
ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2014, No 3, pp. 23-33.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-3-3



Development of an Automated System of Survey Passenger Traffics

Kuftinova Natal'ya Grigor'evna

Russian Federation, Ph. D., Associate Professor, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

nat.gk@mail.ru

Ostroukh Andrey Vladimirovich

Russian Federation, full member RAE, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

ostroukh@mail.ru

Abstract. In this article are considered the analysis of the provided techniques of survey of the main characteristics of passenger traffics in the suburban and long-distance directions. An approach to the construction of an automated analysis system of passenger traffic, which is necessary to ensure that controls urban passenger transport at all levels of analytical information on actual volumes and dynamics of passenger traffic on urban and suburban routes. It is necessary to assess the current state of the traffic and determine the needs of the population in the form of services. The system of counting passengers replaces traditional manual methods of examination of passenger traffic. To collect baseline data on the number of incoming and outgoing passengers at stops using modern technology automatically calculate based on the use of non-contact sensors that are installed in the salons of passenger vehicles (buses, trolleybuses, trams).

Keywords: passenger traffic, power of passenger traffics, count of passengers, passenger turnover, automated system, GLONASS.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2014. – № 3. – С. 23-33.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-3-3



УДК 681.3:651.9

Разработка автоматизированной системы обследования пассажиропотоков

Куфтинова Наталья Григорьевна

Российская Федерация, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

nat.gk@mail.ru

Остроух Андрей Владимирович

Российская Федерация, академик РАЕ, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

ostroukh@mail.ru

Аннотация. В статье проведен анализ методов обследования основных характеристик пассажиропотоков в пригородных и междугородних направлениях. Предложен подход к построению автоматизированной системы анализа пассажиропотоков, которая необходима для обеспечения органов управления городским пассажирским транспортом всех уровней аналитической информацией о фактических объемах и динамике пассажиропотоков на городских и пригородных маршрутах. Это необходимо для оценки текущего состояния перевозок и определения объективных потребностей населения в этом виде услуг. Система подсчета пассажиров заменяет традиционные ручные методы обследования пассажиропотоков. Для сбора исходных данных о числе входящих и выходящих на остановках пассажиров применяются современные технологии автоматического подсчета на основе использования бесконтактных датчиков, которые устанавливаются в салонах пассажирских транспортных средств (автобусов, троллейбусов, трамваев).

Ключевые слова: пассажиропоток, мощность пассажиропотоков, пассажирообмен, объем пассажиров, пассажирооборот, автоматизированная система, ГЛОНАСС.

1. Введение

Пассажиропоток – это движение пассажиров по определенной части транспортной сети [1 – 3].

Целью анализа пассажиропотоков является информационное обеспечение мероприятий, направленных на повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности оказываемых услуг.

Оценка качества обслуживания пассажиров необходима заказчику транспортных услуг для проведения анализа эффективности использования подвижного состава и выделяемых средств из городского бюджета на покрытие убытков от перевозки льготных категорий пассажиров.

Оценка качества обслуживания пассажиров на конкретных маршрутах также необходима при проверке жалоб населения.

Мероприятия, эффективность которых непосредственно зависит от качества проведенного анализа пассажиропотоков, следующие:

- локальное изменение организации движения на маршрутах;
- совершенствование сводного плана распределения подвижного состава по маршрутам, часам суток, дням недели, сезонам года;
- совершенствование маршрутной сети;
- изменение структуры подвижного состава по вместимости.

Локальное изменение организации движения на маршрутной сети проводится предприятием регулярно.

Необходимость локального изменения организации движения на маршрутной сети связана с ликвидацией, переносом или введением новых остановок, вводом временных объездов, изменением расписания движения на отдельных маршрутах. Информационное обеспечение данного мероприятия включает в себя проведение обследования пассажиропотоков.

Мероприятия по совершенствованию сводного плана распределения подвижного состава по маршрутам, часам суток, дням недели, сезонам года, совершенствованию маршрутной сети должны основываться на объективных данных анализа пассажиропотоков.

Основные задачи анализа пассажиропотоков включают в себя:

- расчет потребности оборудованного подвижного состава для проведения качественных автоматизированных обследований;
- фиксацию и передачу первичной информации в диспетчерский центр для последующей обработки;
- аналитическую обработку первичных данных;

- формирование отчетной и аналитической информации для специалистов систем управления различного уровня (транспортное предприятие, диспетчерский центр, городская администрация);
- расчет потребности в подвижном составе на линии с учетом спроса на перевозки.

2. Основные характеристики пассажиропотоков

Пассажиропотоки имеют две основные характеристики: мощность и направление.

Направление пассажиропотока показывает распределение передвижений между транспортными районами.

Мощность пассажиропотоков – это количество пассажиров, проезжающих за единицу времени через конкретное сечение транспортной сети в одном направлении. Понятие пассажиропоток применяется при характеристиках только регулярных массовых маршрутных перевозок. При характеристике нерегулярных перевозок используется понятие спроса на перевозки. Основным фактором для формирования маршрутной сети и оптимизации транспортной системы является мощность пассажирских потоков. Только имея данные о размере, направлении и распределении по территории пассажиропотоков можно обоснованно выбрать вид транспортного средства и тип подвижного состава, их количество, необходимое для осуществления регулярных пассажирских перевозок и определения оптимальной трассы этих маршрутов.

Так же существуют следующие характеристики пассажиропотоков, такие как пассажирообмен, объём пассажиров, пассажирооборот.

Пассажирообмен остановочного пункта – это суммарное число пассажиров, подходящих на остановочный пункт и садящихся в транспортное средство и пассажиров, выходящих из салона пассажирского транспортного средства на данном остановочном пункте в единицу времени.

Общее число перевезенных пассажиров по маршруту за определенный период времени составляет объем пассажиров.

Произведение объема перевозок на расстояние поездки пассажиров называют пассажирооборотом.

Большую роль при организации движения пассажирского транспорта по конкретному маршруту и для оптимизации всей транспортной сети в целом играет неравномерность распределения пассажиропотоков по времени и по отдельным участкам действующих маршрутов.

3. Методы обследования пассажиропотоков

Для выявления пассажиропотоков, определения их неравномерности по времени, направлениям и расстояниям проводят обследования пассажиропотоков [1]. Существующие методы обследования пассажиропотоков классифицируются по ряду

признаков описанных В.А. Гудковым, Л.В. Миротиным, А.В. Вельможиным, С.А. Ширяевым и И.В. Спириным [2, 3].

По **длительности охватываемого периода** различают:

- систематическое обследование проводят ежедневно в течении всего исследуемого периода;
- разовое обследование – кратковременные обследования по утвержденной методике для выявления конкретных результатов.

По **ширине охвата транспортной сети** различают:

- сплошные обследования проводят одновременно на всей транспортной сети обслуживаемого населенного пункта. По результатам обследования решают вопросы функционирования транспортной сети, такие как направление ее развития, координация работы различных видов транспорта в соответствии с мощностью пассажирских потоков;
- выборочные обследования проводят по отдельным районам движения, конфликтным точкам для решения локальных задач.

По **виду обследования** методы могут быть:

- анкетными;
- отчетно-статистическими;
- натурными;
- автоматизированными.

Анкетный метод охватывает всю маршрутную сеть обслуживаемого района и позволяет исследовать пассажиропотоки по всем существующим в регионе видам транспорта. Целью этого метода является необходимость определения потребностей населения в транспортных перемещениях между конкретными исследуемыми пунктами.

Отчетно-статистический метод опирается на данные билетно-учетных листов, посадочных ведомостей, ведомостей продажи билетов. Максимальную эффективность данного метода можно достичь в случае автоматизации технологического процесса продажи пассажирских билетов и посадки пассажиров в салон подвижного состава.

Натурные методы могут быть:

- талонными;
- табличными;
- визуальными;
- силуэтными;
- опросными.

Талонный метод исследования пассажиропотоков позволяет получить информацию о мощности пассажиропотока по длине маршрута и времени суток, о пассажирообмене остановочных пунктов, концентрации пассажиров и т.д.

Табличный метод обследования проводится учетчиками, которые располагаются внутри автобуса возле каждой двери. Учетчики снабжены специально разработанными таблицами обследования, в которых указываются номера рейсов в прямом и обратном

направлении, данные по транспортному средству, его выходу и смене, время отправления от всех остановочных пунктах.

Визуальный метод обследования служит для сбора данных по остановочным пунктам со значительным пассажирообменом, но в данном случае существует опасность высокой погрешности в подсчетах всех пассажиров с помощью талонного метода.

Силуэтный метод является разновидностью визуального метода с такими же сферами использования. Вместо бальной системы при оценке наполняемости транспортного средства применяется набор силуэтов по типам транспортного средства. Каждому силуэту соответствует определенное количество перемещающихся пассажиров.

Опросный метод обследования пассажиропотоков предполагает использование учетчиков, которые находятся в салоне транспортного средства, опрашивают пассажиров о пункте выхода, назначении, пересадки и фиксируют данные о корреспонденции пассажиров, что помогает оптимизировать существующие маршруты и разрабатывать организационные мероприятия по уменьшению времени пересадки пассажиров.

В последнее время наиболее востребованные **автоматизированные методы** обследования пассажиропотоков [4 – 15]. Использование этого метода позволяет исключить в исследовании такие факторы, влияющие на достоверность полученных данных. Автоматизированные методы подразделяются:

- *контактные методы* позволяют получать данные о пассажирах через непосредственное воздействие на технические средства. Эти технические средства или устройства размещаются в крупных пассажирообразующих и пассажиропоглощающих узлах. Но основной минус указанного метода – данные будут получены только от узкой группы людей, которые ввели информацию в конкретное устройство доступа информации;
- *неконтактные методы* используют фотоэлектрические приборы. При фотоэлектрическом учете перевозимых пассажиров используют фотопреобразователи, которые устанавливаются в дверных проемах по два на каждый поток посадки-высадки пассажиров. К недостаткам этого метода следует отнести недолговечность приборов, сложность настройки и наладки фотоэлектрических датчиков, а так же высокую погрешность измерений;
- *косвенные методы* – методы учета перевозимых пассажиров, которые используют специальные устройства, позволяющие взвешивать одновременно всех пассажиров транспортного средства с последующим делением общей массы пассажиров на среднюю массу. Общая масса пассажиров определяется при помощи тензометрических преобразователей, расположенных на подушках рессор. Данные обследования предоставляются в виде эпюр пассажиропотоков по времени. Недостаток метода – необходимость раздельной посадки и высадки пассажиров на остановочном пункте;

- *комбинированный метод* заключается в учете пассажиров при использовании двух типов датчиков. Например, при входе в салон пассажиры наступают на нижние, а затем на верхние контактные ступеньки. Сигналы от пары ступенек и открытия дверей поступают в блок управления, где сигналы обрабатываются. Данные регистрируются с учетом пройденного пути, времени, номера остановочного пункта.

4. Автоматизированная система обследования пассажиропотоков

4.1 Автоматический подсчет числа входящих/выходящих пассажиров и передача данных для дальнейшей аналитической обработки по закрытию двери

Инструментальный метод автоматического сбора и передачи данных в диспетчерский центр для дальнейшего расчета основных характеристик пассажиропотока реализуется с помощью специального оборудования, устанавливаемого на транспортные средства городского пассажирского транспорта, выполняющего транспортную работу.

В комплект аппаратуры, устанавливаемой на пассажирские транспортные средства (автобусы, троллейбусы, трамваи), для подсчета числа вошедших и вышедших пассажиров на каждой остановке входят:

- специальные бесконтактные датчики подсчета числа входящих и выходящих пассажиров на каждой остановке обследуемого маршрута, устанавливаемые в салоне пассажирского транспортного средства;
- контроллер, обрабатывающий сигналы датчиков;
- бортовой навигационно-связной терминал с приемником ГЛОНАСС (ГЛОНАСС/GSP) для автоматической привязки к месту собранной информации;
- модем мобильной связи для передачи информации в компьютерную базу данных диспетчерского центра для аналитической обработки данных.

Процесс сбора и передачи данных в диспетчерский центр полностью автоматический.

При движении по маршруту оборудованное пассажирское транспортное средство (автобус, троллейбус, трамвай) собирает данные о числе вошедших/вышедших на остановках пассажиров, которые формируются на основании обработки сигналов бесконтактных датчиков, устанавливаемых над дверями пассажирского транспортного средства.

Информация о числе вошедших и вышедших пассажиров на остановке "привязывается" к местоположению остановки на основании навигационных данных, полученных от приемника ГЛОНАСС/GPS, входящего в состав бортовой аппаратуры.

Привязанная к местоположению информация о числе вошедших и вышедших пассажиров на остановке автоматически по каналам сотовой связи передается в диспетчерский центр после прохождения каждой остановки по мере следования по маршруту.

Полученные с маршрутов данные накапливаются в постоянно хранимых базах данных пассажиропотоков, в дальнейшем обрабатываются специалистами аналитической группы диспетчерского центра и/или соответствующих служб городской администрации (и/или отдельных предприятий-перевозчиков).

Схема технологического процесса сбора и обработки информации в системе подсчета пассажиров показана на рисунке 1.

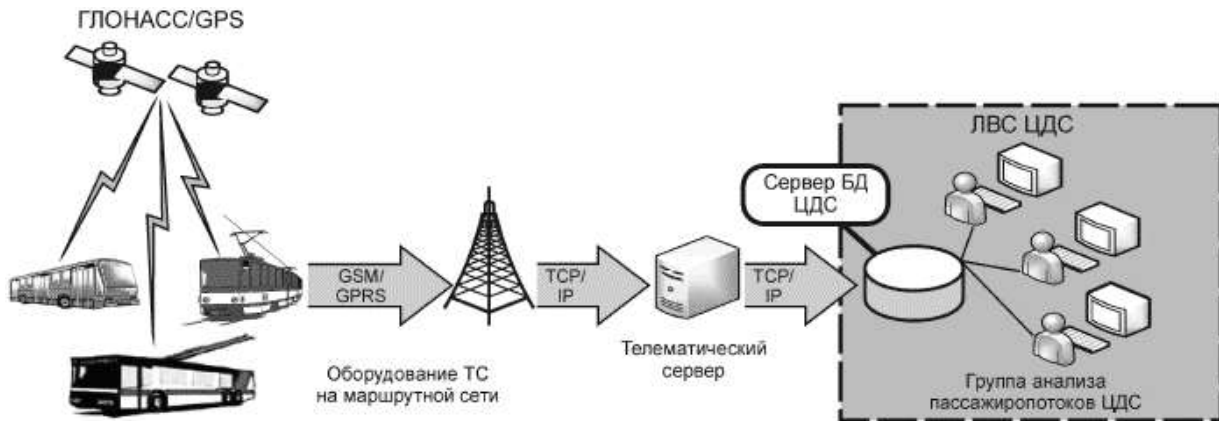


Рисунок 1 - Схематическое отображение технологического процесса сбора и обработки информации в системе подсчета пассажиров

4.2 Контроль качества исходной информации

В процессе контроля качества исходной информации выполняются следующие автоматизированные функции:

- прием по каналу связи исходных данных о входящих/выходящих пассажирах от бортовой аппаратуры транспортного средства и сохранение их в базе данных системы;
- группировка исходной информации отдельно по каждому рабочему дню и по каждому транспортному средству;
- привязка исходных данных к данным наряда (номер маршрута, номер выхода) по каждому транспортному средству, передававшему данные за каждый день обследования;
- автоматизированный первичный контроль полноты, качества и целостности исходной информации;
- запись проверенных данных в базу данных для дальнейшей аналитической обработки и хранения.

Полнота данных определяется по времени первой и последней записи за данный рабочий день, а также числом открытий/закрытий дверей транспортного средства, отдельно по каждой двери за сутки.

Качество данных определяется по нескольким критериям, рассчитанным при помощи программы формирования обменных файлов:

- качество работы навигационной аппаратуры (процент сбоев от общего числа данных);

- качество работы аппаратуры автоматического счета пассажиров (процент сбоев от общего числа данных);
- точность счета аппаратуры автоматического счета пассажиров (суточный дисбаланс между общим числом входа и выхода).

В случае небольшого числа данных, полученных от мобильной аппаратуры, или в случае их полного отсутствия необходимо выяснить следующие причины:

- аппаратура неисправна;
- аппаратура работает со сбоями;
- аппаратура не включается при работе на маршруте.

4.3 Аналитическая обработка и формирование основных показателей транспортной работы

На первом этапе аналитической обработки в диспетчерском центре (или в центре обработки данных) системой автоматически должна формироваться следующая первичная информация:

1) Информация о маршруте и рейсах, на которых проводится обследование:

- дата обследования;
- вид транспорта;
- имя маршрута;
- номер выхода;
- дата ввода в действие маршрута;
- номер смены;
- тип рейса;
- марка транспортного средства.

2) Информация о пассажирообмене на остановках рейса:

- уникальный код пункта обследования (остановки);
- время прохождения остановки;
- число вошедших пассажиров на остановке;
- число вышедших пассажиров на остановке;
- наполнение салона.

Первичная информация должна быть представлена в виде таблицы, дополнительно к которой формируется таблица следующего содержания:

- дата обследования;
- вид транспорта;
- имя маршрута;
- номер выхода;
- марка транспортного средства;
- время отправления из пункта А (план);
- время отправления из пункта А (факт);
- время отправления из пункта Б (план);
- время отправления из пункта Б (факт).

В результате обследования и аналитической обработки собранных материалов пользователь должен получить пространственные и временные характеристики пассажиропотоков как на отдельных маршрутах, так и на маршрутной сети в целом, в том числе и следующие основные показатели транспортной работы:

- число перевезенных пассажиров на прямом и обратном рейсах маршрута;
- наполнение салона на перегоне;
- пассажирооборот остановки (число вошедших и вышедших пассажиров);
- пассажирооборот на крупных остановочных пунктах как сумма пассажирооборотов по всем маршрутам, обслуживающим данную остановку;
- удельное наполнение салона;
- число пассажиров, проехавших между каждой парой остановок маршрута (межостановочные корреспонденции);
- коэффициент неравномерности пассажиропотока (часовой, внутричасовой);
- средняя дальность поездки;
- распределение подвижного состава между маршрутами и по часам суток;
- потребность в подвижном составе на маршрутах и по часам суток.
- Полученные показатели и характеристики маршрутной сети должны быть представлены в виде отчетных форм.

5. Заключение

Успех перечисленных выше обследований пассажиропотоков зависит не только от достоверности первоначальных данных, но и от простоты и ясности поставленных целей и задач обследования транспортной сети. Работа по обследованию пассажиропотоков при любом способе и независимо от длительности и широты охвата должна осуществляться по заранее составленному и утвержденному плану. План разрабатывается с учетом конкретных условий и должен быть реальным по срокам выполнения, объему работы и числу исполнителей. План, как правило, состоит из трех частей: подготовка проведения обследования; работа по выполнению обследования и статистическая обработка собранных сведений.

Список информационных источников

- [1] Перспективы развития автомобильно-дорожной сети Российской Федерации до 2030 г. По материалам доклада, от 15 марта 2012 г. на конференции «Дорожная сеть России» Евразийского транспортно-логистического форума. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rostransport.com/themes/7062/> Дата обращения: 30.05.2014.
- [2] Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.В. Спирин. – 8-е изд., стер. - М.: ИЦ «Академия», 2013. – 400 с. – ISBN: 978-5-4468-0480-1
- [3] Богумил В.И. Организация автоматического контроля регулярности движения транспортных средств городского пассажирского транспорта // Вестник

- Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2012. – №3. – С. 63-69.
- [4] Исмаилов А.Р. Разработка архитектуры подсистемы планирования организации заказных перевозок клиентских групп при проведении XXII зимних Олимпийских Игр / А.Р. Исмаилов, А.Б. Львова, А.В. Остроух // Бюллетень транспортной информации. – М.: Национальная ассоциация транспортников, 2013. – №12 (222). – С. 3-10.
- [5] Исмаилов А.Р. Автоматизированная система планирования заданий для заказных перевозок пассажиров при проведении Олимпийских Игр / А.Р. Исмаилов, А.В. Остроух, А.Б. Львова, А.Б. Николаев, П.Ю. Збавитель // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – №6 (49). – С. 46-51.
- [6] Исмаилов А.Р. Программно-технологические решения по разработке подсистем планирования заданий для заказных перевозок пассажиров при проведении Олимпийских Игр / А.Р. Исмаилов, А.Б. Львова, А.В. Остроух // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – М.: «Научтехлитиздат», 2013. – №11. – С. 74-85.
- [7] Куфтинова Н.Г. Имитационное моделирование управления транспортными потоками в мегаполисе / Н.Г. Куфтинова, А.В. Остроух // Автотранспортное предприятие. – 2010. – №12. – С. 41-42.
- [8] Куфтинова Н.Г. Разработка информационно-логической модели транспортной сети мегаполиса / Н.Г. Куфтинова, А.В. Остроух // Бюллетень транспортной информации. – М.: Национальная ассоциация транспортников, 2013. – №1 (211). – С. 23-26.
- [9] Лукашук П.И. Адаптивная методика прогнозирования пассажиропотоков в АСУ пассажирского автотранспортного предприятия / П.И. Лукашук, С. Бенгедаш, А.Г. Николаев, А.В. Остроух // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – М.: «Научтехлитиздат», 2006. – №11. – С. 7-11.
- [10] Николаев А.Б. Информационные технологии в менеджменте и транспортной логистике: учебное пособие / А.Б. Николаев, А.В. Остроух. – Saint-Louis, MO, USA: Publishing House Science and Innovation Center, 2013. – 254 с. – ISBN 978-0-615-67110-9.
- [11] Остроух А.В., Исмаилов А.Р., Львова А.Б. Проектирование программно-технологических решений подсистемы планирования заданий для заказных перевозок пассажиров при проведении XXII Зимних Олимпийских Игр // Автоматизация и управление в технических системах. – 2014. – № 1.1 (8). – С. 98-111. DOI: 10.12731/2306-1561-2014-1-11.
- [12] Польшун М.Б. Анализ моделей оперативного диспетчерского управления городским пассажирским транспортом / М.Б. Польшун, А.В. Воробьева, А.В. Остроух // Молодой ученый. – 2011. – №4. Т.3. – С. 9-13.
- [13] Польшун М.Б. Автоматизация процессов диспетчерского управления городским пассажирским транспортом / М.Б. Польшун, А.В. Остроух, А.Б. Николаев, Д.Б. Ефименко // Промышленные АСУ и контроллеры. – М.: «Научтехлитиздат», 2013. – №5. – С. 10-16.
- [14] Ostroukh A.V., Polgun M.B. Automation of processes supervisory control urban passenger transport // International Journal of Advanced Studies (iJAS). 2013. Vol. 3. No 3. pp. 3-9. DOI: 10.12731/2227-930X-2013-3-1.
- [15] Ostroukh A.V., Polgun M.B. New approaches to development of automated supervisory systems of industrial enterprises transport // International Journal of Advanced Studies (iJAS). 2013. Vol. 3. No 4. pp. 3-9. DOI: 10.12731/2227-930X-2013-4-1.