

ТЕМА №3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПассаЖИРОВ В ПОЕЗДКАХ

1. Транспортная подвижность населения и методы ее определения.
2. Пассажиропотоки. Показатели изменения пассажиропотоков.
3. Методы обследования пассажиропотоков.

Вопрос 1

Транспортная подвижность населения и методы ее определения

Подвижностью населения называют количество поездок, приходящихся на одного жителя в год:

$$b = \frac{Q}{N},$$

где N – численность населения города, чел; Q – объем перевозки пассажиров в год, пас.

Методы определения транспортной подвижности населения

1. Определение транспортной подвижности населения в зависимости от его занятости. С этой целью необходимо найти возможный объем перевозок. Рассчитать его можно двумя способами.

Первый вариант

- Население города (района, микрорайона) распределяют на группы в зависимости от его занятости и устанавливают численность каждой группы (на основе данных ЖЭКов, паспортных столов и т.д.):
 - 1 - рабочие и служащие (N_p);
 - 2 - студенты вузов, учащиеся техникумов ($N_{ст}$);
 - 3 - школьники и учащиеся ПТУ ($N_{шк}$);
 - 4 - несамодеятельное население (N_n);
 - 5 - приезжие ($N_{пр}$).
- Определяют общее количество передвижений всех социальных групп населения, которое складывается из трудовых передвижений ($Q_{тр}$), передвижений на учебу ($Q_{уч}$) и по культурно-бытовым целям ($Q_{к-б}$), тыс. чел:

$$\Sigma Q = Q_{тр} + Q_{уч} + Q_{к-б}$$

- **Общее количество трудовых передвижений за год, тыс. чел:**

$$Q_{тр} = (N_p + N_{ст} K_{ст} + N_{пр} K_{пр} + N_{шк} K_{шк}) \cdot N_{тр} \cdot D_p \cdot K_{тр},$$

где $K_{ст}$, $K_{пр}$, $K_{шк}$ – коэффициент, учитывающий соответственно долю работающих из числа студентов, приезжих и школьников ($K_{ст} = 0,10...0,15$; $K_{пр} = 0,05...0,10$);

$N_{тр}$ – среднее количество поездок на одного жителя в день в трудовых передвижениях;

D_p – количество рабочих дней в году;

$K_{тр}$ – коэффициент пользования транспортом в трудовых поездках.

- **Общее количество передвижений на учебу за год, тыс.чел:**

$$Q_{\acute{o}\ddot{z}} = \Sigma N_{\tilde{n}\acute{o},\phi\acute{e}} \cdot D_{\acute{o}\ddot{z}i} \cdot N_{\acute{o}\ddot{z}} \cdot K_{\acute{o}\ddot{z}} = (N_{ст} D_{ст} + N_{шк} D_{шк}) N_{уч} K_{уч}$$

где $\Sigma N_{ст,шк}$ – численность групп обучающихся (студентов, школьников), тыс. чел;

$D_{учi}$ – среднее количество дней в году приходящиеся на передвижения на учебу по группам обучающихся (студенты, учащиеся ПТУ, школьники), ориентировочно $D_{ст} = 170...175$ дн, $D_{шк} = 120...125$ дн);

$N_{уч}$ – среднее число поездок на одного учащегося в день;

$K_{уч}$ – коэффициент пользования транспортом в поездках на учебу.

- **Общее количество культурно-бытовых поездок за год, тыс. чел:**

$$Q_{к-б} = \Sigma N_{жи} D_{к-бi} N_{к-б} K_{к-б} = (N_p D_{к-б.p} + N_{ст} D_{к-б.ст} + N_{шк} D_{к-б.шк} + N_H D_{к-б.H} + N_{пр} D_{к-б.пр}) N_{к-б} K_{к-б},$$

где $N_{жи}$ – численность жителей в городе с учетом возможного изменения на перспективу;

$D_{к-бi}$ - среднее количество дней в году приходящиеся на культурно-бытовые передвижения населения города по социальным группам;

$N_{к-б}$ - среднее число поездок на одного жителя в день, приходящихся на культурно-бытовые передвижения;

$K_{к-б}$ – коэффициент пользования транспортом в поездках по культурно-бытовым целям.

Второй вариант

Число поездок рассчитывают исходя из поездок Q_1 – постоянного населения города, Q_2 – жителей пригорода, приезжающих в город, и Q_3 – временно проживающих в городе.

Общее число поездок $\Sigma Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3$, тыс. чел.

Годовое число поездок постоянного населения города:

$$Q_1 = N_{жс} \cdot k_m \cdot (Q_p \cdot \alpha_p + Q_y \cdot \alpha_y) \cdot k_\partial \cdot k_{к-б} \cdot k_n,$$

где k_m – коэффициент, учитывающий использование пассажирского транспорта (обычно принимают 0,75-0,8);

Q_p – годовое число поездок одного работающего жителя к месту работы;

α_p – удельный вес работающих;

Q_y – годовое число поездок одного учащегося к месту учебы;

α_y – удельный вес учащихся;

k_∂ – коэффициент, учитывающий деловые поездки;

$k_{к-б}$ – коэффициент, учитывающий культурно-бытовые поездки;

k_n – коэффициент пересадочности (для городов, имеющих внеуличные виды транспорта (метрополитен) - 1,2 – 1,35, для городов, не имеющих внеуличных видов транспорта - 1,0 – 1,1).

Показатели

α_p

α_y

k_∂

$k_{к-б}$

Население города:

| | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| свыше 500 тыс. чел. | 0,60-0,70 | 0,30-0,35 | 1,04-1,05 | 2,2-2,3 |
| менее 100 тыс. чел | 0,70-0,75 | 0,25-0,30 | 1,03 | 1,08-2,0 |

Годовое число поездок Q_2 жителей пригорода, приезжающих в город и годовое число поездок Q_3 , временно проживающих в городе, составляет 5-10% от годового числа поездок Q_1 постоянных жителей города, т.е. $\Sigma(Q_2 + Q_3) = (1,05...1,10) Q_1$. Но в ряде случаев (например, для крупных промышленных или научных центров, курортных городов и других) число людей, приезжающих в город и временно проживающих в нем, может быть значительно большим.

Определив объем перевозок, можно рассчитать транспортную подвижность по формуле $b = \frac{Q}{N}$.

2. Определение транспортной подвижности населения в зависимости от численности жителей в городе

На основе наблюдений, которые осуществлялись в различных городах, установлена определенная зависимость размеров перевозок пассажиров (транспортной подвижности) от количества жителей в городе:

| | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|------------|
| Число жителей, тыс. чел | до 50 | 51-100 | 101-300 | 301-500 | 501-1000 | более 1000 |
| Число поездок одного жителя в год (транспортная подвижность) | 100-200 | 200-300 | 300-500 | 500-600 | 600-700 | 700-950 |

3. Определение транспортной подвижности населения с учетом возрастного состава населения.

На основе выборочных наблюдений установлено примерное количество поездок одного жителя в течение года (транспортная подвижность, *b*):

| | |
|---------------|-----------------|
| 10 лет | – 80 поездок; |
| 11-20 лет | – 350 поездок; |
| 21-30 лет | – 1200 поездок; |
| 31-40 лет | – 1000 поездок; |
| 41-50 лет | – 800 поездок; |
| 51-60 лет | – 600 поездок; |
| 61-70 лет | – 400 поездок; |
| старше 70 лет | – 200 поездок. |

Вопрос 2

Пассажиры. Показатели изменения пассажиропотоков

Пассажиры – это количество пассажиров, которые осуществляют проезд по определенному маршруту или направлению в определенный период времени.

Величину пассажиропотока можно определить по формуле, пасс:

$$Q = A_m \times q_{\text{вм}} \times \gamma,$$

где A_m – количество транспортных средств, проходящих за определенный период времени через данное сечение транспортного маршрута; $q_{\text{вм}}$ – номинальная общая вместимость транспортного средства; γ – коэффициент использования вместимости транспортного средства.

Для пассажиропотоков свойственна неравномерность по:

- 1) **Участкам маршрута.** Границами участков являются остановочные пункты, поэтому длину участков маршрута называют межостановочными расстояниями или длиной перегона ($l_{\text{пер}}$).

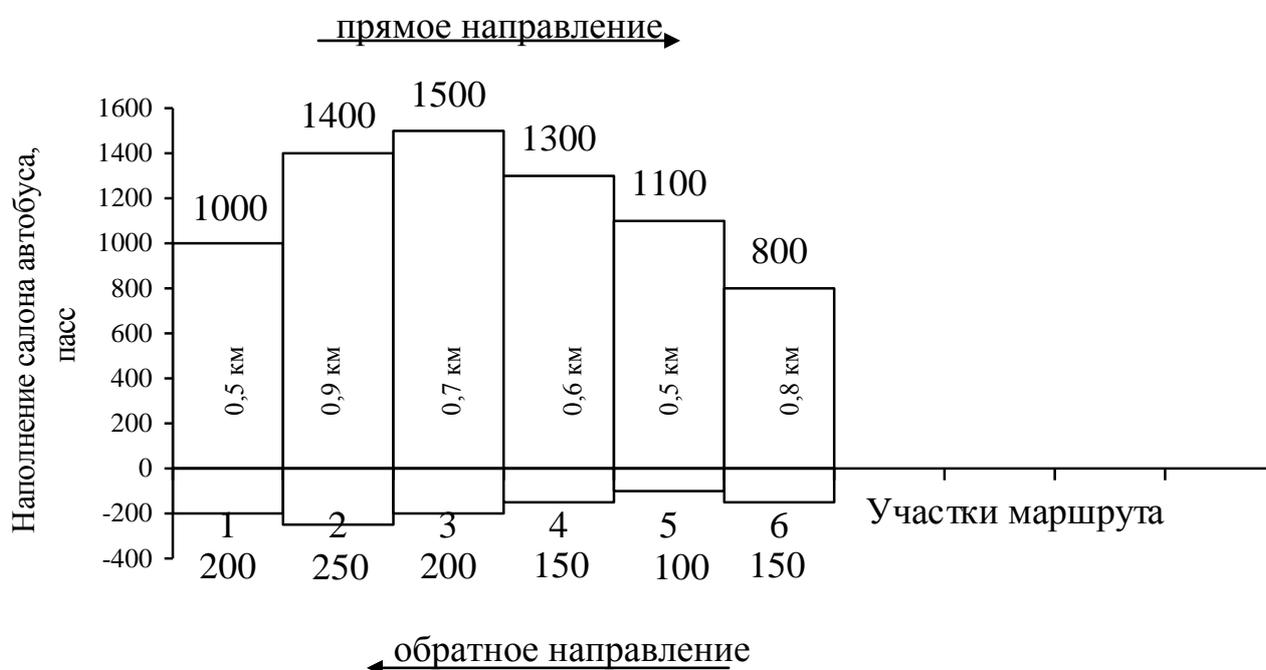


Рис. 1. Эпюра неравномерности пассажиропотоков по участкам маршрута

Неравномерность по участкам маршрута характеризуется коэффициентом неравномерности пассажиропотока по участкам маршрута, который представляет собой отношение произведения максимального числа

пассажиры, проехавших по перегону и протяженности маршрута к фактически выполненным пассажирокилометрам.

$$\eta_{уч} = \frac{Q_{max}}{P_{cp}}, \quad P_{cp} = \frac{P_{факт}}{L_m} \Rightarrow \eta_{уч} = \frac{Q_{max} \times L_m}{P_{факт}},$$

где Q_{max} – наполнение наиболее загруженного участка маршрута, пасс; P_{cp} – средняя величина пассажиропотока; $P_{факт}$ – фактический пассажирооборот;

L_m - длина маршрута.

2) Направлениям движения. Характеризуется коэффициентом неравномерности по направлениям движения:

$$\eta_{напр} = \frac{\overline{Q_{max}}}{\overline{Q_{min}}} = \frac{D_{max}}{D_{min}}, \quad \eta_{напр}^{норм} = 1,2 \div 1,5,$$

где $\overline{Q_{max}}$ – среднечасовой объем перевозок в направлении с большим пассажиропотоком, пасс;

$\overline{Q_{min}}$ – среднечасовой объем перевозок в направлении с меньшим пассажиропотоком, пасс;

D_{max} – пассажирооборот в направлении с большим пассажиропотоком, пасс. км;

D_{min} – пассажирооборот в направлении с меньшим пассажиропотоком, пасс. км;

Q_{max} – количество перевозимых пассажиров в направлении с большим пассажиропотоком, пасс;

Q_{cp} – среднее количество пассажиров, перевезенных в двух направлениях.

Для примера, решенного ранее, $\eta_{напр} = \frac{D_{max}}{D_{min}} = \frac{4780}{710} = 6,73.$

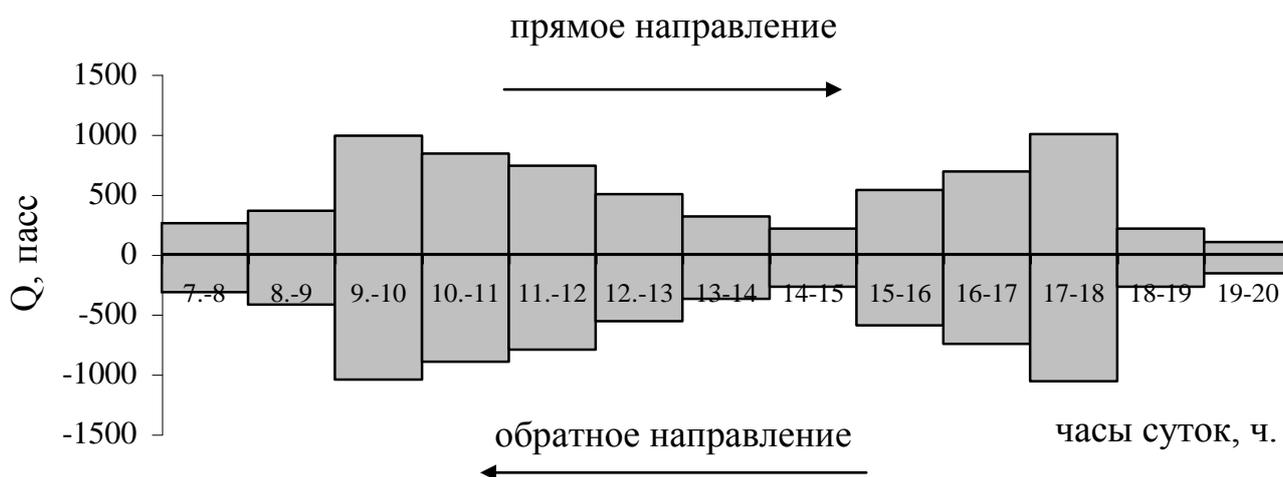
3) По часам суток. Характеризуется: а) коэффициентом неравномерности по часам суток:

$$\eta_{ч} = \frac{Q_{час-пик}}{Q_{ср.ч}},$$

где $Q_{час-пик}$ – объем перевозок в час пик, пасс;

$Q_{ср.ч}$ – среднечасовой объем перевозок, пасс.

$$\eta_{ч}^{норм} = 1,5 \div 2,0$$



б) коэффициентом внутрисуточной неравномерности ($\eta_{в.ч}$), который представляет собой отношение средней наполняемости одного автобуса по группе автобусов, прошедших с наполнением выше среднесуточного значения к среднесуточной $\left[\eta_{в.ч}^{норма} = 1,1 - 1,3, \text{ метрополитен} - 1,4 \right]$.

4) По дням недели. Характеризуется коэффициентом неравномерности перевозок по дням недели и представляет собой отношение максимального объема перевозок за дни недели (или в один из дней недели) к среднесуточному объему перевозок - $\eta_{дн} = \frac{Q_{max.дн}}{Q_{ср.дн}}$. Колебания

пассажиropотоков по дням недели зависят от режима работы предприятий и организаций. $\eta_{дн}^{норма} = 1,15 \div 1,2$.

5) По месяцам года. Характеризуется коэффициентом неравномерности пассажиропотоков по месяцам, который представляет собой отношение максимального объема перевозок за каждый месяц (или за наиболее напряженный месяц) к среднемесячному - $\eta_{мес} = \frac{Q_{max.мес}}{Q_{ср.мес}}$.

Вопрос 3

Методы обследования пассажиропотоков

Для организации эффективного транспортного обслуживания пассажиров необходимо систематически получать информацию о пассажиропотоках. Изучение потребности населения в перевозках осуществляется:

- комплексно – на всей городской, пригородной и междугородной транспортной сети – не реже 1 раза в 3 года;

- выборочно – на городских, пригородных, междугородних и международных маршрутах, если пассажиропотоки значительно изменяются.

Практика показала, что выборочное обследование 25-28% трамваев, 24-26% троллейбусов и 45-50% автобусов обеспечивают достаточную для статистических оценок точность.

- корректировочно – на каком-либо маршруте через 3-4 месяца после его открытия.

Табличный метод применяется при обследовании пассажиропотоков на загруженных городских и пригородных маршрутах мощностью свыше 200 пасс/час.

Матричный метод применяется при обследовании пассажиропотоков на пригородных и междугородних маршрутах с мощностью до 200 пасс/час.

Отчетно-статистический метод обследования пассажиропотоков основан на обработке ведомостей проданных за каждый рейс билетов.

Использование материалов обследования пассажиропотоков

Материалы изучения спроса населения на перевозки используют:

- для организации рациональной маршрутной системы и ее корректировки;

- координации работы различных видов пассажирского транспорта;

- обоснования типа, количества подвижного состава и его распределения по маршрутам;

- выбора форм организации труда водителей;

- составления расписания движения автобусов.

Другие методы обследования пассажиропотоков

Анкетный метод основан на заполнении населением, пассажирами или учетчиками специальных анкет о совершаемых поездках. Обследование проводят, рассылая анкеты по почте или непосредственно опрашивая пассажиров и заполняя анкеты по месту жительства, работы, учебы, во время поездки, в местах пересадки с одного вида транспорта на другой, на конечных остановочных пунктах. Этот метод имеет повышенную трудоемкость, но применение его может дать представление о желаниях пассажиров по организации перевозки на ближайшую перспективу.

Талонный метод. При обследовании учетчиков размещают в автобусе у каждой двери. Каждому пассажиру на остановке при посадке вручают талон, сдаваемый пассажиром при выходе. Талоны изготавливают двух цветов соответственно направлениям движения. При выходе пассажиров сдаваемые ими талоны сортируют по остановочным пунктам. В результате обработки талонов получают межостановочные корреспонденции на маршруте (табл.).

Межостановочные корреспонденции

| Прямое направление | Обратное направление | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | № остановочного пункта | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | - | | | | | | | | | |
| 2 | | - | | | | | | | | |
| 3 | | | - | | | | | | | |
| 4 | | | | - | | | | | | |
| 5 | | | | | - | | | | | |
| 6 | | | | | | - | | | | |
| 7 | | | | | | | - | | | |
| 8 | | | | | | | | - | | |
| 9 | | | | | | | | | - | |
| 10 | | | | | | | | | | - |

Опросный метод обеспечивают учетчики, находящиеся в автобусе у каждой двери. Они опрашивают сидящих пассажиров: до какой остановки они едут, совершают ли при поездке пересадки и на какие маршруты ГПТ? Данные о межостановочных корреспонденциях вносят в специальную таблицу. Опросный метод применим при небольшом числе остановочных пунктов на маршруте (до 10...12) и при незначительной интенсивности потока сидящих в автобус

пассажиров (до 5...8 пасс. за интервал движения). В противном случае наблюдается искажение информации из-за неполного счета и возникают задержки автобусов на остановках из-за замедления процесса пассажирообмена. Обследование возможно только при благоприятных погодных условиях, иначе учетчиков следует часто заменять.

Глазомерным методом применяет водитель автобуса, которому перед выездом на линию выдают специальную форму. Он на глаз оценивает наполнение автобуса пассажирами и выставляет в форме соответствующие баллы:

1. заняты до половины мест для сидения;
2. заняты в основном все места для сидения;
3. заняты все места для сидения и до половины мест для проезда стоя;
4. автобус заполнен полностью, но посадка еще возможна;
5. автобус переполнен, имеются отказы в посадке.

Обработка полученных от водителя заполненных форм заключается в расшифровке балльных оценок (рис. 6). Обработав данные по различным выходам, получают наполнение на самом пассажиронапряженном перегоне маршрута (табл.).

Недостатком глазомерного метода является тенденция водителей несколько занижать наполнение автобусов. Достоинство метода — отсутствие значительных затрат на получение информации.

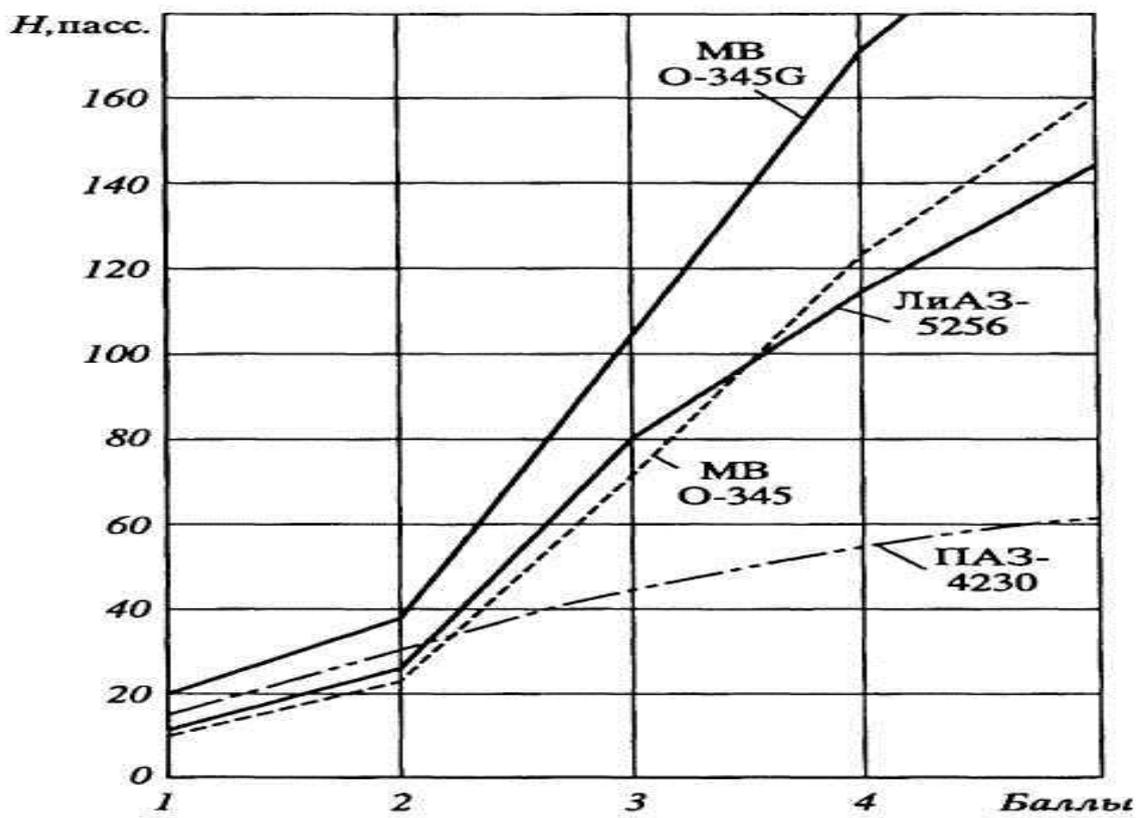


Рис. 6. Оценка наполнения H транспортного средства пассажирами по результатам глазомерного обследования пассажиропотока

Силуэтный метод, разработанный в Мосгортрансе, используется при обследовании наполнения автобусов на остановках маршрута. Прошедшие предварительную подготовку учетчики визуально оценивают наполнение автобуса «на просвет» на основе силуэтов шести видов (7, а).

силуэту для данного автобуса (рис. 7, б), и группировке результатов по отдельным маршрутам и временным периодам (табл.).

Например, автобусы ЛиАЗ-677 (тип 2 на рис. 7, а) за время обследования наблюдались 4 раза с силуэтом 1 и 2 раза — с силуэтом 3. Пользуясь, рис. 7, б, устанавливаем, что для автобуса ЛиАЗ-677 число перевезенных пассажиров составляет: для четырех автобусов с силуэтом 1 — 460 пасс, для двух автобусов с силуэтом 3 — 106 пасс.

Количество задействованных в обследовании учетчиков определяется числом остановок, одновременно охваченных обследованием.

Весовой метод подсчета наполнения автобуса пассажирами используется, например, в АСДУ автобусами фирмы «Сторно» (Швеция). Датчик, смонтированный на пневморессорах автобуса, вырабатывает сигнал, пропорциональный массе пассажиров, находящихся в автобусе. Средняя масса одного пассажира принимается 70 кг.

Методы автоматизированного обследования пассажиропотоков.

Подразделяются на неконтактные и контактные.

К неконтактным методам относятся методы, основанные на использовании фотоэлектрических приборов. При входе (выходе в транспортное средство) пассажир пересекает пучок световых лучей, падающих на фотодатчик. Электрические импульсы от фотодатчиков поступают в блок дешифровки направления движения (вход, выход), а затем соответственно в регистр входящих и выходящих пассажиров. Блок цифровой индикации переносит данные о числе вошедших и вышедших пассажиров на остановочных пунктах на перфоленту. Недостаток — точность достигается только при строго раздельном входе пассажиров.

Более полную и достоверную информацию о пассажиропотоке дает система мониторинга *IRMA – A – B2*, производимая в Германии. Для учета количества перевозимых пассажиров над каждой дверью салона автобуса устанавливаются два бесконтактных оптических датчика, которые соединяются с бортовым контроллером. В этом случае в памяти бортового контроллера фиксируется количество входящих и выходящих пассажиров на каждой остановке. В сочетании со спутниковой навигацией эта информация имеет привязку к месту и времени, а

е позволяет косвенно контролировать доходы. Система позволяет вести расчеты планового и необходимого количества транспортных средств на маршруте и обеспечивает оценку качества организации перевозок на каждом конкретном маршруте и уровня комфортности поездок на маршруте по часам суток.

Эта система уже не один год находится в промышленной эксплуатации европейских странах, США, Канады, Южной Америки и практически является стандартом в технологии учета пассажиропотоков. В Москве она установлена на 50 единицах транспорта (автобусы, троллейбусы, трамваи), в Берлине оборудовано 450 автобусов, в Милане — 420, в Лос-Анджелесе — более 2000.

Контактный метод предполагает учет входящих и выходящих пассажиров по их воздействию на контактные ступеньки, связанные с дешифраторами. Дешифраторы в зависимости от последовательности воздействий на ступеньки определяют число входящих (выходящих) пассажиров и посылают информацию на счетчики или фиксируют эти импульсы на магнитной ленте (перфоленте).