

ПРИГОРОДНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ ЭЛЕКТРОПОЕЗДАМИ: ПРОБЛЕМА ОПТИМИЗАЦИИ СБОРА ПЛАТЫ ЗА ПРОЕЗД

В.Г. Санков, С.А. Морозов

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов*

Производственная система, выполняющая пассажирские перевозки пригородными электропоездами в лице Пригородных Пассажирских Компаний, ориентирована на достижение социального эффекта представления услуг населению. Проектирование организации линейного контроля пассажиров на пригородных маршрутах компании рассмотрено с позиции принципов логистической концепции и системного подхода. В рамках статьи рассматривается вопрос определения требуемого количества контролёров. Исходя из условий работы бригад контролёров определены ограничения, требующие учёта при создании контрольной службы в компаниях. Учтены следующие особенности организации работы линейного контроля: в разное время года действуют разные расписания движения электропоездов, которые разрабатываются с учетом потребностей поездок пассажиров в транспортном узле и на прилегающей к нему территории; скорости перемещения поездов фиксированы и не регулируются со стороны контрольной службы; величины пассажиропотоков на каждой линии, по каждому электропоезду индивидуальны; встречные потоки пассажиров на линиях перевозок имеют разные характеристики их описания в пределах одинаковых временных интервалов; решения о перемещении контролёров по электропоездам на маршрутах принимаются в центре управления контрольной деятельностью на основе оперативных прогнозов. Приведенный в статье пример позволил провести расчет показателей с учетом ограничений по критериям: возможность обеспечения заданного уровня сбора платы за проезд; суммарных потерь компании, возникающих от недобора платы за проезд и расходов на оплату работы контролёров; производительность линейных контролёров, т. е. из отдачи средств, направляемых на обеспечение их работы на линии. Приведенные графические зависимости влияния предельных доходов на изменение расходов при увеличении числа контролёров позволили сформулировать порядок оптимизации работы линейного контроля на конкретном примере. Рассмотрение вариантов формулирования цели деятельности линейного контроля приводит к заключению, что пригородные компании являются самой заинтересованной стороной организации пригородных пассажирских перевозок и поэтому должны решать задачу организации работы службы линейного контроля, выбирая критерий между получением максимальной прибыли или минимизацией потерь.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, контрольно-кассовая служба, затраты, доход, контроль, оптимизация, критерии.

Производственная система, выполняющая пассажирские перевозки пригородными электропоездами, Пригородная Пассажирская Компания (ППК), ориентирована на достижение социального эффекта в представлении услуг населению в соответствии с его потребностями в перемещении и установленными нормами транспортного обслуживания. Однако работа в рыночных условиях для ППК – это ещё и получение необходимых и достаточных средств на выполнение перевозок пассажиров и развитие компании. Источниками таких средств являются денежные средства, получаемые от продажи проездных документов пассажирам и установленные Правительством суммы компенсации социально значимых расходов, не покрытых выручкой от продажи билетов. С переводом ППК на самоокупаемость подавляющее большинство региональных Компаний для своего функционирования требуют дотаций, осуществляемых из федерального и местного бюджетов. Но компенсации убытков определяются с учётом сумм выручки с продажи билетов, перевозимых электропоездами

пассажиров. Эти суммы принимаются из расчёта полной оплаты проезда всеми пассажирами, обслуживаемыми поездами.

Проблема на сегодня состоит в том, что Пассажирским компаниям не удаётся собирать полной суммы стоимости проезда с обслуженных пассажиров из-за их недобросовестной оплаты проезда. Такая ситуация наблюдается в большинстве региональных компаний пригородных пассажирских перевозок. В связи с этим возникла проблема обеспечения компанией условий, принуждающих недобросовестных пассажиров оплачивать свой проезд электричкой. Проблема сбора полной платы усложняется тем, что реализуемый в компаниях вариант «понуждения» пассажиров к покупке билетов состоит в организации линейного контроля пассажиров и продажи билетов во время движения поездов по маршруту без наложения ответственности за безбилетное нахождение в поезде. Вариант по существу создаёт оправдывающую ситуацию для отсутствия у пассажира билета (мол, всё равно в поезде можно купить).

При проектировании организации линейного контроля пассажиров на пригородных маршрутах ППК должна руководствоваться принципами высоко зарекомендовавшей себя в производственно-экономической деятельности логистической концепции, и, прежде всего, системного подхода.

В соответствии с этими принципами создание службы для ведения контрольной деятельности на линии осуществляется в несколько этапов. Сначала необходимо определить цель её функционирования, затем изучить условия и ограничения, в которых будет осуществляться этот процесс. Далее формулируются требования к этой системе. И на следующем этапе определяется состав функциональных подразделений для контрольной деятельности. На заключительном этапе оптимизируются включенные в службу функциональные подразделения [1, 2, 5].

В рамках статьи рассматривается вопрос определения требуемого количества контролёров. Условия, в которых работают бригады контролёров, определяют ограничения, требующие учёта при создании контрольной службы в ППК. Во-первых, в разное время года действуют разные расписания движения электропоездов, которые разрабатываются с учетом потребностей на поездки пассажиров в транспортном узле и на прилегающей к нему территории. Во-вторых, скорости перемещения поездов фиксированы и не регулируются со стороны контрольной службы. В-третьих, величины пассажиропотоков на каждой линии, по каждому электропоезду индивидуальны. Они, как правило, статистически закономерны и подвержены сезонным, суточным, маршрутным и пространственным колебаниям. Данные колебания обуславливают и необходимость маневрирования количеством контрольных бригад и их перемещениями по поездам, работающим на встречных маршрутных направлениях. В-четвёртых, встречные потоки пассажиров на линиях перевозок имеют разные характеристики их описания в пределах одинаковых временных интервалов. Они формируются в зависимости от целевых поездов пассажиров, подверженных влиянию времени суток. В-пятых, решения о перемещении контролёров по электропоездам на маршрутах принимаются в центре управления контрольной деятельностью на основе оперативных прогнозов. Прогнозы получаются в процессе непрерывной обработки текущей информации о потоках пассажиров и выручки от оплаты их проезда.

Ориентирование работы Контрольной службы на достижение полной оплаты всеми пассажирами своего проезда в электропоезде задаёт трудную задачу. Для достижения полных сборов платы за проезд контроль пассажиров в электропоезде должен быть сплошным и непрерывным в течение всего времени движения поездов по маршруту. При таком подходе в каждой электричке работает бригада, находящаяся в поезде на всем маршруте –

от первой до последней остановки. Однако присутствие одной бригады контролёров в поезде не гарантирует 100 %-ной проверки пассажиров на наличие у них проездных документов при обслуживании потоков пассажиров любой напряженности, особенно при высокой напряженности, так как на одно перемещение бригады по всем вагонам поезда требуется значительное время. В течение этого промежутка поезд проходит несколько остановок, на которых осуществляется посадка и высадка пассажиров по всем вагонам. Это та группа пассажиров, которая в той или иной степени полностью выпадает из контакта с контролерами, особенно на участках высокой сменяемости.

Для снижения психологического напряжения пассажиров от многократности обращения контролёров целесообразно производить обмен контрольно-кассовыми бригадами на встречных поездах. Это может *действительно* повлиять на приобретение пассажирами билетов на весь путь следования – *от места посадки до станции назначения*, с одной стороны, и не вызывать привыкаемости контролеров к пассажирам, и не нервировать их повторными проверками, с другой.

Описанный вариант организации работы бригад на линии – самый простой в организации сбора платы за проезд пассажиров, в какой-то степени приемлемый *в условиях ненапряженных пассажирских потоков* [3, 4]. При обслуживании напряжённых потоков пассажиров время «обработки» вагонов со стороны бригад контроля возрастает до нескольких перегонов движения электропоезда по маршруту. В результате возникает не контролируемая ротация пассажиров, а с ней – и потеря выручки. Получается, что на *напряжённых участках с интенсивной ротацией пассажиров* требуется увеличенное число контролирующих бригад для создания эффекта постоянного контакта с пассажирами и обеспечения сплошной проверки.

Вариант закрепления бригад за поездами требует наличия большого количества бригад, равного количеству работающих электропоездов на момент одновременного их присутствия на линии. И это будет наиболее затратным линейным контролем. Расходы на содержание этого штата будут складываться из прямых затрат на заработную плату контролёров, фирменную одежду и косвенные расходы на управление их работой, содержание и обслуживание портативных кассовых аппаратов, а также расходы на полицейское сопровождение, обычно состоящее из двух человек наряда на бригаду контролёров.

Видимо, привлечение для контрольной работы сторонних организаций не имеет экономического смысла, особенно в условиях относительно *ненапряженных обслуживаемых пассажиропотоков*. Так как на сторонние организации, кроме названных расходов, необходимо платить прибыльную наценку на затраты организации-подряд-

чика. При этом гарантии на полную оплату проезда пассажиров от стороннего подрядчика трудно требовать. Во-первых, невозможно контролировать этот показатель со стороны пассажирской компании. Во-вторых, если такая достоверная информация и может накапливаться у подрядной компании, то делиться ею со своим заказчиком – не всегда может быть в её интересах.

Вся сложность в налаживании продуктивного контроля, эффективно влияющего на дисциплинированную оплату проезда со стороны пассажиров, состоит в том, что до настоящего времени нет законодательных мер ответственности пассажиров за проезд без билета. Отсюда наличие контролёров и выявление безбилетных пассажиров не стимулируют умышленных неплательщиков к заблаговременному приобретению проездных документов. Более того, такая ситуация создает прецедент для покупки билетов только при встрече с контролёрами, то есть уже после проезда какого-то расстояния после посадки, а значит – и для оплаты не за полное расстояние проезда в поезде, и для превращения этого варианта в систему. И это ещё не всё. Можно ещё и отсрочить встречу с контролёрами, уклоняясь от неё искусственным образом. Так можно «отыграть» ещё какую-то часть стоимости истинного расстояния проезда. И это всё, конечно, снижает сумму выручки от продажи проездных документов. Если же какое-то время в поезде не будет контролёров, то добрать с вошедших пассажиров во время отсутствия контролёров стоимость проезда невозможно, так как нельзя точно установить остановку, на которой эти пассажиры совершили посадку. Другая их часть, прибыв на свою остановку, сойдёт, не покупая билета в отсутствие контролёров. К сожалению, ситуация именно такова. И в то же время не следует её перекладывать только на нерадивость пассажиров. Есть множество и понуждающих социальных факторов.

Итак, установление цели «получения сборов доходов, возможно близких к сумме полной платы за проезд всех пассажиров», требует непрерывного сопровождения всех поездов бригадами контролёров. Следствием такого решения будут: максимальные расходы на оплату этой работы и некоторая потеря сбора доходов в связи с несовершенством проверочного режима, сопровождающегося неполным охватом пассажиров контролем. А при сильно выраженном варьировании пассажирской активности по станциям на маршрутах электропоездов невозможно восполнять доходы от реализации контролёрами проездных билетов на всём протяжении этих маршрутов. Просто безбилетных пассажиров не будет на значительном числе перегонов следования поездов по маршрутам. И во время следования поездов через такие отрезки маршрутов контролёрам не с кем работать. Незагруженность контрольных бригад по указанной причине снижает эффект их постоянного пребывания

в поезде. Получается, что контроль билетов на поездах следует вести не по всей длине маршрута, а только на участках активной ротации пассажиров. Это требует несплошного контроля поездов по длине маршрута и ведёт к отклонению результатов их работы от полного сбора платы за проезд пассажиров.

В связи с вышесказанным оптимальное количество бригад, необходимых для эффективного обслуживания пригородных электропоездов, определится, исходя из разных целей в организации контрольной деятельности на линии. Цели же могут быть определены, исходя из разных предпосылок: (а) возможности обеспечения заданного уровня сбора платы за проезд; (б) суммарных потерь ППК, возникающих от недобора платы за проезд и расходов на оплату работы контролёров; (в) производительности линейных контролёров, т. е. из отдачи средств, направляемых на обеспечение их работы на линии.

Данные варианты, по существу, диктуют выбор целей и критериев организации контрольной работы на линии, исходя из интересов организаторов разных системных уровней. Так, вариант (а) рассматривает проблему с позиции Пригородной пассажирской компании. Он ориентирует на получение полной стоимости проезда с пассажиров на маршруте. Здесь контрольная деятельность на линии – внутренняя деятельность ППК.

Поскольку главным исполнителем контрольной работы является контролёр, то их количество в штате контрольной службы и будет определять собираемую с безбилетных пассажиров плату за проезд. При этом логично предположить, что связь вырученных сумм (y) с продажи проездных документов с количеством контролёров (k) будет прямой (рис. 1). А форма зависимости может, предположительно, описываться кривой, имеющей форму производственной функции, функцией асимптотического вида:

$$y = \frac{M + \mu \cdot e^{-(a \cdot k + \beta)}}{1 + e^{-(a \cdot k + \beta)}}, \quad (1)$$

где y – сумма платы, собранной контролёрами за проданные билеты; c – сумма платы за проезд, отражающая стоимость перевозки льготных пассажиров и возмещаемая ППК из федерального и местного бюджетов; a, b – коэффициенты уравнения; k – переменная, представляющая количество контролёров (в бригаде два контролёра).

На поездах разных маршрутов доля льготных пассажиров от общего числа пассажиров колеблется в пределах от 20 до 60 %, и потому ее можно принять, например, равной 50 %.

В качестве критерия можно принять прибыль от контрольной деятельности как оценку данного бизнес-процесса Компании, т. е. от сопоставления собранной суммы контролёрами с расходами на



Рис. 1. Производственная функция контроля пассажиров в электропоезде и сбора платы за проезд

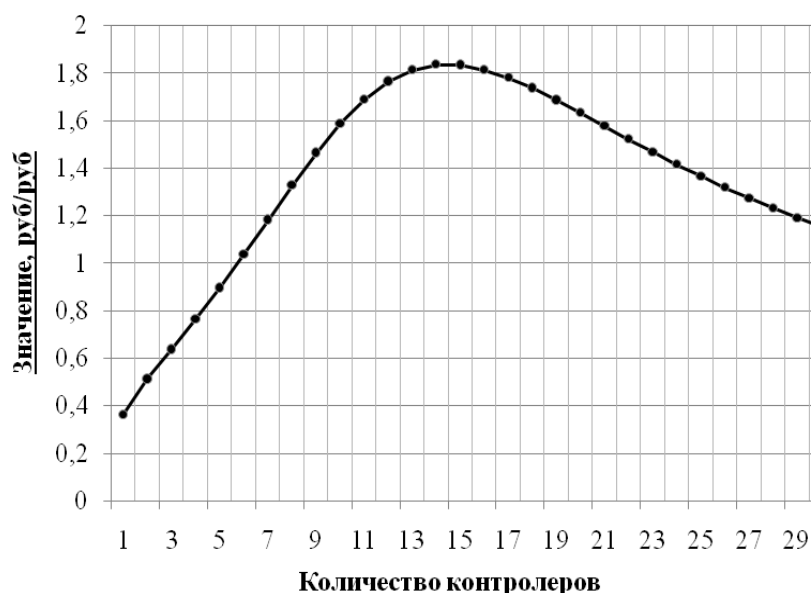


Рис. 2. Предельные доходы по расходам на контроль



Рис. 3. Средние и предельные доходы на контролера

компенсацию расходов по ведению контроля. Наглядное представление по оптимизации необходимого числа контролёров дают рис. 2 и 3.

На рис. 2 показан график зависимости изменения предельных доходов на изменение расходов при увеличении числа контролёров. Максимум отдачи расходов приходится на 15 контролёров применительно к утреннему электропоезду «Анисовка-Аткарск» № 6433 рабочего дня начала апреля месяца 2014 года. Этот же результат, как видно, получается и при анализе средних и предельных доходов ведения контрольно-кассового сбора оплаты пассажирами поезда своего проезда при разной численности контрольного персонала на рис. 3. Здесь оптимальной численностью также является 15 контролёров.

Вариант (б) рассматривает проблему также с уровня системы ППК. И в нём чётко просматривается озабоченность затратной стороной организации контрольной работы на линии со стороны внутреннего, контрольного подразделения Компании. Здесь ставится цель минимизировать потери. Компания заинтересована в минимальных потерях средств (y_{II}), возникающих от прямых и косвенных расходов, средств по содержанию службы контроля (y_1) и средств от потери доходов, возникающей от неполного охвата пассажиров контролем (y_2). Первые потери (y_1) можно представить уравнением прямой, а вторые потери (y_2) – функцией, обратной производственной функции сбора доходов с растущим числом бригад контроля (k):

$$y_1 = c_1 + b_1 \cdot k, \quad (2)$$

$$y_2 = 20,0 - y = 20,0 - \frac{M + \mu \cdot e^{-(a \cdot k + \beta)}}{1 + e^{-(a \cdot k + \beta)}}, \quad (3)$$



Рис. 4. Определение минимальной величины суммарных потерь от затрат на работу контролёров и потерь в сборах платы за проезд при разной их численности

$$y_{II} = y_1 + y_2 = c_1 + b_1 \cdot k + 20,0 - \frac{M + \mu \cdot e^{-(a \cdot k + \beta)}}{1 + e^{-(a \cdot k + \beta)}}. \quad (4)$$

Оптимизация численности контролёров по суммарным потерям (рис. 4), складывающимся из сумм недобора платы за проезд с пассажиров, и сумм расходов на организацию контрольной деятельности даёт несколько другой результат – 16 человек.

Вариант (в) рассматривает вопрос на уровне подразделения как самостоятельного субъекта, реализующего данный бизнес-процесс. Субъект стремится представлять контрольные услуги, добиваясь максимального эффекта на стоимость своих задействованных ресурсов в этой работе. Здесь на первое место выходит стремление наиболее эффективно использовать в этом процессе ресурсы подразделения. В то же время недобираемая плата за проезд и для подразделения, и для Компании как бы не имеет значения, уходит на второй план. Но такая цель функционирования контролирующего подразделения в рыночных условиях не соответствует интересам компании. Поэтому ППК свой интерес может выразить назначением размера платы за услуги контролёра-подрядчика фиксированной суммой (f). При этом собираемая подрядчиком сумма платы за проезд пассажиров (y) за вычетом получаемой фиксированной платы за услугу (f) должна передаваться заказчику – ППК. Такой вид услуг для поиска подрядчика, видимо, должен выставляться на торги. И предпочтение должно быть отдано той организации, которая примет условия и назовет меньшую цену за свои услуги. Аналитически результат (Z) сделки для ППК, определяющий доход с общей реализации билетов, будет выглядеть так:

$$Z = y - f = f - (s + p + n). \quad (5)$$

ППК также для решения задачи по организации контроля пассажиров электропоездов может объявлять торги по продаже услуги «на сбор платы за проезд с пассажиров» при условии назначения фиксированной суммы (Z) платы подрядчиком за предоставление ему права ведения контроля и сбора платы с безбилетных пассажиров. В этом случае подрядчик должен быть уверен, что остаток (f) от собираемой (y) суммы оплаты пассажирами проезда, получаемый после обусловленной платы (Z) по договору, будет достаточным для ведения им своего бизнеса. Это условие можно записать в виде выражения:

$$f = y - z \geq (s + p + n), \quad (6)$$

где s – сумма затрат, p – накидка подрядчику для получения прибыли, налоги по результатам деятельности подрядчика (n).

Рассмотрение вариантов формулирования цели контрольно-кассовой деятельности приводит к заключению: ППК является самой заинтересованной стороной в максимально эффективном варианте решения задачи сборов платы за перевозку пассажиров. И она должна решать эту задачу, выбирая цель получения максимальной прибыли или минимальных потерь. Её интерес в максимизации прибыли или минимизации полных потерь от контрольно-кассовой деятельности на линии естественен, ведь сборы платы за проезд пассажиров – это

доходы ППК за предоставляемые транспортные услуги населению, это источник покрытия её расходов на перевозочную деятельность и источник её производственного и технического развития.

Литература

1. Санков, В.Г. Контроль оплаты проезда на электропоездах: систематизация и характеристика методов / В.Г. Санков, С.А. Морозов // *Логистика*. – 2014. – № 1(86). – С. 36–38.

2. Санков, В.Г. Инновационный подход к прогнозируемому моделированию пассажиропотоков на пригородных поездах / В.Г. Санков, С.А. Морозов // *Инновационная деятельность*. – Саратов: СГТУ, 2011. – № 17. – С. 115–122.

3. Санков, В.Г. Оптимизация количества контролеров на перевозках пассажиров электропоездами по соответствию финансового потока пассажирскому / В.Г. Санков, С.А. Морозов // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. – Самара: СГЭУ, 2012. – № 10(96). – С. 91–97.

4. Санков, В.Г. Регулирование оплаты проезда на железнодорожном транспорте пригородного сообщения (логистическое измерение): монография / В.Г. Санков, С.А. Морозов. – Саратов: Саратов. техн. гос. ун-т, 2014. – 180 с.

5. Вахитова, Л.В. Управление пассажирскими перевозками на железнодорожном транспорте / Л.В. Вахитова. – Алматы. КазАТК, 2009. – 96 с.

Санков Виктор Григорьевич. Доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика предприятий, инженерная экономика и логистика», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов), sankovvg@mail.ru

Морозов Сергей Алексеевич. Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика предприятий, инженерная экономика и логистика», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов), morozovsa@sstu.ru

Поступила в редакцию 11 мая 2015 г.

DOI: 10.14529/em090322

SUBURBAN ELECTRIC TRAINS: PROBLEM OF OPTIMIZING FARE COLLECTION

V.G. Sankov, S.A. Morozov

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russian Federation

The production system that performs passenger transportations by suburban electric trains represented by the Suburban Passenger Companies is oriented towards achievement of social effect of supplying services to the population. The design of organization of line passenger control on suburban routes is considered from the position of the principles of logistics concepts and systematic approach. The paper concentrates on the issue of determining a required number of inspectors. Based on working conditions of the brigades of supervisors the restrictions requiring recording when creating the control service in companies are identified. The following features of the organization of linear control: at different times there are different timetables of trains,

which are tailored to the needs of passenger trips in the transport node and the adjacent territory; speed trains are fixed and are not regulated by the control service; level of passenger traffic, in every line, for each electric train are individual; counter flows of passengers in the lines of transportation have different characteristics of their description within the same time frame intervals; decisions on moving inspectors to electric trains on the routes are taken in the center for management of control activities on the basis of operational forecasts. The given in the article example has enabled the authors to make a calculation of indicators taking into account constraints according to criteria: ability to provide a specified level of collecting fees for train; total losses of the company, arising from the shortage of fares and payment for work of supervisors; performance of line supervisors, i.e., the impact of funds allocated for their work on the line. The given graphic dependence of influence of marginal income on the change of costs while increasing the number of inspectors enabled to formulate the procedure for optimization of linear control in a specific context. The consideration of options for the formulation of objectives of the linear control leads to the conclusion that the suburban bus companies are the most interested party for organization of suburban passenger transport and, therefore, should solve the problem of the organization of the work of the linear control service by choosing the criterion between maximizing profits or minimize losses.

Keywords: railway transport, cash control service, costs, revenue, control, optimization, criteria.

References

1. Sankov V.G., Morozov S.A. [Control of fares payment on electric trains: classification and characterization of methods]. *Logistika* [Logistics], 2014, no. 1(86), pp. 36–38. (in Russ.)
2. Sankov V.G., Morozov S.A. [Innovative approach to predictive modeling of passenger traffic on commuter trains]. *Innovatsionnaya deyatel'nost'* [Innovation activity]. Saratov, Saratov St. Techn. Univ. Publ., 2011, no. 17, pp. 115–122. (in Russ.)
3. Sankov V.G., Morozov S.A. [Optimization of a number of inspectors in the public conveyance by electric trains based on the correspondence of financial flow with a financial one]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Vestnik of Samara State University of Economics], 2012, no. 10(96), pp. 91–97. (in Russ.)
4. Sankov V.G., Morozov S.A. *Regulirovanie oplaty proezda na zheleznodorozhnom transporte prigorodnogo soobshcheniya (logisticheskoe izmerenie)* [Regulation of fare payment in the suburban railway transport (logistics measurement)]. Saratov, Saratov St. Techn. Univ. Publ., 2014. 180 p.
5. Vakhitova L.V. *Upravlenie passazhirskimi perezovkami na zheleznodorozhnom transporte* [Management of passenger traffic in the railway transport]. Almaty, 2009. 96 p.

Sankov Viktor Grigorievich. Doctor of Science (Economics), professor of the Department of Business Economics, Engineering Economics and Logistics, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov. E-mail: sankovvg@mail.ru

Morozov Sergey Alekseevich. Candidate of Science (Economics), associate professor of the Department of Business Economics, Engineering Economics and Logistics, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov. E-mail: morozovsa@sstu.ru

Received 11 May 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Санков, В.Г. Пригородные перевозки пассажиров электропоездами: проблема оптимизации сбора платы за проезд / В.Г. Санков, С.А. Морозов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2015. – Т. 9, № 3. – С. 169–175. DOI: 10.14529/em090322

FOR CITATION

Sankov V.G., Morozov S.A. Suburban Electric Trains: Problem of Optimizing Fare Collection. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2015, vol. 9, no. 3, pp. 169–175. (in Russ.) DOI: 10.14529/em090322