search for Cargo Transport in Large Cities. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2018, vol. 12, no. 4, pp. 188–197. (in Russ.). DOI: 10.14529/em180422

---