

УДК 656.13:004.42

С. В. СКИРКОВСКИЙ, старший преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО МАРШРУТИЗИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА

Рассмотрены факторы, влияющие на систему городских пассажирских маршрутизированных перевозок (СГПМТ). Определены неуправляемые и управляемые факторы и их влияние на результативность работы городского пассажирского маршрутизированного транспорта (ГПМТ). На основе анализа влияния управляемых и неуправляемых факторов на ГПМТ определены выходные параметры СГПМТ и критерий их оптимизации.

Предприятия, выполняющие городские пассажирские перевозки, решают задачу оптимизации перевозочной деятельности, достижения ситуации, когда провозные способности парка пассажирских транспортных средств (ПТС) соответствовали бы спросу на перевозки, при минимальных транспортных издержках [1]. Достичь такого равновесия можно при помощи комплексного решения задач по оптимизации процессов перевозки пассажиров и управлению предприятием. Несовершенство сложившейся системы управления также является причиной малоэффективной работы ГПМТ. Она не стимулирует работу большей части перевозчиков по снижению затрат и обеспечению качества транспортного обслуживания пассажиров. Все это обуславливает необходимость совершенствования управления ГПМТ.

Система управления ГПМТ функционирует на двух этапах [1]:

- 1) предварительная организация перевозок;
- 2) текущее выполнение перевозок.

На первом этапе производится разработка маршрутной сети (МС), а также выбор ПТС и определение их числа для работы на маршрутах. При этом должны решаться следующие задачи:

- получение информации об объемах перевозок пассажиров и пассажиропотоках;
- формирование рациональной МС;
- координация работы различных видов ГПМТ;
- нормирование скоростей и режимов движения;
- принятие тарифных схем;
- расчет технико-эксплуатационных и технико-экономических показателей работы перевозчика.

Реализация функций на втором этапе обеспечивает функционирование разработанной системы перевозок пассажиров:

- заключение договоров с перевозчиком на обеспечение перевозок пассажиров;
- определение величин тарифов;
- определение числа ПТС для работы на маршрутах по сезонам года, часам суток и дням недели;
- разработка расписания движения ПТС;
- доведение информации до пассажиров;
- контроль за техническим состоянием ПТС;
- контроль за регулярностью движения ПТС;
- диспетчеризация движения ПТС для компенсации воздействия на систему перевозок внешних и внутренних факторов.

Внешними факторами, влияющими на устойчивость перевозочного процесса, являются:

- изменение спроса на перевозки во времени, по направлениям и участкам маршрутов;
- изменение условий движения за счет колебаний интенсивности движения транспортных средств во времени на дорожной сети;
- регулирование дорожного движения;
- природно-климатические условия и др.

Развитие и совершенствование ГПМТ, как любой другой отрасли народного хозяйства, невозможны без системного подхода к решению постоянно возникающих сложных проблем и задач. Системный подход предполагает четкое формулирование цели в решении той или иной группы задач, выявление проблем, определяет построение структуры системы, самого механизма выхода на цель [2]. Различные элементы, включаемые в систему, функционально взаимосвязаны и работают на нее, являются неотъемлемой ее частью. В этом проявляется целостность системы [3].

Руководствуясь принципами системного подхода, представим СГПМТ в виде совокупности управляемых, неуправляемых факторов и выходных параметров (рисунки 1).

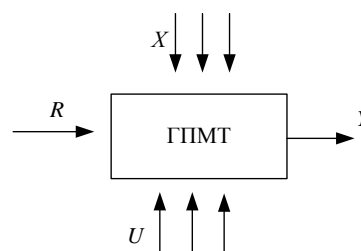


Рисунок 1 – Совокупность управляемых, неуправляемых факторов и выходных параметров:

Y – выходные параметры объекта; X – контролируемые входные параметры (неуправляемые факторы); U – регулируемые входные параметры (управляемые факторы); R – неконтролируемые воздействия

При решении любой оптимизационной задачи используются математические модели исследования, при этом под математической моделью понимается уравнение, связывающее параметр оптимизации с факторами, на него воздействующими. В общем виде это уравнение можно представить как

$$Z = \varphi(Y) = \varphi(X, U, R), \quad (1)$$

где $\varphi(X) = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$; $\varphi(U) = f(U_1, U_2, \dots, U_n)$.

Влияние неконтролируемых воздействий (R) не учитывается из-за их незначительности. Помимо отбора управляющих параметров, должны быть установлены ограничения на эти параметры. Таким образом, для решения задачи оптимизации необходимо:

1) составить математическую модель объекта оптимизации:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, U_1, U_2, U_3); \quad (2)$$

2) определить критерий оптимальности и составить целевую функцию:

$$Z = \varphi(\bar{Y}) = F(\bar{X}, \bar{U}); \quad (3)$$

3) установить возможные ограничения, которые должны накладываться на переменные;

4) выбрать метод оптимизации, позволяющий найти искомые значения величин.

Выбор неуправляемых и управляемых факторов позволит получить требуемые выходные параметры СГПМТ и, таким образом, добиться повышения эффективности ее функционирования и обеспечения устойчивой городской мобильности. К *неуправляемым факторам* (рисунок 2) относятся: пункты тяготения пассажиров, места формирования и размер (объем спроса на перевозки) пассажиропотоков. Пункты тяготения пассажиров подразделяются на места приложения труда и культурно-бытовые объекты. На их расположение оказывают влияние особенности территориального, промышленного и культурного развития городских территорий [1]. Они практически неизменны в краткосрочной и среднесрочной перспективе, но оказывают существенное влияние на места формирования пассажиропотоков – начальные и конечные пункты маршрутов, а также промежуточные остановочные пункты (ОП), которые в свою очередь влияют на размер спроса на перевозки.

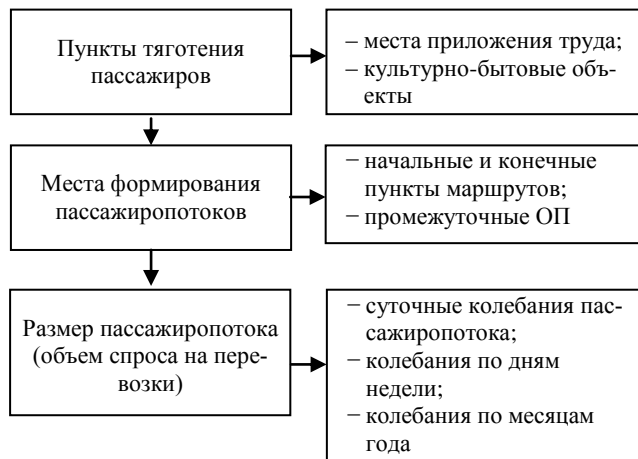


Рисунок 2 – Структура неуправляемых факторов

Известно [4, 5], что размер пассажиропотоков подвержен колебаниям в течение суток по часам, а также по дням недели и месяцам года. Для будних дней характерны два пиковых периода: 1) утренний, непродолжительный (1–1,5 ч), но обладающий и высокой напряженностью; 2) вечерний, менее напряженный, но более продолжительный по времени. В пиковые периоды, при недостаточной провозной способности на маршруте происходит их переполнение ПТС и коэффициент наполняемости достигает 1,1–1,2, что снижает качество перевозки пассажиров [1, 4].

Во внепиковый период происходит значительный спад пассажиропотоков. В этот отрезок времени преобладают деловые и культурно-бытовые поездки населения. В межпиковый период без принятия должных мер происходит снижение эффективности использования ПТС, существенное увеличение интервалов их движения, что, в свою очередь, приводит к увеличению времени ожидания пассажиром посадки и, соответственно, длительности поездки. В выходные и праздничные дни наблюдается другая ситуация – происходит постепенный рост пассажиропотоков до 11–12 часов дня и затем – их постепенное уменьшение [3–5].

К *управляемым факторам*, воздействующим на СГПМТ, относятся (рисунок 3): вид транспорта, маршруты перевозок, форма организации работы транспортных средств, параметры ПТС, информация о движении ПТС на маршрутах.

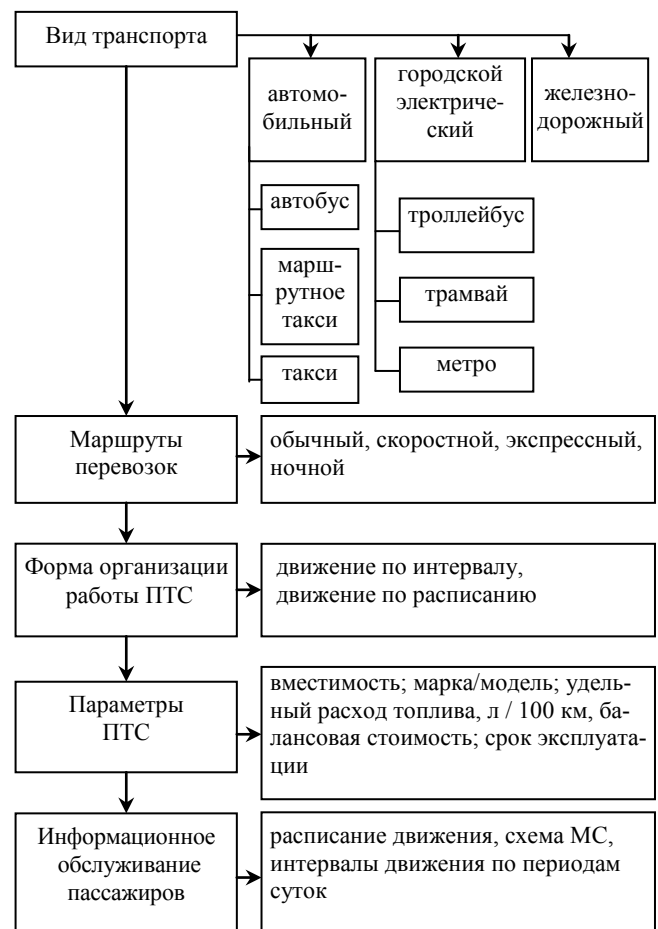


Рисунок 3 – Структура управляемых факторов

Перевозка пассажиров в черте города может осуществляться с применением автомобильного транспорта (автобус, маршрутное такси, такси), городского электрического транспорта (троллейбус, трамвай, метро) и железнодорожного. Выбор того или иного вида транспорта обусловлен сферой рационального их применения и определяется величиной пассажиропотока, необходимого для его освоения. Согласно действующему законодательству [6], перевозки пассажиров ГПМТ могут быть организованы на обычных, скоростных и экспрессных маршрутах. ПТС могут работать на маршруте, соблюдая определенный интервал движения или придерживаясь точного, доведенного до пассажира, расписания движения.

Выбор в пользу той или иной формы организации работы зависит от мощности пассажиропотока в определенный период времени, имеющегося количества и вместимости ПТС и не имеет четкого критерия.

Применяемые для перевозки пассажиров транспортные средства имеют следующие основные характеристики, влияющие на эффективность и качество процесса перевозки: вместимость (номинальная и максимальная), марка, модель, удельный расход топлива (л / 100 км), балансовая стоимость и срок эксплуатации.

Информационное обслуживание пассажиров – комплекс мер, направленных на предоставление пассажирам сведений, необходимых для планирования ими своих поездок и правильного пользования ГПМТ и включает: интервалы движения ПТС по периодам суток, рекламу; распространение справочников для пассажиров и схем МС; содержание в надлежащем порядке средств экипировки ПТС и указателей ОП; оборудование ОП информационными табло, сообщающими о времени прибытия очередного ПТС к ОП.

Для обоснования мероприятий по повышению эффективности использования ПТС нужно знать характер влияния отдельных эксплуатационных факторов на резульативные показатели – производительность ПТС, себестоимость перевозок и качество транспортного обслуживания пассажиров. Одним из основных показателей, характеризующих эффективность использования ПТС, является *производительность* – показатель величины транспортной продукции единицы ПТС за определенный период времени [3]:

$$P_c = \frac{q_n \gamma_c \eta_{cm}}{t_p}, \quad (4)$$

где q_n – номинальная вместимость ПТС, пас.; γ_c – статистический коэффициент использования вместимости ПТС; η_{cm} – коэффициент сменности; t_p – время рейса, ч,

$$t_p = \frac{l_m}{v_t} + t_{пп}, \quad (5)$$

где l_m – длина маршрута, км; v_t – техническая скорость движения ПТС, км/ч; $t_{пп}$ – продолжительность остановки на ОП, ч.

Необходимо учитывать, что более высокое значение производительности обеспечивает снижение себестоимости перевозок и увеличение доходов и, как следствие, увеличение самоокупаемости, однако при этом ухудшаются качественные показатели пассажирских перевозок [7]. Среди многочисленных факторов, оказывающих влияние на производительность парка ПТС, можно выделить его структуру, организацию транспортного процесса, технического обслуживания и ремонта, форму организации работы ПТС на маршруте.

Себестоимость перевозок может быть выражена в виде суммы всех видов расходов, отнесенной на единицу объема перевозок и транспортной работы [7]:

$$S_{пол} = (S_{жк} + S_n) / P, \quad (6)$$

где $S_{жк}$ – сумма эксплуатационных расходов, руб.; S_n – сумма накладных расходов, руб.; P – объем транспортной продукции, пас.км.

В практической деятельности ПТП появляется необходимость в определении себестоимости одного часа работы ($S_{а.ч}$) и себестоимости одного километра пробега ПТС, $S_{км}$.

Себестоимость одного часа работы ПТС

$$S_{а.ч} = S_{пер} / v_э + S_{пост}, \quad (7)$$

себестоимость 1 км пробега ПТС

$$S_{км} = S_{пер} + S_{пост} / v_э, \quad (8)$$

где $S_{пер}$ – сумма переменных расходов, приходящихся на 1 км пробега ПТС, руб./км; $S_{пост}$ – сумма постоянных расходов, приходящихся на 1 ч работы ПТС, руб./ч; $v_э$ – эксплуатационная скорость, км/ч.

Затраты на одну поездку пассажира на МС определяются по формуле

$$S = \frac{S_{км} l_{ср}}{q_{ср} \gamma_c}, \quad (9)$$

где $S_{км}$ – средние удельные затраты на 1 км пробега ПТС, руб./км; $l_{ср}$ – среднее расстояние поездки пассажиров, км; $q_{ср}$ – средняя вместимость ПТС, пас.

Снижения затрат на перевозку пассажира можно достичь либо сокращением средних удельных затрат на 1 км пробега ПТС $S_{км}$, либо за счет повышения наполняемости ПТС γ_c для определенных значений среднего расстояния поездки пассажиров $l_{пп}$ и средней вместимости ПТС $q_{ср}$.

Из приведенной зависимости (рисунок 4) затрат на 1 поездку пассажира от величины коэффициента использования вместимости (для $S_{км} = 1,75$ бел. руб./км, выручка за перевозку одного пассажира – 0,17 бел. руб., $q_{ср} = 90$ пас., $l_{ср} = 4,93$ км) следует, что даже при существующих удельных затратах на 1 км пробега ПТС, при значении коэффициента использования пассажироместности $\gamma_c = 0,37$ будет достигаться безубыточная работа перевозчика. Например, замена ПТС, работающих на маршруте в межпиковый период, при прочих равных условиях, на ПТС меньшей пассажироместности, вызывает одновременно уменьшение $S_{км}$ и рост γ_c и тем самым снижает убыточность работы ПТП. Это не приводит к увеличению времени на передвижение и не снижает качество транспортного обслуживания пассажиров.

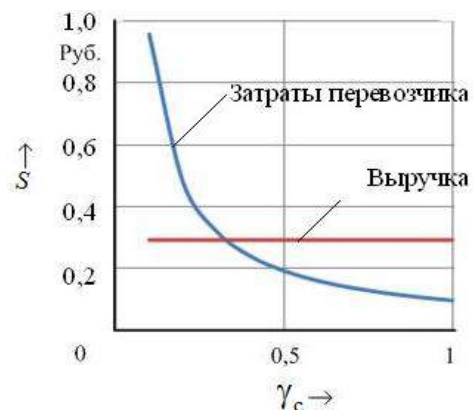


Рисунок 4 – Зависимость затрат S на 1 поездку пассажира от величины коэффициента использования вместимости γ_c

Качество транспортного обслуживания пассажиров – совокупность свойств перевозочного процесса и системы перевозок пассажиров, обуславливающих соответствие их нормативным требованиям.

Свойства перевозочного процесса и системы перевоз-

зок определяют объективную особенность уровня организации и осуществления перевозок пассажиров: уровень развития МС, затраты времени пассажира: на передвижение в ПТС; пешее передвижение; ожидание посадки; наполнение ПТС пассажирами; комфортабельность транспортного передвижения; регулярность движения ПТС; беспересадочность сообщения.

Уровень развития маршрутной системы определяет потенциальную доступность передвижения на ПТС. При определении уровня развития МС используют характеристику – плотность маршрутной сети, численно равную отношению суммарной длины маршрутов к площади обслуживаемой территории. Средняя плотность МС для городов, имеющих только автобусный транспорт, должна составлять 2,0–2,5 км/км². В случае одновременной работы в городе различных видов ГПМТ общая плотность МС может достигать 3,0–3,5 км/км². Превышение нормативной плотности МС приводит к увеличению числа пересечений маршрутов, в результате чего снижаются скорости движения ПТС, падает их провозная способность [1, 3, 7].

Затраты времени пассажира на передвижение складываются из времени на пешее передвижение, поездки и ожидания ПТС. Время, затрачиваемое пассажиром на ожидание, расходуется непроизводительно, в связи с этим затраты, связанные с осуществлением передвижения, необходимо проанализировать с целью минимизации.

Затраты времени на пешее передвижение к остановке для посадки в ПТС в среднем равны времени пешего передвижения от остановки прибытия до цели поездки [4]:

$$T_{\text{пеш}} = \frac{60}{v_{\text{пеш}}} \cdot 1/3\delta + l_n/4, \quad (10)$$

где $v_{\text{пеш}}$ – скорость пешего передвижения, км/ч; δ – средняя плотность МС, км/км²; l_n – средняя длина перегона, км.

Анализ выражения (10) показывает, что уменьшения времени на пешее передвижение можно достичь путем увеличения плотности МС или снижения средней длины перегона на маршруте. Согласно ТПК 45-3.03-227–2010 расстояние между ОП ГПМТ составляет 0,35–0,6 км, для скоростных и экспрессных маршрутов 0,8–1,2 и 1,5 км соответственно. Правилами перевозок пассажиров [5] установлено, что расстояние между ОП при многоэтажной застройке должно быть 350–800 м, при малоэтажной – 500–1000 м. При сложившемся уровне развития МС города и плотности застройки время пешего передвижения остается неизменным.

Затраты времени на ожидание посадки определяются тремя факторами: интервалом движения, точностью соблюдения расписания, вместимостью ПТС:

$$T_{\text{ож}} = \frac{I}{2} = 0,5 + P_{\text{отк}} I_{\text{эф}}. \quad (11)$$

Интервал движения ПТС на маршруте

$$I = \frac{q \cdot 60}{Q_{\text{max}}}. \quad (12)$$

Из выражения (12) следует, что увеличение вместимости ПТС приводит к росту интервала их движения на маршруте при неизменном значении величины пассажиропотока в рассматриваемый период (рисунок 5), что в свою очередь приводит к увеличению времени ожи-

дания ПТС и отрицательно сказывается на качестве транспортного обслуживания пассажиров.

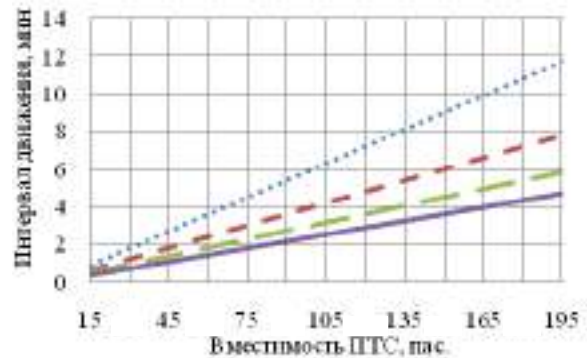


Рисунок 5 – Зависимость величины интервала движения ПТС от их вместимости, при различных значениях часового пассажиропотока:

..... $Q = 1000$ пас./ч - - - $Q = 1500$ пас./ч
 — $Q = 2000$ пас./ч — $Q = 2500$ пас./ч

Среднее время на передвижение пассажира в ПТС определяется по формуле

$$t_{\text{дв}} = \frac{l_m}{v_c} = \frac{l_m}{v_T} + n t_{\text{оп}}, \quad (13)$$

где l_m – длина маршрута, км; v_c – скорость сообщения ПТС на маршруте, км/ч; v_T – техническая скорость движения ПТС, км/ч; n – количество ОП на маршруте, ед.; $t_{\text{оп}}$ – продолжительность остановки на промежуточных ОП, ч.

Сократить затраты времени пассажира на передвижение можно за счет повышения скорости сообщения или технической скорости, уменьшения время простоя на промежуточных ОП и сокращения затрат времени на ожидание посадки. Скорость сообщения зависит, с одной стороны, от характеристик транспортного потока и системы организации дорожного движения на маршруте, а с другой – от тягово-скоростных и технико-эксплуатационных характеристик ПТС и количества и длительности остановок ПТС на маршруте для посадки/высадки пассажиров. На рисунке 6 представлены зависимости времени в движении от технической скорости при различных значениях времени стоянки ПТС на ОП.

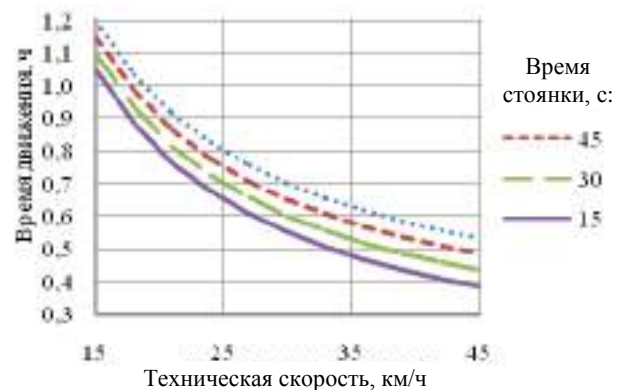


Рисунок 6 – Зависимость времени в движении от технической скорости при различных значениях времени стоянки ПТС на ОП

Анализ показывает, что величина времени стоянки на ОП существенно не влияет на время в движении

ПТС на маршруте, а ее сокращение вызовет снижение качества перевозки пассажиров за счет ухудшения условий посадки-высадки пассажиров в ПТС.

Наполнение ПТС пассажирами характеризуют статическим коэффициентом использования вместимости (γ_c), который численно равен отношению числа пассажиров, фактически находящихся в ПТС (q_ϕ), к его номинальной вместимости (q_n) [8]:

$$\gamma_c = \frac{q_\phi}{q_n}. \quad (14)$$

Степень использования ПТС в течение суток характеризуется динамическим коэффициентом использования вместимости (γ_d):

$$\gamma_d = \frac{P_\phi}{P_{\max}}. \quad (15)$$

Динамический коэффициент использования вместимости численно равен отношению фактически выполненной транспортной работы за сутки (P_ϕ) к максимальной возможной (P_{\max}).

Комфортабельность транспортного передвижения. Понятие «комфорт» применительно к городским перевозкам характеризуется комфортом ожидания поездки, посадки в ПТС и поездки.

Комфорт ожидания поездки обеспечивается оборудованием и содержанием в надлежащем порядке ОП маршрутов и путей подхода к ним.

Регулярность движения ПТС – свойство следующих друг за другом ПТС прибывать в заданные пункты через равные промежутки времени. При малых интервалах движения (не свыше 10–15 мин) с точки зрения пассажира регулярным будет движение ПТС с равными интервалами. С точки зрения качества исполнения расписания движения имеет значение точность его исполнения.

Коэффициент регулярности движения ПТС – показатель, применяемый для количественной оценки регулярности движения. Определяется отношением числа рейсов, выполняемых в соответствии с расписанием движения, к числу рейсов, предусмотренных заданным расписанием.

Беспересадочность сообщения – возможность пассажиру совершить поездку без пересадки в пути следования. Количественно этот показатель характеризуется коэффициентом пересадочности $K_{\text{п}}$, который показывает среднее количество посадок, приходящееся на одну поездку.

Коэффициент пересадочности зависит от планировочной структуры города, типологии МС, наличия скоростного и экспрессного сообщений и находится в пределах от 1,1 при численности населения города до 250 тыс. чел. до 1,4 при численности свыше 1 млн чел. На основе оценки качества по каждому отдельно взятому показателю (дифференциальных оценок качества) устанавливают комплексную (интегральную) оценку качества, характеризующую совокупное качество всех учитываемых показателей [7, 8].

Таким образом, проанализировав управляемые и неуправляемые факторы и их влияние на ПГМТ, определим выходные параметры, СГПМТ (рисунок 7).



Рисунок 7 – Выходные параметры СГПМТ

Учитывая вышесказанное, целевая функция, выражающая снижение затрат на организацию и осуществление перевозок пассажиров, позволяющее достичь повышения самоокупаемости и качества перевозок пассажиров ГПМТ на основе оптимизации вместимости и интервалов движения ПТС, рационального их распределения по маршрутам и выбора рациональной формы организации работы на маршруте, может быть представлена следующим образом:

$$Z = Z_{\text{опт}} + Z_{\text{рм}} + Z_{\text{ф}} \rightarrow \min, \quad (16)$$

где $Z_{\text{опт}}$ – потери от использования ПТС неоптимальной вместимости; $Z_{\text{рм}}$ – потери, вызванные неоптимальным распределением ПТС по маршрутам; $Z_{\text{ф}}$ – потери СГПМТ от нерациональной формы организации работы ПТС на маршруте.

Потери от использования ПТС неоптимальной вместимости определяется как сумма потерь $Z_{\text{ч},ij}$, вызванных их работой на j -м маршруте в i -й период времени в течение суток:

$$Z_{\text{опт}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_{\text{ч},ij} \rightarrow \min_q, \quad (17)$$

где m – количество часов в сутках, $m = 24$; i – период времени работы ПТС на маршрутах $i = 1, m$; n – количе-

ство маршрутов, по которым организовано движение ПТС при перевозке пассажиров; j – порядковый номер маршрута перевозки пассажиров ГПМТ, $j = 1, n$.

Потери, вызванные неоптимальным распределением ПТС по маршрутам, выражаются суммой затрат, вызванных работой ПТС k -й вместимости на j -м маршруте в i -й час суток, отличающейся от оптимального:

$$Z_{\text{pm}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r Z_{\text{pm},ijk} \rightarrow \min. \quad (18)$$

Потери СГПМТ от нерациональной формы организации работы ПТС на маршруте определяются как сумма затрат при работе по расписанию или интервалу на j -м маршруте в i -й час суток:

$$Z_{\text{ф}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \begin{cases} Z_{\text{p},ij} & \text{если } Z_{\text{p},ij} \leq Z_{\text{н},ij} \\ Z_{\text{н},ij} & \text{если } Z_{\text{p},ij} > Z_{\text{н},ij} \end{cases} \rightarrow \min. \quad (19)$$

Подставив выражения (17)–(19) в формулу (16), получим

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_{\text{ч},ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r Z_{\text{pm},ijk} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \begin{cases} Z_{\text{p},ij} & \text{если } Z_{\text{p},ij} \leq Z_{\text{н},ij} \\ Z_{\text{н},ij} & \text{если } Z_{\text{p},ij} > Z_{\text{н},ij} \end{cases} \rightarrow \min.$$

Таким образом, выражение (20) представляет собой целевую функцию, выражающую снижение затрат на организацию и осуществление перевозок пассажиров на основе оптимизации вместимости и интервалов движения транспортных средств, рационального их распределения по маршрутам и выбора рациональной формы организации работы.

Список литературы

1 Скирко́вский, С. В. Совершенствование системы управления городским пассажирским транспортом / С. В. Скирко́вский //

Получено 25.05.2017

S. U. Skirkouski. Research of influence factors on the performance of the urban passenger transport routed.

Examines the factors that affect urban passenger transport routed (SUPTR). Defined by uncontrollable and controllable factors and their influence on the performance of the urban passenger transport routed (UPTR). Based on the analysis of the impact of controlled and uncontrolled factors in the UPTR, defined output parameters SUPTR and criteria of their optimization.

Наука – образованию, производству, экономике : материалы Междунар. науч.-техн. конф. Т. 1 / под общ. ред. Б. М. Хрусталева, В. Л. Соломахо. – Минск : Технопринт, 2003. – С. 261–265.

2 Курба́тов, В. И. Математические методы социальных технологий : учеб. пособие / В. И. Курба́тов, Г. А. Угольничский. – М. : Вузовская книга, 1998. – 256 с.

3 Аземша, С. А. Автомобильные перевозки пассажиров и грузов. Практикум : учеб. пособие / С. А. Аземша, С. В. Скирко́вский, С. В. Сушко. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 205 с.

4 Измерение эффективности работы городского пассажирского общественного транспорта / А. В. Вельможин [и др.] // Прогресс транспортных средств. – Волгоград, 2002. – С. 240–242.

5 Скирко́вский, С. В. Исследование изменения городских перевозок пассажиров во времени / С. В. Скирко́вский // Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Ч. II / под общ. ред. В. И. Сенько. – Гомель : БелГУТ, 2003. – С. 15–17.

6 Правила автомобильных перевозок пассажиров : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 30 июня 2008 г. № 972 «О некоторых вопросах автомобильных перевозок пассажиров» // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 186, 5/28040; 2009. – № 105, 5/29628.

7 Спири́н, А. В. Повышение качества перевозки пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам совершенствованием организационно-функциональной структуры перевозчика : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / А. В. Спири́н. – Оренбург, 2013. – 150 с.

8 Скирко́вский, С. В. Повышение эффективности городских перевозок пассажиров автобусами / С. В. Скирко́вский // Вестник Белорусского гос. ун-та трансп.: Наука и транспорт. – 2006. – № 1–2. – С. 97–101.

9 Скирко́вский, С. В. Методика повышения эффективности перевозок пассажиров городским маршрутизированным транспортом / С. В. Скирко́вский, В. Н. Седюкевич, П. А. Пегин // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – № 1. – Оренбург, 2017. – С. 69–77.