



ПОЛУАВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СПОСОБ УЧЕТА ПАССАЖИРСКИХ ПОТОКОВ НА АВТОБУСАХ МАЛОЙ И ОСОБО МАЛОЙ ВМЕСТИМОСТИ

Д. В. Енин,

заведующий научно-исследовательским отделом «Организация перевозок пассажиров и развитие транспортной инфраструктуры» ОАО «НИИАТ», кандидат техн. наук, доцент

Опыт работы НИИАТ на протяжении многих десятилетий связан с исследованиями в области эксплуатации автомобильного транспорта, в т. ч. посвященными разработке методик и проведению исследований транспортных потребностей населения. В последние годы стала очевидной несостоятельность ранее применявшихся «ручных» способов сбора информации о пассажирских потоках вследствие изменившихся социально-экономических отношений в обществе. В автобусах большой, средней вместимости и некоторых типах микроавтобусов эту проблему удастся успешно решить применением автоматизированных систем учета пассажиров. Однако на автобусах вместимостью менее 25 пассажиров, оборудованных двумя передними пассажирскими дверями, проблема корректного учета пассажиров остается открытой. Для решения этой проблемы в ОАО «НИИАТ» разработан новый способ учета пассажиров.

Обследования пассажирских потоков в отечественной практике проводятся преимущественно двумя методами: визуальным и табличным (счетно-табличным, согласно приказу Минавтотранса РСФСР от 31.12.1981 № 200 [1] (отменен приказом Минтранса России от 31.05.2013 № 195)).

Визуальный метод (он же глазомерный, силуэтный [1, 2]) изначально был разработан и использовался для экспресс-оценки наполнения транспортных средств. Впоследствии он стал использоваться в качестве вспомогательного к табличному методу для контроля и корректировки результатов комплексных исследований пассажирских потоков, а также совместно с методом учета пассажиров по проданным билетам. Несмотря на отсутствие других корректных способов применения данного метода, в последние годы участились случаи его использования в качестве самостоятельного (взамен табличного и прочих). Так, некоторые организации стараются упростить свою работу по сбору данных. И если для экспресс-оценки ситуации это допустимо, то для разработки или оптимизации отдельных маршрутов (за исключением экспрессных или обладающих незначительным устойчивым пассажиропотоком) и тем более для оптимизации маршрутных сетей такой подход совершенно неприемлем. Он не может обеспечить достижения целей исследования, так как при самостоятельном применении погрешности исследования составляют 30–100% и более! Его основными недостатками являются: невозможность

учета пассажирообмена на остановочных пунктах; невозможность определения базовых эксплуатационных показателей действующих маршрутов; невозможность определения пассажирских корреспонденций.

Табличный метод, в отличие от визуального, при правильном планировании и проведении обследований пассажирских потоков является одним из наиболее простых, относительно дешевых и достоверных методов. Вместе с тем опыт последнего десятилетия подтвердил несостоятельность «ручного» способа учета пассажиров данным методом при проведении массовых обследований пассажирских потоков вследствие:

- невозможности привлечения большого числа учетчиков как по организационным, так и по экономическим причинам;
- недоучета пассажиров учетчиками из-за сложности работы или недобросовестного отношения к выполняемым функциям;
- нарушения некоторыми учетчиками порядка заполнения ведомостей;
- незнания учетчиками остановочных пунктов и мест их расположения;
- неразборчивого почерка отдельных учетчиков, из-за чего возникают ошибки при расшифровке ведомостей;
- возможных потерь части ведомостей в процессе работ;
- невнимательности или недобросовестности людей, занимающихся оцифровкой ведомостей.



Указанные недостатки «ручного» способа подсчета пассажиров свидетельствуют о значительном негативном влиянии человеческого фактора на результаты исследования, погрешности в которых составляют 10–50%. У рассматриваемого способа имеются и другие отрицательные стороны – это значительные финансовые расходы на оплату труда учетчиков (от 800 до 2500 руб./чел. в смену); привлечение дополнительных людей для оцифровки заполненных таблиц, затраты денег и времени на эту работу и др. В целях снижения трудоемкости и стоимости обследований пассажирских потоков возникла необходимость их автоматизации при выполнении прикладных научно-исследовательских работ.

Анализ доступных на отечественном рынке систем [3] показал важную особенность: полностью универсальных для всех видов и типов транспортных средств автоматизированных систем учета пассажиров в настоящее время не существует. Например, при выполнении работ ОАО «НИИАТ» автоматизацию процесса обследования пассажиров на транспортных средствах средней и боль-

определять пассажиров по социально-демографическим признакам (в т. ч. отдельные маломобильные группы населения) с целью выявления транспортных потребностей этих людей или с целью обоснования тарифов на перевозки.

Учитывая эти особенности, сотрудники ОАО «НИИАТ» разработали собственный аппаратно-программный комплекс в составе: компьютерной программы для учета пассажиров «НИИАТ-2012» (первоначальный интерфейс представлен на рис. 1); персонального компьютера; GPS и (или) ГЛОНАСС-приемника.

Этот аппаратно-программный комплекс позволяет:

- вести регистрацию входящих и выходящих пассажиров в цифровом виде с помощью учетчика-оператора, находящегося в салоне автобуса, путем ввода им данных в компьютер (в основе лежит табличный метод);
- в автоматическом режиме фиксировать географические координаты транспортного средства в моменты регистрации пассажиров учетчиком;
- формировать и хранить базу данных на компьютере.



- - Клавиши ввода (прибавления) вышедших пассажиров;
- - Клавиши корректировки (вычитания) вышедших пассажиров;
- - Клавиши ввода (прибавления) вошедших пассажиров;
- - Клавиши корректировки (вычитания) вошедших пассажиров;
- - Клавиши цифрового ряда для корректировки числа вошедших и вышедших пассажиров в отдельном рабочем поле программы;
- - Клавиши окончания ввода данных

Рис. 1. Интерфейс программы «НИИАТ-2012» (а) и аппаратный комплекс с указанием назначения клавиш ввода данных (б)

шой вместимости удалось оперативно обеспечить на основе программных разработок ЗАО «Транснавигация» с применением немецких инфракрасных датчиков Irma Can Basic и GPS/ГЛОНАСС-аппаратуры. На рынке также появляются более современные аппаратные средства MATRIX; предлагаются другие системы.

Однако для многих автобусов вместимостью менее 25 мест подобная аппаратура оказалась неподходящей, поскольку для большинства из них характерны: наличие двух пассажирских дверей; различия высоты кузова разных моделей (1,7–2,2 м); перевозка стоящих пассажиров и передвижение пассажиров по салону; временный выход пассажиров из автобуса с целью выпустить других пассажиров; остановка вне остановочных пунктов для посадки/высадки пассажиров. Кроме того, системы автоматизированного подсчета не позволяют

В настоящее время произведена существенная доработка данного комплекса, позволяющая использовать в качестве основного устройства не только компьютер, но и любое электронное устройство, поддерживающее интернет-соединение (смартфоны, КПК и пр.) на основе применения системы удаленного доступа. То есть все данные, зафиксированные оператором-учетчиком, мгновенно поступают на сервер НИИАТ, обеспечивая возможность оперативного контроля качества обследований, снижение риска потери информации, а также снижение времени обработки полученных данных в связи с ликвидацией этапа физического сбора и передачи данных в конце рабочего дня.

Произведенная доработка также существенно улучшила возможности по повышению точности установления географических координат (особенно в отношении устройств, оборудованных системой навигации).



Процесс обследования табличным методом на основе процедуры «человек-машина» идентичен классическому варианту обследований «ручным» способом за исключением того, что оператор-учетчик использует вместо бланков ведомостей электронное устройство, имеющее доступ в Интернет, и по возможности GPS/ ГЛОНАСС-приемник.

Разработанное программное обеспечение содержит лист «Основные реквизиты»: о маршруте, транспортном средстве и операторе-учетчике. Эта информация необходима для идентификации пассажиропотока при последующей обработке данных, а также для возможности контроля работы операторов-учетчиков. В случае не точного введения данных в отдельном поле программы предусмотрена возможность скорректировать информацию. Внутренний функционал программы предусматривает: обеспечение безопасности входа в систему и передачи данных, идентификацию оператора-учетчика, возможность передачи данных на сервер, определение и уточнение географических координат и текущего времени, первичную обработку полученных данных.

Для получения объективной оценки наравне с положительными сторонами разработки следует выделить некоторые недостатки, присущие ей:

- сохранение в системе учетчика, т.е. человеческого фактора (но, как показали испытания и последующие комплексные обследования пассажирских потоков, при работе учетчика на автобусах с небольшим пассажирообменом (малой и особо малой вместимости), погрешность составляет 1,2–4,6% и является приемлемой, но на автобусах средней и большой вместимости погрешности, как правило, возрастают);
- сохранение высоких затрат на оплату труда учетчиков-операторов;
- ограниченная емкость аккумуляторов электронных устройств, которой часто недостаточно для непрерывной 8–16-часовой работы (во многих случаях проблема была решена за счет использования питания от бортовой сети автобуса, однако не все автобусы оборудованы прикуривателями и не все прикуриватели находятся в работоспособном состоянии);
- одно сиденье в микроавтобусе занято учетчиком-оператором – это 4–8% от общей вместимости транспортного средства (указанная погрешность несущественна и компенсируется расчетным путем с учетом фактического коэффициента сменности пассажиров, определяемого исходя из числа имеющихся в салоне мест, за исключением одного; также практика доказала (к сожалению), что водителей и пассажиров на большинстве маршрутов не смущает обстоятельство недостатка одного или нескольких мест в автобусе, и преобладающее большинство людей, стремящихся попасть в салон автобуса, в результате оказываются в нем);
- работа одного учетчика-оператора в течение всего дня работы маршрута невозможна по условиям трудового законодательства, в связи с чем требуется наличие двух смен работы учетчиков и обеспечение

надежности взаимодействия с водителями в начале рабочего дня при размещении учетчиков-операторов в маршрутные транспортные средства, а также в периоды обеденных перерывов и в конце рабочего дня, когда возможны сходы с линии автобуса с водителем и (или) учетчиков.

Первоначальная апробация способа была проведена в г. Воронеже в 2012 г. на одном из городских маршрутных автобусов ГАЗ-3221, работавшем по 1-сменному графику: с 06.45 до 10.25. Работа проводилась классическим «ручным» и полуавтоматизированным способами (с помощью аппаратно-программного комплекса «НИИАТ-2012»). В целях снижения риска ошибки учетчиков при двух способах учета дополнительно была проведена сравнительная оценка по сменному объему выручки. Результаты обследования и их сопоставительная оценка представлены в таблице.

По двум способам учета погрешность составила не более 5%. С использованием компьютерного приложения по балансировке вошедших и вышедших пассажиров итоговое значение погрешности не превысило 3%. В сравнении с объемами суточной выручки точность результатов обследований на основе аппаратно-программного комплекса «НИИАТ-2012» для данной ситуации оказалась не ниже 99%.

После стадии первичной апробации, институтом были проведены: обследования пассажирских потоков с использованием предложенного способа на 42 маршрутах города Воронежа, обслуживаемых микроавтобусами различных марок (ГАЗ, Ford, Peugeot, Citroen, Fiat, Iveco, Mercedes) вместимостью от 12 до 26 мест; апробационные испытания последующих разработок в г. Москве. Для оценки точности результатов выборочно в салонах автобусов устанавливались видеорегистраторы, позволяющие произвести последующую проверку точности результатов обследований. На этом этапе также была подтверждена гипотеза о том, что полуавтоматизированный метод с использованием процедуры «человек-машина» воспринимается и реализуется операторами-учетчиками существенно легче, чем при ручном способе учета на бумажном носителе, что влияет на повышение качества результатов обследования.

Важно отметить, что высокая точность полученных результатов всех проведенных обследований (не более 5%) обусловлена прежде всего незначительным пассажирообменом, характерным для автобусов малой и особо малой вместимости. Поэтому данный способ рекомендован в первую очередь для этих типов транспортных средств. На транспортных средствах средней и большой вместимости он целесообразен для экспресс-обследований в качестве выборочного метода и (или) для учета отдельных категорий пассажиров (данная функция не обеспечивается большинством автоматизированных систем).

Влияние человеческого фактора в предлагаемой разработке частично снижено за счет ведения контроля координат транспортного средства, сбора данных в онлайн-режиме, возможности сопоставления объемов



Таблица

Результаты обследования пассажиропотоков и сопоставления данных, полученных различными методами на автобусном маршруте № 100 (г. Воронеж)

Основные показатели маршрута	Рейс № 1	Рейс № 2	Рейс № 3	Рейс № 4	Рейс № 5	Рейс № 6	Рейс № 7	Рейс № 8	Рейс № 9	Всего
Направление	Прям.	Обратн.	Прям.	Обратн.	Прям.	Обратн.	Прям.	Обратн.	Прям.	
Учет пассажиропотоков автоматизированным табличным методом										
Время выхода в рейс, ч:мин	6:45	6:59	7:23	7:47	8:12	8:38	9:11	9:30	10:04	6:45
Время окончания рейса, ч:мин	6:54	7:20	7:43	8:09	8:30	9:03	9:23	10:01	10:25	10:25
Продолжительность рейса, ч:мин	0:09	0:21	0:20	0:22	0:18	0:25	0:12	0:31	0:21	3:40
Количество вышедших пассажиров, чел.	4	13	22	18	5	22	4	14	10	112
Количество вошедших пассажиров, чел.	4	13	22	18	6	22	5	14	10	114
Погрешность результатов, (вход/выход), %	0,0	0,0	0,0	0,0	-16,7	0,0	-20,0	0,0	0,0	-1,8
Учет пассажиропотоков классическим табличным методом										
Количество вышедших пассажиров, чел.	4	13	22	18	6	22	5	13	10	113
Количество вошедших пассажиров, чел.	4	13	22	17	6	22	5	14	10	113
Погрешность результатов (вход/выход), %	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	-7,1	0,0	0,0
Погрешность измерений, %										
Автоматизированного к табличному методу (вход)	0,0	0,0	0,0	0,0	-16,7	0,0	-20,0	7,7	0,0	-0,9
Автоматизированного к табличному методу (выход)	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
Автоматизированного метода к выручке (1250 руб.)	-0,01									
Табличного метода к выручке (1250 руб.)	-0,01									

перевезенных пассажиров между транспортными средствами маршрута. Эти функции не только позволяют выявить некачественную работу учетчиков, но и дисциплинируют их уже на стадии подготовки к обследованию. Проблема сговора водителя с учетчиком решена путем выборочной установки видеорегистраторов в салонах транспортных средств. При возникновении каких-либо подозрений производится выборочная сравнительная оценка данных, полученных от учетчика и данных видеорегистратора.

Стоимость комплекта оборудования для полуавтоматизированного способа учета пассажиров «НИИАТ-2012» составляет от 7 до 15 тыс. рублей (в зависимости от стоимости электронного устройства, зарядного устройства, разветвителя для прикуривателя, GPS/ГЛОНАСС-приемника, интернет-соединения). При использовании, например, личных смартфонов и видеорегистраторов, стоимость может быть снижена до 300–1000 руб.

Облегчение труда учетчиков снижает риск получения некачественного результата на 10–20%, оцифровка информации о пассажирских потоках в электронном виде в режиме реального времени (в ходе обследования) снижает риск потери качества результатов на 10–30%. Экономия финансовых средств от повышения производительности составила 12,6% от общей стоимости работ, по сравнению с «ручным» способом учета пассажиров,

а временных затрат на выполнение работы – около 40%. Срок окупаемости одного комплекта аппаратно-программного комплекса стоимостью около 15 тыс. руб. составляет 27 полных дней обследований за счет экономии средств на оцифровку данных.

Таким образом, в условиях ограниченных финансовых, временных и трудовых ресурсов и при значительных объемах обследований предложенный способ учета пассажиров на автобусах малой и особо малой вместимости является не идеальным, но предпочтительным из существующих. В планах у сотрудников ОАО «НИИАТ» стоит задача довести разработанный аппаратно-программный комплекс до состояния готового конечного продукта и представить его широкому кругу пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте: утв. приказом Минавтотранса РСФСР от 31.12.1981 № 200. – М., 1983. – 512 с.
2. Мун Э. Е. Руководство по нормированию подвижности пассажиров городского транспорта: метод. пособие для работников и организаций транспорта и органов гос. статистики / Э. Е. Мун, Е. С. Москвичев, И. В. Спирин, А. С. Файзулин. – М.: ИКФ «Каталог», 2005. – 128 с.
3. Енин Д. В. Анализ автоматизированных систем мониторинга пассажирских потоков / Д. В. Енин // Научный вестник автомобильного транспорта. – 2013. – Июль-авг.

