

М. И. Лучко, канд. техн. наук

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,  
г. Луганск

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*Представлены теоретические основы информационных технологий в пассажирских транспортно-логистических системах при цифровизации пассажирских транспортных систем. Представлена информационная система взаимосвязанных цифровых сервисов пассажирской транспортно-логистической системы. Выделены факторы функционирования пассажирской транспортно-логистической системы с расширением области информационных технологий. Представлены перспективные методы учета и контроля пассажиров при перевозках на общественном транспорте.*

**Ключевые слова:** *методы контроля пассажиров, пассажирская транспортно-логистическая система, автоматическая система мониторинга пассажиров, центр управления информацией, информационные технологии, цифровые сервисы*

### **Введение**

Цифровизация – это внедрение современных цифровых технологий в различные сферы жизни и производства. Цифровизация в глобальном плане представляет собой концепцию экономической деятельности, основанную на цифровых технологиях, внедряемых в разные сферы жизни и производства. Данная концепция широко внедряется во всех развитых странах. Компьютеры и интернет являются инструментами, позволяющими упростить и даже автоматизировать некоторые процессы, но они никак не ведут к цифровым преобразованиям сами по себе, без определенных цифровых технологий.

Цель цифровизации – изменение бизнес-модели и всех бизнес-процессов в определенной сфере экономики, включая элементы автоматизации и модернизации производственных процессов. Автоматизация улучшает производство, однако при ней сохраняется способ ведения дел на предприятии, а при цифровых преобразованиях меняется сам продукт, преобразуется модель взаимоотношений между клиентом и поставщиками услуг. Это комплексный подход к использованию цифровых ресурсов на предприятии.

Внедрение цифровых решений на транспорте уже привело к тому, что большинство перевозок пассажиров на воздушном и железнодорожном транспорте выполняются с использованием билетов в электронном виде. В целом цифровая трансформация транспортного комплекса только набирает темп, и в ближайшие годы примеры успешно реализованных социально значимых проектов на транспорте существенно увеличатся [1]. Важная задача транспортной отрасли для решения приоритетных национальных и стратегических задач в области транспорта и логистики – обеспечение функционирования опорной информационной сети транспортно-логистических центров. Данные положения сформулированы в Указе Президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [2] и приняты Приказом Минтранса России «Об утверждении Положения о Департаменте цифровой трансформации Министерства транспорта Российской Федерации» [3].

В основе процессов перехода на цифровизацию транспорта и автодорог лежат понятия комплексность и связанность, поэтому их отличительными признаками являются взаимосвязанность цифровых сервисов и интеграция различных интересов – как государственных, так и частных, и социальных в целом.

Территориальная привязка технологических ресурсов к автодорогам, в свою очередь, обуславливает высокую степень сосредоточения информационно-коммуникационных инструментальных ресурсов непосредственно на дороге – как в составе дорожной инфраструктуры, так и в полосе отвода [4].

Цифровые преобразования автомобильных дорог и транспорта, плавный переход от автомобильных дорог с элементами автоматизации к цифровым дорогам и цифровым сервисам для участников дорожного движения и пассажиров имеют большую *актуальность*. К такой системе, в которой непосредственно дорога, автомобиль и человек (ранее популярная система ВАДС – водитель, автомобиль, дорога, среда, а теперь еще и компьютер) представляют собой взаимодействующую систему, логистическая функциональность которой реализуется за счет применения широкого спектра цифровых технологий в сфере управления пассажирскими перевозками.

### ***Постановка задачи***

Цифровое взаимодействие пассажиров, пассажирского транспорта (личного, общественного, арендуемого) с сервисами цифровых дорог и инфраструктуры (остановки, стоянки, вокзалы), управление потоками пассажиров и транспортными единицами на основании анализа данных мониторинга и выработки рациональных решений по перемещению в пассажирских транспортно-логистических системах – являются *целью данных исследований*.

### ***Методы решения***

Задача цифровизации пассажирской транспортно-логистической системы может быть реализуема на базе функционально и технологически интегрированной информационно-коммуникационной и аппаратной инфраструктуры на определенной ограниченной территории (город, регион), включающей искусственный интеллект и следующие компоненты (подсистемы):

- системы энергообеспечения, сформированные на всех дорогах маршрутной сети;
- системы связи и передачи данных;
- комплексы отслеживания, информирования и управления в составе дорожной инфраструктуры;
- информационные платформы, функционального обеспечения цифровых сервисов;
- объединяющие цифровые платформы, обеспечивающие взаимодействие всех информационных систем и технические средства цифровой инфраструктуры автомобильных дорог на базе единых протоколов;
- автоматизированные рабочие места персонала оператора пассажирских услуг, клиентские приложения пользователей логистических сервисов, абонентские устройства систем связи, развернутых в зоне автомобильной дороги.

Использование общих принципов логистики и теории систем предполагает деление логистической системы на структурные составляющие: подсистемы, звенья, элементы, каналы, цепи и т. д. В общем случае выделяют два комплекса подсистем: функциональный и обеспечивающий.

Функциональный комплекс направлен на управление основными функциями пассажирской логистики. Выделение функциональных сфер напрямую связано с функциональными сферами логистики и определено соображениями повышения степени управляемости логистическим процессом распределения потока, а также задачами логистической координации и интеграции.

Обеспечивающий комплекс на современном этапе должен включать организационно-экономическую, информационно-логистическую системы, нормативно-правовую и программно-аналитическую цифровую поддержку.

В свою очередь выделенные подсистемы могут состоять из подсистем последующего уровня детализации; иерархия и количество подсистем зависят от внутренней сложности пассажирской транспортно-логистической системы. Наряду с этим, как известно, любая система является подсистемой вышестоящего уровня системы. Система городского пассажирского транспорта является подсистемой более сложной экономической системы города, а также транспортной системы в целом.

В системном рассмотрении с технической точки зрения авторы Н. С. Гудкова, М. Ж. Банзекуливахо транспортную систему представляют тремя взаимосвязанными подсистемами внешнего, промышленного и городского транспорта [5] (рисунок 1).

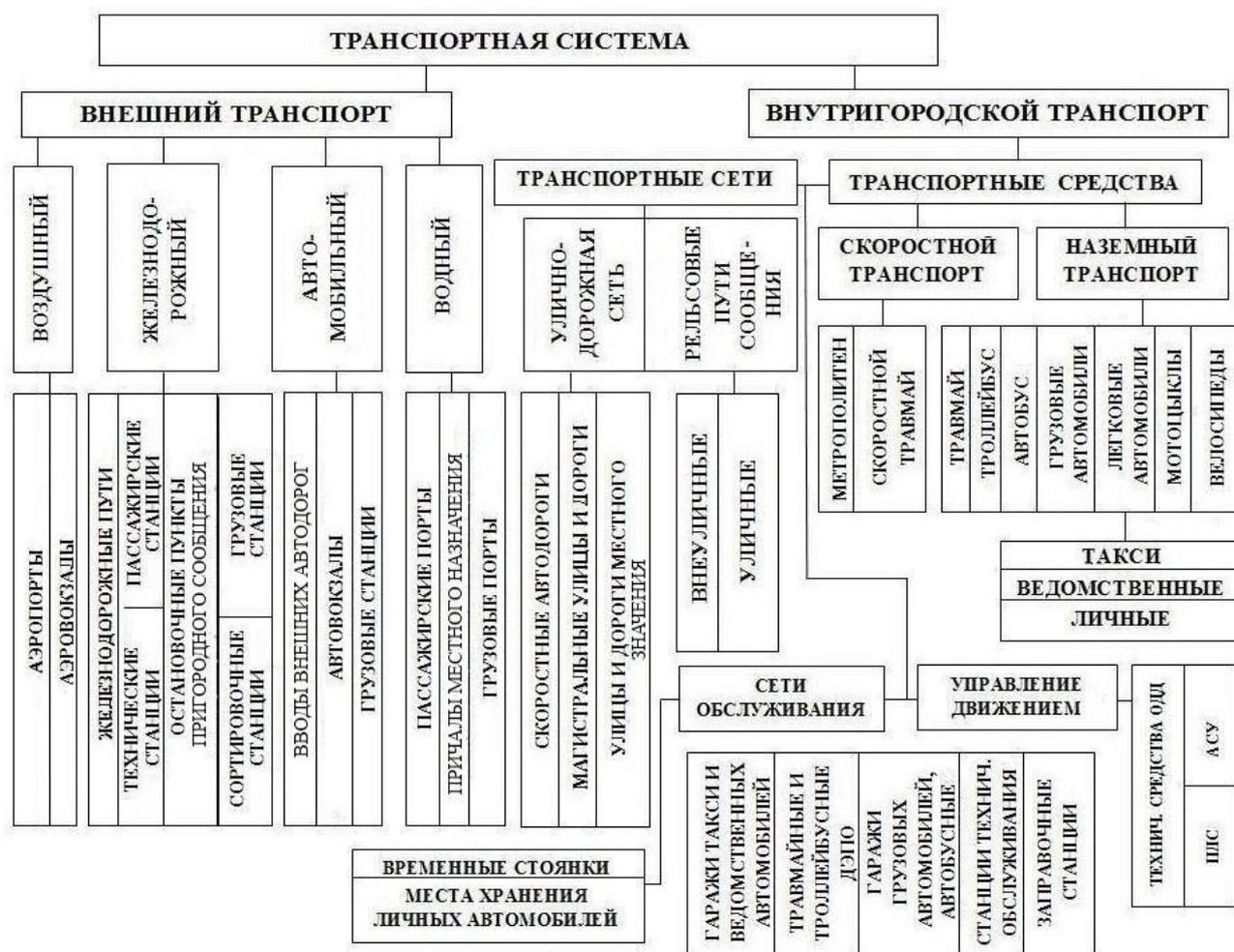


Рисунок 1 – Транспортная система и ее структурные элементы

Все показанные подсистемы имеют элементное деление по системным признакам – перевозке грузов или пассажиров, а подсистемы внешнего и промышленного транспорта – деление по видам транспорта, так как они имеют свои обособленные территории. Систему внутригородского обслуживания населения города классически называют «городской транспорт» [5]. Данная система требует большей детализации с целью ее цифровизации.

Составляющими пассажирской транспортно-логистической системы являются ее элементы (с точки зрения моделирования цифровых сервисов – сущности), их характеристики (атрибуты) и связи, включая информационные функции пассажирско-транспортной логистической системы (ПТЛС), совокупность и взаимодействие которых складывается в цифровую систему пассажирского транспорта. Каждый элемент более низкого уровня системы классически подчиняется элементам более высокого. Это главное условие, когда сложная иерархическая система способна функционировать как единое целое.

В качестве блоков управления и элементов пассажирской транспортно-логистической системы можно рассматривать следующие объекты (рисунок 2):

- 1) функциональные подразделения транспортных предприятий и управляющих органов власти;
- 2) транспортные средства, участвующие в процессе обслуживания пассажиров;
- 3) пассажирскую транспортно-логистическую инфраструктуру (терминальное, посадочное, ремонтно-сервисное, информационное оборудование и объекты, зоны хранения) и транспортные сети;
- 4) центр управления информацией с его информационными платформами, включающими логическую и математическую модели с элементами искусственного интеллекта.

Интегрируя все эти блоки и элементы в единую систему, включая информационные технологии, построим информационную систему взаимосвязанных цифровых сервисов пассажирской транспортно-логистической системы.

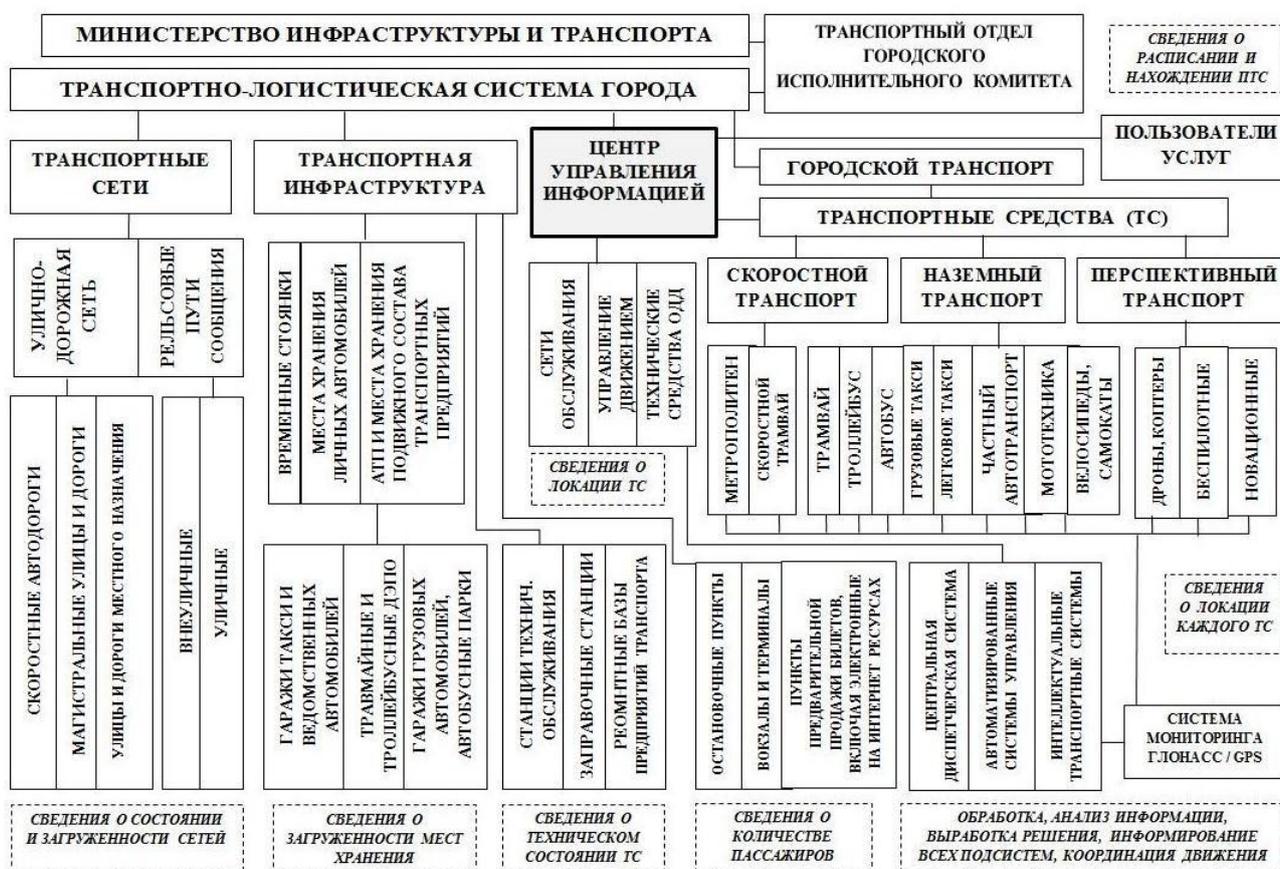


Рисунок 2 – Технические элементы и информационные функции обеспечения цифровых сервисов пассажирской транспортно-логистической системы

Здесь информационные функции заключаются в сборе, передаче, обработке, представлении и хранении информации (они указаны в пунктирных блоках).

Также в систему стоит включить потребителей услуг, поставщиков комплектующих и информационных сервисов, исполнителей цифровых технологий, логистических операторов и ресурсы пассажирских транспортных предприятий (информационные, финансовые, материальные, человеческие), требуемые для достижения целей пассажирской транспортно-логистической системы.

Рынок пассажирских услуг состоит из конкурирующих различных видов транспорта и операторов услуг, предоставляющих пассажирам многообразное количество услуг, как пра-

вило, неравнозначных по стоимости, скорости и регулярности сообщения, уровню комфортности поездок.

Основным видом транспорта, который осуществляет перевозку пассажиров в городском сообщении, по статистике является автобус. Необходимо отметить, что автомобильное и автобусное сообщение развивается наиболее динамично среди прочих видов городского транспорта. Среди преимуществ данного вида транспорта можно отметить высокую маневренность, с возможностью организации срочных перевозок с отклонением от закрепленных маршрутов движения и корректировки маршрута, высокую эксплуатационную скорость движения, комфортабельность поездки. Есть и недостатки автотранспорта, особенно большой вместимости, среди которых повышенный источник загрязнения окружающей среды, как отравление воздуха выхлопными газами в местах скопления людей и резиновой пылью, так и сильное шумовое воздействие. В этом отношении электрические виды транспорта (троллейбус, трамвай и быстрорастущий рынок электромобилей, велосипедов и самокатов, в том числе с электроприводом – индивидуальных транспортных средств) являются значительно экологичными и бесшумными. Здесь сразу встает вопрос о развитии сети электрозарядных станций, а также зон хранения и оборота прокатного индивидуального транспорта.

### *Анализ полученных результатов*

Для обеспечения повышенной комфортности поездки, срочности и скорости передвижения, доставки пассажира «от двери до двери» применяется наиболее мобильный транспорт – такси (либо личный транспорт), что является наиболее предпочтительным по критерию качества поездки клиента (пассажира). Наряду с этим данный вид перемещения является самым дорогим экономически. Однако его преимущества для клиента являются эталоном качества поездок. Следовательно, целесообразно организовать так пассажирскую транспортно-логистическую систему, чтоб сохранить максимально достоинства индивидуального транспортного средства и при этом сократить затраты времени и денежных средств на поездки. Таким образом, **актуальной задачей** цифровой пассажирской транспортно-логистической системы является снижение затрат на функционирование транспорта, а следовательно и для клиента, и повышение регулярности, мобильности, скорости, комфортности и сервиса поездок путем оптимизации элементов и процессов пассажирской транспортно-логистической системы.

Проведя анализ использования логистического подхода применительно к системе городского пассажирского транспорта и с учетом внедрения цифровизации, можно выделить следующие факторы функционирования ПТЛС с расширением в область информационных технологий:

- численность и категории населения; размещение селитебных и производственных массивов;
- транспортная подвижность населения;
- специфика производственной и культурной жизни населения, корреспонденции поездок;
- масштаб города и его планировочная структура;
- специфика улично-дорожной сети и ее загруженность;
- уровень развития маршрутной системы, служб такси и каршеринга;
- состояние маршрутных перевозок, их доля в системе городского пассажирского транспорта;
- уровень технического состояния и имеющийся резерв подвижного состава;
- уровень системы диагностики, технического обслуживания и ремонта;
- уровень системы контроля водителей на линии (электронные тахографы, модули автоматического съема данных с транспортных средств);

- уровень оперативности диспетчеризации транспортного оператора пассажирских перевозок;
- уровень координации между транспортными операторами пассажирских перевозок;
- уровень программного обеспечения и сервисного оборудования, интегрирующих планирование, управление, диспетчеризацию и координацию пассажирской транспортно-логистической системы;
- мобильные сервисы для пассажиров и автоинформаторы, которые необходимы для автоматического объявления разнообразной информации на транспорте;
- скорость обмена данными по каналам связи;
- уровень освоенности информационно-коммуникационных систем и сервисов дорог и инфраструктуры городского пассажирского транспорта;
- резервы единого дата-центра мониторинга транспорта и дорожной обстановки;
- уровень профессионализма персонала транспортных компаний и организаций;
- социально-экономические факторы, состояние города, тарифная политика;
- погодно-климатические факторы и их прогнозы.

Основой для цифрового моделирования системы городского пассажирского транспорта является электронная топологическая карта города с разметкой улично-дорожной сети и актуальными пассажиропотоками, в перспективе корректируемыми в реальном масштабе времени (рисунок 3).

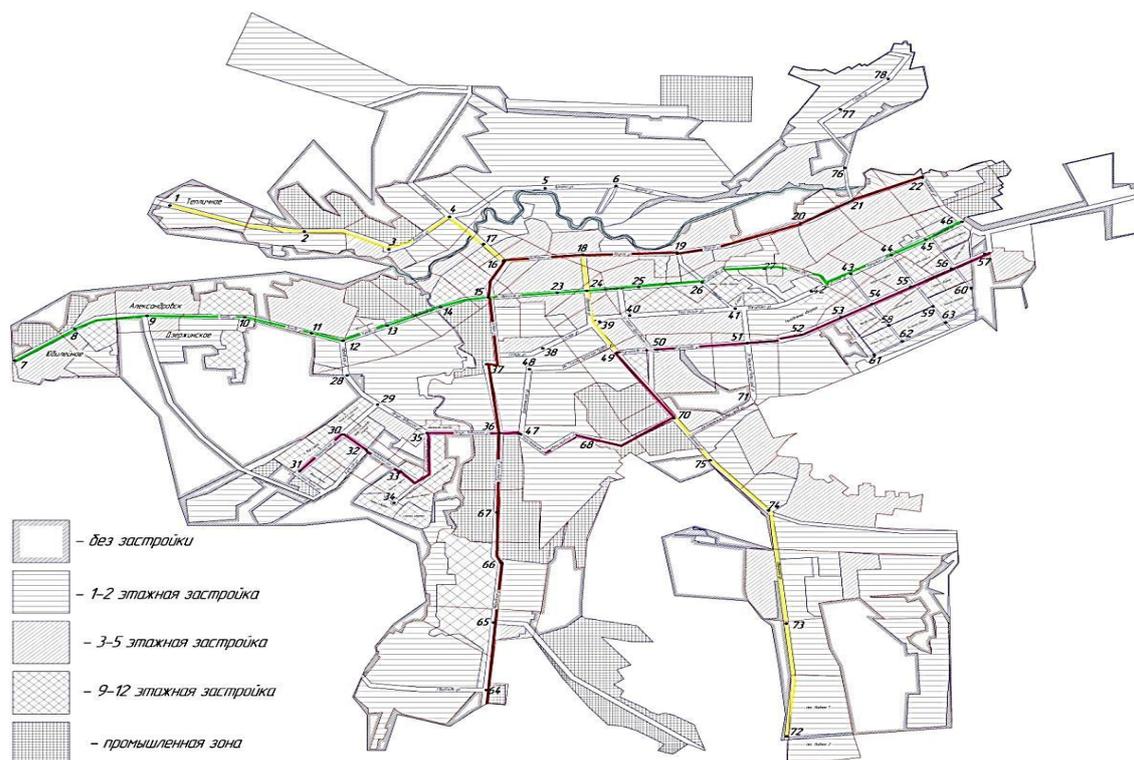


Рисунок 3 – Топологическая карта города Луганска с разметкой улично-дорожной сети и ее загруженностью, и сформированной имитационной маршрутной сетью

Как известно, колебания пассажиропотоков во времени имеют определенные закономерности, они учитываются при планировании и организации пассажирских перевозок. Так, в современных условиях цифровизации для организации эффективного транспортного процесса по обслуживанию пассажиров необходимо систематически получать информацию о пассажиропотоках.

Ранее для исследования пассажиропотоков и пассажирооборота использовались различные методы обследования: анкетный, талонное обследование; непосредственное наблю-

дение, расчетные методы. Данные методы весьма трудоемки, исходя из этого проводятся крайне редко, а их данные теряют свою актуальность с течением времени и изменениями, вносимыми в маршрутную сеть.

Стоит отметить, что точность планирования перевозок пассажиров, а именно: количества и вместимости подвижного состава, графика работы и интервала движения транспорта, что в значительной мере отражается на экономических составляющих и тарифах на перевозку, а также ранее упомянутом комфорте и качестве обслуживания пассажиров, напрямую зависит от точного определения и учета пассажиропотоков на маршрутах.

С целью постоянного контроля актуальных данных по пассажиропотокам на современном этапе развития пассажирских транспортных систем необходимо применять информационные технологии на пассажирском транспорте в сочетании с системами контроля и современными датчиками фиксации различных величин и параметров [6, 7]. Таким образом, еще одним элементом ПТЛС будет автоматическая система мониторинга пассажиров (АСМП), которая призвана производить точный контроль численности пассажиров в пассажирских транспортных средствах общественного транспорта с привязкой к контрольным точкам маршрута (принцип действия описан подробнее в [8]) и оперативной передачей этих данных в центр управления информацией для координации работы пассажирского транспорта.

Системы подсчета пассажиров позволяют получать информацию онлайн о реальном количестве перевезенных пассажиров, востребованности отдельных маршрутов общественного транспорта, загруженности подвижного состава в интересующие интервалы времени и последующего цифрового анализа пассажиропотоков. Реализация АСМП в ПТЛС позволяет с минимальными дополнительными затратами обеспечивать требуемую точность и объективность получаемых данных, реализовать также контроль текущего состояния каждой единицы подвижного состава (местонахождение, факты отклонения от расписания и маршрута движения, данные о работе и состоянии основных агрегатов, температура воздуха в салоне и т. п.).

Внедрение современных АСМП позволит операторам транспортных услуг:

- планировать/оптимизировать маршрутную сеть и график движения подвижного состава для каждого маршрута с учетом пассажиропотоков различных дней недели и других факторов;
- планировать режимы работы касс предварительной продажи билетов и электронных билетов, проданных через онлайн сервисы;
- обнаруживать пассажиров без проездных билетов;
- исключить функции контролеров;
- контролировать текущее местоположение всех единиц подвижного состава и выявлять факты отклонения от маршрута;
- получать оперативную информацию о соблюдении расписания движения в реальном режиме времени каждой единицы подвижного состава;
- объективно и оперативно реагировать на обращения пассажиров касательно соответствия требований санитарных норм в салоне (особенно в период острых эпидемиологических заболеваний [9]).

### **Выводы**

1. Городская пассажирская транспортная система требует большей детализации с целью ее цифровизации. Развитие информационных технологий в сфере пассажирского транспорта позволит обеспечить повышение комфорта и снижение затрат для операторов и пользователей пассажирских транспортных услуг, добиться максимальной автоматизации работы для персонала, создать условия для переноса со специализированных аппаратных средств на массовые информационно-коммуникационные сервисы.

2. Выделенные факторы функционирования пассажирской транспортно-логистической системы с включением информационных технологий позволят более дифференцированно учесть ситуацию передвижения пассажиров в городе для рационального планирования и управления пассажиропотоками.

3. Предлагаемая система автоматического мониторинга пассажиров в интеграции с информационными технологиями будет способствовать оптимизации графика движения пассажирского транспорта на различных маршрутах в различные временные периоды, позволит аккумулировать большие массивы данных о том, сколько пассажиров, на каких остановочных пунктах, а также в какое время производят посадку и высадку, что позволит в оперативном режиме управлять пассажирскими потоками.

### **Список литературы**

1. Семенов, А. Цифровая эра – реальность. Алексей Семенов рассказал о цифровизации транспортной отрасли / А. Семенов. – Текст : электронный // Минтранс России : [сайт]. – URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/interviews/508> (дата обращения 12.03.2020).
2. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». – Текст : электронный. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения 12.03.2020).
3. Приказ Минтранса России от 03.10.2019 № 314 «Об утверждении Положения о Департаменте цифровой трансформации Министерства транспорта Российской Федерации». – Текст : электронный URL: [file:///C:/Users/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C/Desktop/Scan15\\_%D0%94%D0%A6%D0%A2.pdf](file:///C:/Users/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C/Desktop/Scan15_%D0%94%D0%A6%D0%A2.pdf) (дата обращения: 12.03.2020).
4. Лучко, М. И. Повышение безопасности движения с применением цифровых вывесок в интеллектуальных транспортных системах / М. И. Лучко, С. В. Попов, Р. Е. Козленко // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. – 2019 – № 11(29). – С.80–84.
5. Гудкова, Н. С. Совершенствование логистического управления пассажирскими перевозками на автотранспортном предприятии / Н. С. Гудкова, М. Ж. Банзекуливахо // Логистика – евразийский мост : материалы XIII Международной научно-практической конференции, 25–29 апреля 2018 г. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет. – С. 356–360.
6. Лучко, М. И. Организация и управление перевозками пассажиров в городском сообщении с применением информационных технологий / М. И. Лучко, А. А. Королёва // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2020 – № 7(37). – С. 118–127.
7. Утяшев, К. Автоматический подсчет пассажиров общественного транспорта / К. Утяшев. – Текст : электронный // Группа компаний «РТСОФТ» : [сайт] ; Мир компьютерной автоматизации [портал]. – ВКС № 1/2015. – URL: [https://www.rtsoft.ru/press/23432/avtomaticheskij-podschet-passazhirov-obshchestvennogo-transporta/?sphrase\\_id=44121](https://www.rtsoft.ru/press/23432/avtomaticheskij-podschet-passazhirov-obshchestvennogo-transporta/?sphrase_id=44121) (дата обращения: 10.02.2020).
8. Лучко, М. И. Система учета пассажиропотока на основе технологии стереоскопического видения / М. И. Лучко, А. А. Королёва // Современные технологии и перспективы развития наземных транспортно-технологических средств : материалы Международной научно-практической конференции, 16 апреля 2020 г. – Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2020. – С. 55–58.
9. Лучко, М. И. Проблемы безопасности пассажиров в системе городского пассажирского транспорта в период острых эпидемиологических заболеваний и пути их решения / М. И. Лучко // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2020 – № 11(41). – С. 65–73.

**М. И. Лучко**

**ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск  
Теоретические основы информационных технологий в пассажирских  
транспортно-логистических системах**

Городская пассажирская транспортная система требует большей детализации с целью ее цифровизации. Развитие информационных технологий в сфере пассажирского транспорта позволит обеспечить повышение комфорта и снижения затрат для операторов и пользователей пассажирских транспортных услуг, добиться максимальной автоматизации работы для персонала, создать условия для переноса со специализированных аппаратных средств на массовые информационно-коммуникационные сервисы.

Представлены теоретические основы информационных технологий в пассажирских транспортно-логистических системах при цифровизации пассажирских транспортных систем. Представлена информационная система взаимосвязанных цифровых сервисов пассажирской транспортно-логистической системы.

Выделенные факторы функционирования пассажирской транспортно-логистической системы с включением информационных технологий позволят более дифференцированно учесть ситуацию передвижения пассажиров в городе для рационального планирования и управления пассажиропотоками.

Представлены перспективные методы учета и контроля пассажиров при перевозках на общественном транспорте. Предлагаемая система автоматического мониторинга пассажиров в интеграции с информационными технологиями будет способствовать оптимизации графика движения пассажирского транспорта на различных маршрутах в различные временные периоды, позволит аккумулировать большие массивы данных о том, сколько пассажиров, на каких остановочных пунктах, а также в какое время производят посадку и высадку, что позволит в оперативном режиме управлять пассажирскими потоками.

**МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПАССАЖИРОВ, ПАССАЖИРСКАЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАССАЖИРОВ, ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИЕЙ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ**

*M. I. Luchko*

*Lugansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk*

**Theoretical Foundations of the Information Technology in Passenger Transport and Logistics Systems**

The urban passenger transport system requires to be more detailed in order to digitalize it. The development of information technologies in the field of the passenger transport will allow to provide an increase in comfort and reduce costs for operators and users of passenger transport services, to achieve maximum work automation for personnel, to create conditions for transferring from specialized hardware to mass information and communication services.

The theoretical foundations of information technologies in the passenger transport and logistics systems for the digitalization of passenger transport systems are presented. The information system of interconnected digital services of the passenger transport and logistics system is presented.

The highlighted factors of the passenger transport and logistics system functioning with the inclusion of information technologies will allow to consider more differentially the situation of the passenger movement in the city for rational planning and management of passenger flows.

The promising methods of accounting and control of passengers during transportation by public transport are presented. The proposed system of the automatic passenger monitoring in the integration with information technologies will help to optimize the schedule of passenger transport on various routes at different time periods, will allow to accumulate large amounts of data on how many passengers, at what stopping points, as well as at what time the boarding and drop-off is carried out. It will make it possible to manage passenger flows on-line.

**PASSENGER CONTROL METHODS, PASSENGER TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM, AUTOMATIC SYSTEM OF PASSENGER MONITORING, INFORMATION CONTROL CENTER, INFORMATION TECHNOLOGIES, DIGITAL SERVICES**

**Сведения об авторе:**

**М. И. Лучко**

Телефон: +38 (072) 187-10-20

Эл. почта: maxl\_dal@mail.ru

*Статья поступила 13.05.2021*

*© М. И. Лучко, 2021*

*Рецензент: А. Н. Дудников, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»*