

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА КОНТРОЛЕРОВ НА ПЕРЕВОЗКАХ ПассаЖИРОВ ЭЛЕКТРОПОЕЗДАМИ ПО СООТВЕТСТВИЮ ФИНАНСОВОГО ПОТОКА ПассаЖИРСКОМУ

© 2012 В.Г. Санков, С.А. Морозов*

Ключевые слова: логистика, пригородные перевозки, потоки пассажиров, электропоезда, финансовые потоки, критерии оценки, сбор платы за проезд, оптимизация, контролеры.

Рассматривается процесс сбора платы за проезд пассажиров на пригородных железнодорожных перевозках. Представлена экономико-математическая модель влияния линейного контроля на ответственность пассажиров за оформление проездных документов. Работа линейного контроля оценивается с помощью авторских показателей и критериев оценивания.

Одной из общепризнанных проблем в организации перевозок пассажиров на пригородных электропоездах является обеспечение полноты сбора платы пассажиров за проезд¹.

Существующая статистика отражает остроту проблемы в весьма внушительных масштабах числа и доли пассажиров, совершающих поездки пригородными поездами бесплатно. Обращаясь к теме потерь выручки вследствие этого, руководители ОАО "РЖД" разных уровней - от локальных до общероссийских - оценивают ее от 20 до 50%. Отсюда становится понятным, почему данная тема не теряет своей злободневности и усугубляется еще и тем, что пригородные железнодорожные перевозки пассажиров повсеместно являются убыточными.

С переходом к рыночным отношениям рассматриваемые социально значимые услуги населению продолжают оказываться железнодорожными перевозчиками с компенсацией убытков в обоснованных размерах за счет бюджетов муниципального и федерального уровней. Однако расходы на бесплатную перевозку пассажиров не компенсируются целевым образом и являются предметом поиска путей ликвидации издержек или их снижения ввиду существенности их размеров.

Основным направлением обеспечения полноты сборов платы за проезд считается создание эффективных систем контроля во время перевозки с целью выявления пассажиров, не имеющих проездных документов.

Для выполнения контрольной функции на предприятиях пригородного обслуживания пассажиров перевозчиками создаются службы линейного контроля. Они организуют проверку поездов бригадами контролеров.

Характерной особенностью маршрутов перевозок пассажиров в пригородных сообщениях является наличие на них остановочных пунктов с нестабильными пассажиропотоками по временам года, дням недели. В таких пунктах не создаются стационарные кассы и пассажиры пользуются электропоездами, не приобретая предварительно проездного билета. Сбор платы за проезд с данной части пассажиров вменяется в обязанность линейным контролерам. Продажа проездных билетов за дополнительную плату при этом рассматривается как услуга по продаже билетов.

С точки зрения воспитания у пассажиров настроения на предварительную покупку билетов, реализуемая сегодня практика их продажи в поездах влияет отрицательно, особенно в случаях, когда плата за продажу билетов как за услугу контролерами не взимается. Поэтому указанная форма "досбора" средств в оплату проезда постепенно психологически приучает пассажиров к покупке проездных документов в вагонах, где появляется возможность "экономии" за счет искажения сведений о маршруте своего следования (если брать билет "от последней станции" на момент контакта с контролером-кассиром и указывать пункт назначения ближе

* Санков Виктор Григорьевич, доктор экономических наук, профессор; Морозов Сергей Александрович, аспирант. - Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина. E-mail: s.morozov09@mail.ru.

реального, чтобы таким образом уменьшить плату за проезд).

Практика контроля и продажи проездных документов непосредственно в электропоездах, когда покупка билетов перед поездкой не становится обязательной, постепенно ведет к снижению платы за фактическое расстояние следования и к бесплатному проезду на коротких расстояниях (в 1-3 остановки).

По нашему мнению, контролер и кассир должны быть разными людьми. Покупка билетов должна быть обязанностью пассажира, а контролер, выявив факт отсутствия билета у пассажира, должен штрафовать его на значимые суммы, отбивающие желание “экономии” на стоимости проезда.

При рассмотрении принятой формы сбора платы за проезд пассажиров через стационарные кассы и линейных контролеров-кассиров возникает задача построения работы этой системы с наибольшим эффектом.

С одной стороны, создание службы линейных контролеров призвано способствовать покупке билетов в стационарных кассах на остановочных пунктах (где они есть), а с другой стороны, линейные контролеры-кассиры продают билеты пассажирам, оказавшимся без проездных документов в вагонах электропоезда.

Если обратиться к анализу сборов платы за проезд в целом по транспортному узлу и обслуживаемому электропоездами пригородному пространству перевозок, то выясняется, что полная сумма сбора платы за проезд пассажиров будет складываться из суммы сборов от продажи проездных документов ста-

ционарными кассами ($\sum_1^K D_{Ki}$) и суммы сборов линейными кассирами-контролерами

($\sum_j^L D_{Lj}$):

$$D_0 = \sum_1^k D_{Ki} + \sum_j^L D_{Lj}, \quad (1)$$

где i, j - индексы номеров стационарных касс и бригад линейных контролеров, соответственно.

И сумма доходов от продажи билетов стационарными кассами, и сумма доходов от работы линейных контролеров-кассиров зависят от их числа и регулярности “присутствия” в поле зрения пассажиров.

Во-первых, постоянное присутствие контролеров-кассиров в поездах приучает дисциплинированных пассажиров приобретать билеты в кассах (на остановках, где они есть), а недисциплинированных - у контролеров-кассиров. Так достигается максимально (для данного варианта) возможная полнота сборов платы с пассажиров за проезд, т.е. финансовый поток будет зависеть от потока обслуженных перевозками пассажиров.

Во-вторых, сокращение присутствия контролеров-кассиров в вагонах (мелькнули и пропали или вообще не появились в одной поездке) отзовется снижением сборов платы за проезд за счет потери числа обслуживаемых кассирами пассажиров - не только тех, кто не мог купить билетов из-за отсутствия кассиров, но и тех, кто сел на станциях, имеющих кассы, но не успевших (действительно или умышленно) приобрести билеты. Следовательно, на данном маршруте будет потеряна часть доходов.

Скорость и глубина падения сборов платы за проезд зависят от нарастания дней отсутствия контролеров-кассиров на маршрутах, что может быть описано логистической функцией вида

$$D_t = \frac{M + \mu \cdot e^{-(\alpha \cdot t + \beta)}}{1 + e^{-(\alpha \cdot t + \beta)}}, \quad (2)$$

когда регулярность присутствия контролеров в поезде возрастает в днях. В случае падения регулярности присутствия контролеров-кассиров в вагонах идет снижение выручки со скоростью

$$D_t = \frac{M + \mu \cdot e^{\alpha \cdot t + \beta}}{1 + e^{\alpha \cdot t + \beta}}. \quad (3)$$

Интересно, что влияние данных функций идет в целом на основании учета тех пассажиров, которые все регулярнее общаются с пассажирами-контролерами или все регулярнее не общаются с ними.

Учитывая данные обстоятельства, можно смоделировать зависимость доходов от уменьшения или возрастания количества линейных контролеров. Поскольку каждая электричка

проходит по своему маршруту в определенное время суток, мы имеем дело с меняющимися потоками пассажиров, обслуживаемых на каждой электричке. А это, в свою очередь, влияет на формирование доли потока пассажиров, которые не покупают билеты, вследствие чего формируется финансовый поток потерь от недополученных доходов за перевозку этих пассажиров, который назовем “функцией потерь доходов” (FPD).

Для наведения ясности с указанной функцией обратимся к матрице корреспонденции пассажиров, перевозимых конкретной электричкой на своем маршруте. Матрица квадратная и имеет столько столбцов и строк, сколько остановочных пунктов на маршруте. По ее диагонали представлены сведения о количестве пассажиров, вошедших в электричку на соответствующей данной строке остановке.

Последующие клетки в строке рассматриваемой станции представляют пассажиров электропоезда, оставшихся на каждой последующей остановке. Таким образом, умножая количество пассажиров, сходящих на остановке, на тариф за перевозку до этой остановки, определяют доход, получаемый от данной доли пассажиров. Общий доход получится путем сложения указанных доходов по всем станциям, отраженным в матрице.

Контролируя наличие проездных билетов на данной электричке, статистически можно определить относительную частоту пассажи-

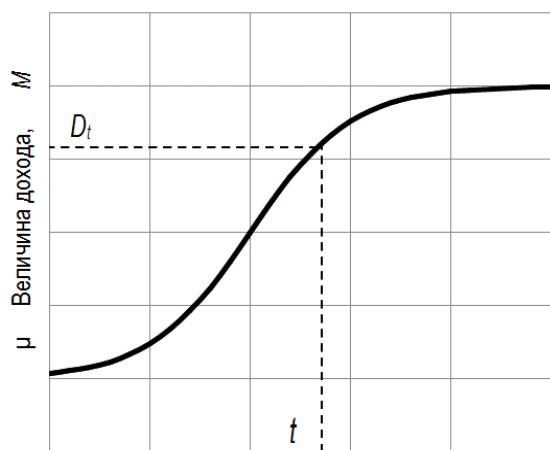
ров, не оплачивающих свой проезд. Перемножив их количество на тариф, получим сумму стоимости их проезда - функцию потерь на конкретном маршрутном перегоне. Заполняя матрицу этими значениями, мы получаем матрицу значений функции потерь.

Путем повышения частоты контроля до систематического наблюдения контролерами за оплатой проезда сумма сбора доводится до максимальной величины (M), а функция потерь - до минимального значения, принимаемого за ноль (рис. 1-2). На графиках функция потерь соответствует разнице между максимальным доходом (M) и значением дохода на соответствующий день регулярности (D). Фактическая же сумма доходов будет соответствовать внутри периода развития процесса регулярности или нерегулярности проведения линейного контроля D_t .

При постоянной регулярности проверок линейным контролем каждого электропоезда сборы платы за проезд пассажиров доводятся до максимально возможной величины (M). И наоборот, прекращение контроля на маршруте приводит к получению минимального дохода (μ).

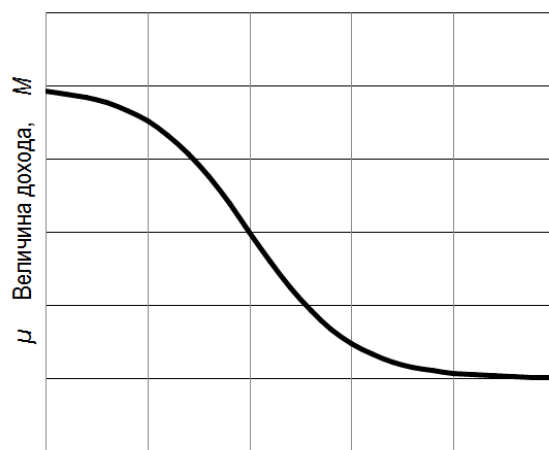
Колебания доходов происходят в интервале от μ до M , и поэтому размах колебания в формуле дохода учитывается введением множителя $(M - \mu)$ и слагаемого (μ).

Анализ пассажиропотоков, обслуживаемых отдельными электропоездами, показывает сильное различие по маршрутам и вре-



$$D_t = \frac{M + \mu \cdot e^{-(\alpha \cdot t + \beta)}}{1 + e^{-(\alpha \cdot t + \beta)}}$$

Рис. 1. Нарастание доходов от восстановления регулярности контроля



$$D_t = \frac{M + \mu \cdot e^{\alpha \cdot t + \beta}}{1 + e^{\alpha \cdot t + \beta}}$$

Рис. 2. Падение доходов от снижения регулярности контроля

мени их обслуживания. Интенсивные пассажиропотоки, как правило, характерны для часов “пик” и относятся к поездам, следующим по маршруту в это время.

Для поездов, следующих в межпиковое время, обсуживаемый поток существенно ниже. Видимо, функция потерь доходов по ним будет тоже меньше. Отсюда логично предположить возможность регулирования расстановки линейных контролеров по маршрутным поездам с целью максимизации финансового потока от оплаты пассажирами своего проезда. Значение такого регулирования заключается в том, что, ежедневно обрабатывая данные о фактических сборах доходов в виде оплаты пассажирами стоимости своего проезда и анализируя степень отклонения от складывающейся статистической закономерности, легко прогнозировать увеличение функции потерь по электропоездам и изменение расстановки линейных контролеров по этим поездам. Таким образом, расставляя контролеров в первую очередь по поездам с максимальным значением функции потерь выручки, мы добиваемся минимизации данной функции и максимизации общих доходов.

Для реализации предлагаемой идеи управления работой контролеров на линии необходимы оперативная, достоверная информация и программное обеспечение, позволяющие превратить оперативное планирование работы контролеров на линии в систему оптимального планирования, а организацию работы службы линейного контроля логотизировать, т.е. синхронизировать достоверную информацию для планирования работы контролеров на линии с интенсивностью потока обслуживаемых пассажиров и с размерами финансового потока (получаемыми доходами в уплату за перевозку пассажиров).

Условия работы бригад контролеров определяют ограничения в ее организации. Во-первых, в разное время года действуют разные расписания движения электропоездов, учитывающие потребности в поездках пассажиров транспортного узла и пригородных территорий. Во-вторых, скорости перемещения поездов фиксированы и не регулируются со стороны контрольной службы. В-третьих, величины пассажиропотоков на каждой линии, по каждому электропоезду

индивидуальны, статистически закономерны и подвержены динамичным колебаниям. Данные колебания обуславливают необходимость маневрирования перемещениями бригад контролеров. В-четвертых, встречные потоки пассажиров на линиях перевозок имеют разные характеристики в пределах одинаковых временных интервалов. Решения по перемещению контролеров по электропоездам принимаются в логистическом центре управления процессом контроля на основе информации, получаемой из отчетных данных бригад и билетных касс за предыдущие периоды работы.

Контрольная служба, рассматриваемая как самостоятельная бизнес-единица, должна строить свою работу, исходя из условий наличия проездных документов у всех пассажиров и достижения полной оплаты ими своего проезда в электропоезде. Проблема выхода на достижение указанных результатов работы контрольной службы не является простой, и отдельные ее аспекты оказывают влияние на решение поставленной задачи.

Оказание услуги линейного контроля экономически может быть обосновано увеличением сборов платы за предоставление услуги по основному виду деятельности. В организации эффективного контроля оплаты проезда имеют значение оценки продуктивности контрольной работы. В общем случае в качестве критериев могут быть рассмотрены следующие показатели:

- ◆ количество обследованных пассажиров за смену, чел.;
- ◆ эффективность контрольного обследования пассажиров, % обследованных пассажиров;
- ◆ изменение совокупной “социальной памяти” пассажиров, % пассажиров, предварительно оформляющих проездной документ;
- ◆ сборы платы по приобретенным проездным документам;
- ◆ полнота сборов платы за проезд, оказание услуг по приобретению проездного документа во время движения поезда;
- ◆ соответствие времени работы на линии нормативным документам по охране труда.

Для оценки качества относительно принимаемых решений используют два термина: “критерий” и “показатель”¹. Критерий - признак, по которому производится оценка со-

ответствия функционирования логистической системы желаемому результату при заданных ограничениях. Предлагается использовать термин “критерий”, когда речь идет о количественном описании характеристик системы (услуги) в процессе ее оптимизации, а в “показатель” вкладывать смысл оценки определенного свойства системы (услуги).

Показатели используются не только для того, чтобы установить оптимальные соотношения затрат на предоставляемую услугу контроля и экономический эффект ее реализации. Это возможно при условии достижения экстремальных значений критерия. Проведем систематизацию показателей качества линейного контроля. Для этого показатели качества разобьем на две группы. В первую группу включим показатели, увеличивающие экономический эффект, во вторую - показатели, увеличивающие затраты (см. таблицу).

мерциализации пассажирских транспортных компаний в целях достижения полноты сбора платы за провоз пассажиров.

Вся кассовая служба по истечении срока работы электропоездов за сутки передает информацию в информационный центр службы линейного контроля.

Содержание кассового хозяйства представляет собой постоянные расходы, определенные на сутки работы (R_K), а содержание службы линейного контроля состоит из расходов переменного и постоянного вида. К переменным относятся расходы на содержание контролеров ($Ч_L$), к постоянным - расходы на содержание аппарата управления и основных фондов, текущие эксплуатационные расходы на работу информационного обеспечения (P_C).

Полная прибыль от продажи билетов (Π) и содержания кассово-контрольных служб является критерием продуктивности службы

Направление оптимизации показателей для улучшения финансовой деятельности мероприятий линейного контроля

№ п/п	Показатели для оценки качества проведения контроля	Величина стремления показателя
1	Количество обследованных пассажиров за смену	max
2	Эффективность контрольного обследования	max
3	Изменение совокупной "социальной памяти" пассажиров	max
4	Сборы платы за покупку проездных документов	max
5	Сборы платы за услуги по продаже проездных документов во время движения поезда	max
6	Соответствие времени работы на линии нормативным документам по охране труда	max
Показатели затрат при проведении контроля		
1	Численность работников бригад контроля	min
2	Количество рабочих часов бригад контроля	min
3	Дополнительная плата за переработку и работу в выходные и праздничные дни	min

$$\theta_{\text{Л}} = x \cdot O_{\text{Л}}$$

Заявленные показатели имеют индивидуальные особенности поведения в зависимости от условий реализации перевозочного процесса. Количество обследованных пассажиров зависит от скорости обследования и величины наполненности вагонов пассажирами.

Показатели бизнеса в результате оптимизации к максимальной величине влияют на снижение потерь от бесплатного проезда. Показатели, стремящиеся к минимальной величине, влияют и на совокупные затраты по организации контроля.

В целом организация логистической системы линейного контроля на пригородном пассажирском железнодорожном транспорте является закономерным процессом ком-

линейного контроля пассажирской компании, организованной на логистических принципах.

$$\Pi = D_0 - R_K - Ч_L - P_C. \quad (4)$$

Учитывая постоянство значений R_K и P_C , заменим их суммой $C = R_K + P_C$.

Расходы $Ч_L$ на содержание линейных контролеров (x) будут , где - расходы на одного контролера.

Общие (суточные) доходы (D_0) представим как сумму выручки стационарных касс (D_K) и линейных контролеров-кассиров (D_X). Тогда прибыль составит

$$\Pi = \sum_{i=1}^N D_{Ki} + \sum_{j=1}^x D_{Xj} - X \cdot O_{\text{Л}} - C. \quad (5)$$

Перегруппируем доходы по группам, соответствующим маршрутам (w). Запишем выражение для прибыли в виде

$$; \quad (6)$$

$$\Pi = \sum_{w=1}^W \left\{ \begin{array}{l} \frac{M + \mu \cdot e^{-(\alpha \cdot t + \beta)}}{1 + e^{-(\alpha \cdot t + \beta)}}, \\ \text{если регулярность растёт} \\ \frac{M + \mu \cdot e^{\alpha \cdot t + \beta}}{1 + e^{\alpha \cdot t + \beta}}, \\ \text{если регулярность падает} \end{array} \right\} - O_{\text{л}} \cdot X - C, \quad (7)$$

где w - индекс электропоезда на маршрутах;
 W - число электропоездов транспортного узла; M_w и μ_w - максимально и минимально возможные уровни доходов на по-

езде ; X - число бригад линейных контролеров.

Из приведенного выражения (7) очевидно, что число контролеров воздействует на величину прибыли через показатель (регулярность контроля поезда) и через произведение $O_{\text{л}} \cdot X$.

Другой вывод, следующий из выражения (7): оптимизировать число линейных контролеров можно на ПК с использованием программы имитационного моделирования, воспроизводящего работу поездов и бригад контроля на рассматриваемом участке обслуживания. Для реализации имитационной модели использованы базы, организованные в Microsoft Excel; выборки и сортировки реализованы посредством встроенного языка программирования VBA; конечный результат выведен с построением модели посредством

Рис. 3. Укрупнённая схема алгоритма разработки оперативных планов оптимального расписания контроля электропоездов

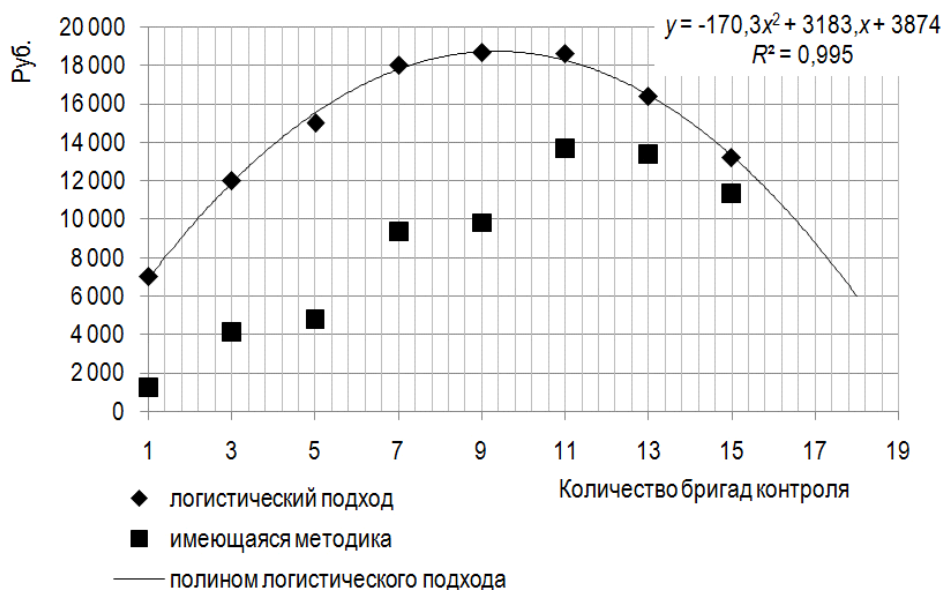


Рис. 4. Поведение финансовых потоков при перевозках пассажиров 3 февраля 2010 г.

С# (C Sharp). Алгоритм такой математической модели представлен на рис. 3.

Результаты оптимизации показаны для одного дня работы.

Из рис. 4 хорошо видны различия количества бригад при оптимальном плане их работы и при традиционной работе.

¹ См.: Морозов С.А. Исследование влияния дисциплины контроля на полноту сборов оплаты проезда // Логистика. 2011. □ 7 (60); Санков В.Г., Морозов С.А. Актуальность задачи полного сбора

платы за проезд на пригородном железнодорожном транспорте // Трансформация региона в условиях глобализации экономического развития: сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф., г. Ставрополь, 5-7 апр. 2011 г. М., 2011. Т. 2; Их же. К вопросу оплаты за проезд на электропоездах пригородного сообщения // KANT. 2011. □ 1/1; Морозов С.А., Санков В.Г. Инновационный подход к прогнозному моделированию пассажиропотоков на пригородных поездах // Инновационная деятельность. Саратов, 2011. □ 4 (17). Вып. 1.

² Кузнецов В.В., Николаева И.Б., Фирсакова В.В. Логистические аспекты обеспечения конкурентоспособности продукции. Саратов, 1999.

Поступила в редакцию 03.09.2012 г.