

особенность учитывается с помощью формул теории массового обслуживания, где неравномерность спроса и продолжительности обслуживания характеризуется соответствующими коэффициентами вариации.

При использовании интервалов взаимодействия $T_{сл}$ между модулями функциональной модели процесса движения вагонопотоков различной принадлежности в станционной и узловой системе путей общего и необщего пользования появляется возможность рассчитать оптимальные технические и технологические параметры рассматриваемого комплекса, обеспечивающего максимальную погрузку готовой продукции по прямому варианту «производство – вагон».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Еловой, И. А. Методы и модели повышения эффективности взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования : [монография] / И. А. Еловой, Е. Н. Потылкин. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 210 с.
- 2 Оптимизация процессов грузовой работы / А. А. Смехов [и др.]. – М. : Транспорт, 1973. – 264 с.

E. N. POTYLKIN

CALCULATION OF RAILWAY STATION PARAMETERS WHEN DELIVERING EMPTY WAGONS OF VARIOUS OWNERS

The article considers the main provisions for calculating the parameters of the interaction process of railway stations on public and non-public tracks in conditions of the presence of wagons of various accessories. Various variations of objective functions have been formed, taking into account both deterministic and random components of the transport process.

Получено 12.08.2024

**ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Вып. 6. Гомель, 2024**

УДК 656.21

Е. Н. ПОТЫЛКИН, И. А. ЕЛОВОЙ, С. А. ПЕТРАЧКОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ НАКОПЛЕНИИ НА СТАНЦИИ ГРУПП ВАГОНОВ

Исследован процесс движения собственных вагонов в порожнем состоянии и их временного размещения на путях отстоя. Обоснованы составляющие целевой функции, на основании которой выполнено определение оптимального среднего периода накопления групп собственных вагонов на станции.

Нитка графика движения поезда связана с грузовым или порожним рейсом вагона, так как в составе поезда могут быть как гружёные, так и порожние вагоны. Аналогичная ситуация может быть и с подачей-уборкой вагонов на погрузочно-разгрузочные фронты. При этом следует указать, что в большинстве случаев на местах необщего пользования промышленных предприятий выполняется погрузка или выгрузка грузов. В этих условиях за достаточно большой период времени будет соблюдаться баланс, например, прибывших гружёных и убывших порожних вагонов. Однако из-за неравномерных спроса на отгружаемую продукцию, обеспечения порожними вагонами, различного количества подвижного состава в группах вагонов и других обстоятельств в подаче-уборке может быть различное число вагонов, а в отдельных случаях маневровый или поездной локомотив может следовать без перевозочных средств.

На участках железных дорог могут проводиться плановые виды ремонта и ряд других вспомогательных операций, что ухудшает их использование во времени. В целом процессы подачи-уборки вагонов на погрузочно-выгрузочные фронты будут в своём большинстве подобными с участками железных дорог и их нитками графика движения поездов. На основании существующего положения можно сделать следующие обобщения.

1 Теоретически продолжительность нахождения поезда в пути следования на участке железной дороги может быть принята постоянной, так как нормативная (коммерческая) скорость доставки в соответствии с Правилами перевозок или Соглашением о международном грузовом сообщении остаётся одинаковой, составляя 200 км/сут.

2 При увеличении количества ниток на графике движения поездов при неизменной интенсивности вагонопотока (λ_b^c) время накопления на состав поезда в пунктах отправления также будет уменьшаться. Например, если вместо одной нитки графика для доставки определённого вагонопотока использовать две, то продолжительность накопления также будет уменьшена в два раза.

3 Провозные платежи в части инфраструктурной и локомотивной составляющих при существующий методике расчёта тарифов будут иметь следующее закономерности:

- инфраструктурная составляющая при избытке резерва пропускной способности не изменится, так как тарифная ставка рассчитывается в рублях за вагон. В условиях недостатка резерва пропускной способности на маршруте следования грузопотока потребуются дополнительные капитальные вложения для её наращивания;

- локомотивная составляющая при избытке локомотивов и использовании существующих тарифов будет зависеть от количества вагонов в составе поезда, а при их уменьшении теоретически должна быть увеличена, так как при увеличении количества ниток графика при постоянном вагонопотоке потребуются больше поездных локомотивов и бригад машинистов.

Вышеизложенные положения по инфраструктурной и локомотивной составляющим требуют разделения реальных издержек при их расчёте на зависящие и не зависящие от количества вагонов в составе поезда.

4 Издержки владельцев вагонов при увеличении ниток графика в части вагонной составляющей при заключении договоров за пользование вагонами и оказания транспортно-экспедиционных услуг, в свою очередь, должны учитывать следующие особенности:

- при увеличении количества ниток на графике и их использовании простой вагонов под накоплением в пунктах отправления и назначения будет уменьшаться;

- расчётная продолжительность нахождения вагонов в пути следования при большем количестве ниток график будет уменьшаться за счёт более частого прибытия и отправления из начальных и конечных, а также транзитных пунктов.

Однако следует отметить, что при увеличении количества ниток на графике движения поездов загрузка обслуживающего устройства (направления перевозок, железнодорожного участка и др.) будет увеличиваться, а резервы пропускной способности и дополнительного количества поездных локомотивов будут сокращаться.

5 Оборот вагонов любой принадлежности состоит из гружёного рейса и порожнего. Причём последний элемент связан с коэффициентом порожнего пробега вагонов.

Расчётные формулы [1, с. 92–110] позволяют определить величину вагонного парка грузоотправителей (частных перевозчиков), зависящего от многих технологических параметров. В упрощенном виде оборот вагона складывается из трёх составляющих.

1 Вспомогательные операции, выполняемые с обслуживающим устройством: предоставление «окон» на графике движения поездов для капитального ремонта верхнего строения железнодорожного пути, его текущего содержания, то же устройств железнодорожной автоматики и др. В итоге коэффициент полезной загрузки рассматриваемого устройства во времени будет меньше единицы за счёт необходимости выполнения вышеперечисленных вспомогательных операций $t_{всп}^y$.

2 Технологическая часть оборота, которая зависит от коэффициента порожнего пробега вагона, продолжительности гружёного и порожнего рейсов вагона и других параметров, а также межоперационных простоев $\Delta t_{ож}^{ij}$.

3 Случайный элемент оборота вагона, обусловленного вероятностным спросом на вагоны на грузовых фронтах путей необщего пользования. Для погашения данной случайной составляющей могут использоваться:

- склад готовой продукции в производственном цехе (вариант 1);
- запас порожних вагонов различной принадлежности (вариант 2).

Первый вариант относится к традиционному, где в большинстве случаев готовая продукция поступает на склад, а затем в вагон или в любое другое транспортное средство. При этом выполняется дополнительная грузовая операция. Здесь в качестве экономических величин в целевой функции используется стоимость хранения готовой продукции на складе $c_{\text{хр}}$ и стоимость функционирования грузового фронта $c_{\text{фр}}$. В стоимость ставки грузового фронта включаются также неустойка за несвоевременную отгрузку из контракта на поставку готовой продукции и другие элементы.

Второй вариант предусматривает загрузку с производства «по прямому» варианту в вагон. Здесь предусматриваются соответствующие ставки функционирования грузового фронта $c'_{\text{фр}}$ и вагонов различной принадлежности $c^c_{\text{вч}}$.

Система доставки порожних вагонов из-под выгрузки под погрузку может рассматриваться в качестве модуля. Доставка груженого или порожнего вагона грузоотправителя связана с тарифами железнодорожного транспорта общего пользования (рисунок 1).

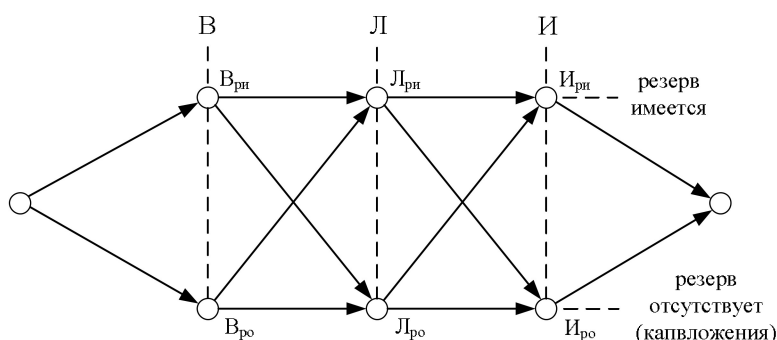


Рисунок 1 – Возможные сочетания составляющих железнодорожного тарифа

На рисунке 1 приведены возможные сочетания составляющих железнодорожного тарифа: вагонной (В), локомотивной (Л) и инфраструктурной (И). При этом, например в вагонной составляющей, обозначения В_{ри} или В_{ро} соответственно отражают, что резерв (запас) вагонов имеется или отсутствует. Аналогично по другим составляющим тарифа. В случае отсутствия резерва вагонов, локомотивов или пропускной (перерабатывающей) способности инфраструктуры необходимо вкладывать инвестиции в увеличение рассматриваемых параметров. В данном исследовании не рассматривается инвестиционная составляющая в тарифе, так как в настоящее время в большинстве случаев имеется их достаточный резерв. При необходимости в тарифе с помощью коэффициента или дополнительной рентабельности может быть учтена инвестиционная составляющая.

С учётом вышеизложенного рассмотрим вывод формулы для расчета параметров, связанных с вагонной составляющей. К таким параметрам относятся интенсивность вагонопотока λ_{ij}^c , оборота вагона $\bar{\theta}_{ij}$ и коэффициента неравномерности $K_n^{ij} = 1/\rho_{ij}$, где ρ_{ij} – коэффициент загрузки обслуживающего устройства между пунктами i и j . Здесь в качестве обслуживающего устройства рассматривается вся инфраструктура от момента выгрузки вагона и до момента погрузки груза в рассматриваемый подвижной состав. В практической деятельности продолжительность порожнего пробега вагона грузоотправителя $t_{\text{пор}}^c$ рассчитывается с использованием его срока доставки, где с помощью трёх суток учитывается продолжительность всех операций в начально-конечных пунктах. Теоретически такой подход можно считать правильным. При этом коэффициент загрузки системы обеспечения порожними вагонами грузоотправителя или железной дороги рассчитывается по формуле

$$\rho_k = t_{\text{пор}}^c / T. \quad (1)$$

где T – расчетный интервал между требованиями в системе обеспечения порожними вагонами ($t_{\text{пор}}^c < T$).

В приведенной формуле $t_{\text{пор}}^c$ рассчитывается для больших расстояний доставки порожних вагонов. Соответственно величина T будет принимать также достаточно большие значения. Здесь T рассчитывается исходя из одной нитки графика движения поездов для одноканальной системы обслуживания (рисунок 2).

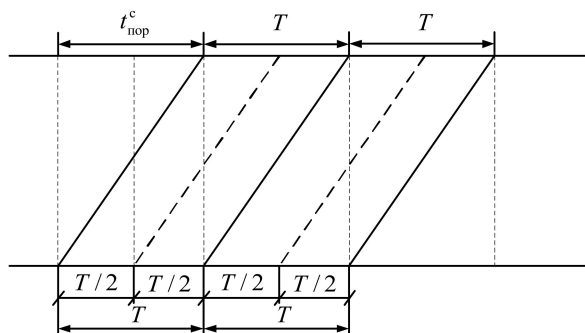


Рисунок 2 – Условный график движения поездов

При увеличении количества ниток графика, с использованием которых будут отправляться приватные вагоны или вагоны отправителя через интервал T , который будет рассчитываться из соотношения

$$T_n = T / n, \quad (2)$$

где n – количество ниток графика, по которым отправляются вагоны грузоотправителя.

Рассматриваемое количество ниток графика рассчитывается исходя из тарифных ставок перемещения порожних вагонов. Для данной нитки графика величина T представляет интервал между поездами, а для двух ниток интервал равен $T / 2, \dots$, для n ниток – T / n . Для определения оптимального количества используемых ниток на графике движения поездов задача должна решаться на основании технико-экономических расчетов с учетом заинтересованных сторон, включая грузоотправителей и грузополучателей. При этом необходимо также учитывать наличие резервов вагонов, поездных локомотивов и пропускной способности на маршруте перевозки.

На условном графике движения поездов (см. рисунок 2) показано, что продолжительность следования поезда по участку $t_{\text{пор}}^c$ совпадает с интервалом отправления между поездами T . Однако при случайном интервале между поездами и требований расчётных формул теории массового обслуживания обязательно должно выполняться условие $t_{\text{пор}}^c < T$, а для детерминированного процесса $t_{\text{пор}}^c = T$. При этом величина $t_{\text{пор}}^c$ относится практически к постоянной величине ($t_{\text{пор}}^c = \text{const}$).

Следовательно, величина T характеризует интервал между требованиями, под которыми понимаются нитки графика отправления групп вагонов грузоотправителя (собственных, операторских компаний, арендованных). При использовании дополнительной нитки графика (показана пунктиром на рисунке 2) продолжительность времени уменьшается в соответствии с формулой

$$T_d = T / (n_d + 1), \quad (3)$$

где n_d – количество дополнительных ниток внутри периода времени T . Например, в соответствии с рисунком 2 величина $n_d = 1$.

Тогда $T_d = T / (1 + 1) = T / 2$.

Интенсивность потока требований определяется из соотношений $\lambda = 1 / T$ или $\lambda_d = 1 / (T / 2) = 2 / T$. В формуле (1) величина $T_3 = T$. Подставляя в формулу (1) величину T и соотношения (3), получаем

$$\rho_k = t_{\text{пор}}^c / (T(n_d + 1)). \quad (4)$$

Причём в формуле (4) должно выполняться условие $t_{\text{пор}}^c / T(n_d + 1)$ или $t_{\text{пор}}^c / T$, если $n_d = 0$. В данной ситуации мы рассматриваем одноканальную систему обслуживания. На рисунке 2 приведена n -канальная система, где

каждая нитка графика движения представляет собой один канал обслуживания. Общеизвестно, что $\rho_k / n < 1$. Если $\rho_k / n > 1$, очередь растёт до бесконечности.

Обобщая вышеизложенное, следует указать следующее.

1 В соответствии с рисунком 2 в уравнении баланса компенсации случайной составляющей используется период времени T для определения величины группы $\lambda_b^c T$, где λ_b^c – среднечасовая интенсивность потока вагонов грузоотправителя. Данная величина группы вагонов грузоотправителя может отправляться с использованием ближайшей нитки графика движения поездов. По своему существу такой подход характеризует существующую технологию перевозочного процесса, в которой вагонная составляющая и её ставка определяются на бирже $c_{вч}^c$. В свой состав $c_{вч}^c$ включает: амортизацию вагона; затраты на ремонт вагонов, зависящие от времени; затраты связанные с отстоем на путях общего и необщего пользования в ожидании отправления порожних вагонов грузоотправителя по назначению (они включаются в детерминированную модель); получение владельцем перевозочных средств прибыли от перевозки в своих вагонах и др. Рассматриваемые случайные требования появляются через расчётный интервал T , который подчиняется закону Эрланга n -го порядка. Нитка графика может рассматриваться как одноканальная система.

2 Целевая функция $F(T)$ или уравнение баланса рассматривается исходя из интересов собственников вагонов, т. е. что ему выгодно – накапливать свои вагоны до конкретного предела на определённую нитку графика или отправлять небольшими оптимальными группами. В настоящее время данная задача решается для условий отправления оптимальными группами. Однако данный подход может быть адаптирован для обоснования целесообразности использования и стоимости нитки графика при наличии собственных поездного локомотива и вагонов. Для одноканальной системы должно выполняться условие $t_{пор}^c / T$. В реальных условиях группа вагонов может отправляться с интервалом меньше T (см. рисунок 2). Соответственно целевая функция должна быть преобразована с требованием данного условия, которое может рассматриваться с различных точек зрения.

1 Пропускной способности достаточно и даже имеется её существенный резерв. В такой ситуации загрузка обслуживающего устройства не изменится. Однако в таком случае потребуются дополнительный парк локомотивов и бригад машинистов, что должно быть учтено в железнодорожной тарифной ставке. Кроме того, при постоянном вагонопотоке уменьшится состав поезда, увеличится расход топлива на единицу перевозимого груза и др.

2 Пропускной способности недостаточно. В данной ситуации следует в тарифной ставке учесть инвестиционную составляющую, а в случае госу-

дарственной поддержки откорректировать соответствующим образом целевую функцию.

В дальнейшем принимаются условия: используется одноканальная система; загрузка обслуживающего устройства определяется соотношением (5); величина требования определяется по формуле $q_{гр} = \lambda_b^c T$.

Для решаемой задачи целевая функция будет иметь вид

$$F(T) = \rho_k^2 \lambda_b^c T c_{вч}^c (\gamma_{вх} + \lambda_{об}) t / [2(1 - \rho_k)] + (1 - \rho_k) c_{тч} t, \quad (5)$$

где ρ_k – коэффициент загрузки по времени системы обеспечения порожними вагонами грузоотправителя в цепочке обслуживания «спрос на вагоны – грузовой комплекс», $\rho_k = t_{пор}^c / (nT)$; $\gamma_{вх}, \gamma_{об}$ – соответственно коэффициенты вариации входящего потока вагонов и продолжительности их обслуживания; $c_{тч}$ – тарифная ставка, руб./группу-ч.

Расчётная формула для определения $c_{тч}$ имеет вид

$$c_{тч} = c_t^{пор} \lambda_b^c T v_{пор} / l_{пор}^c, \quad (6)$$

где $c_t^{пор}$ – тарифная ставка за перевозку порожнего вагона грузоотправителя, руб./ваг.; $l_{пор}^c$ – расстояние перевозки порожнего вагона грузоотправителя, км; $v_{пор}$ – скорость доставки порожнего вагона, км/ч.

Величина $v_{пор}$, км/ч, может быть принята нормативной и определяется из соотношения

$$v_{пор} = v_d / 24, \quad (7)$$

где v_d – нормативная скорость доставки, $v_d = 200$ км/сут.; $t_{пор}^c$ – продолжительность следования приватного вагона в порожнем состоянии, ч,

$$t_{пор}^c = v_{пор} / l_{пор}^c. \quad (8)$$

С учётом вышеприведённых выражений целевая функция примет вид

$$F(T) = \frac{\rho_k^2 \lambda_b^c T c_{вч}^c (\gamma_{вх} + \gamma_{об}) t}{2(1 - t_{пор}^c / (nT))} + (1 - t_{пор}^c / (nT)) c_t^{пор} \lambda_b^c T \frac{v_{пор}}{l_{пор}^c} t, \quad (9)$$

В результате решения уравнения $dF(T) / dT = 0$ получено

$$T_o = 24 l_{пор}^c / (n v_d) + \sqrt{12 l_{пор}^c c_{вч}^p (v_\lambda^2 + v_\mu^2) / (n^2 v_d c_t^{пор})}. \quad (10)$$

После установления оптимального значения T_o появляется возможность произвести следующие действия.

1 Определить оптимальную партию вагонов $\lambda_b^c T_o$ из условия равенства издержек на накопление вагонов в условиях вероятностного характера спроса на вагоны и издержек на их перемещение.

2 Рассчитать дополнительные издержки, связанные с содержанием излишнего парка вагонов и соответствующего этому подвижному составу резерву пропускной способности системы обслуживания. Причём развитие инфраструктуры обеспечивает её владелец или государство из своего бюджета, а приобретение и содержание вагонного парка осуществляет его владелец, включая также дополнительные провозные платежи на перемещение данного подвижного состава.

3 Определить средний простой требования или вагона в очереди в ожидании выполнения технологических операций [2], ч/требование

$$t_{ож}^{тр} = (\rho_k^o)^2 / [\lambda_{тр}^o (1 - \rho_k^o)], \quad (11)$$

где ρ_k^o – оптимальное значение загрузки системы обслуживания;

$$\rho_k^o = t_{пор}^c / (T_o);$$

$\lambda_{тр}^o$ – оптимальная интенсивность потока требований, требований/ч,

$$\lambda_{тр}^o = 1 / T_o. \quad (12)$$

Тогда средний простой вагона в очереди, ч/ваг.

$$t_{ож}^b = (\rho_k^o)^2 / [\lambda_o^b (1 - \rho_k^o)]. \quad (13)$$

В соответствии с первым элементом формулы (5) количество вагонов в очереди будет определяться по формуле [3]

$$L_{оч}^b = (\rho_k^o)^2 \lambda_o^b T_o (1 - \rho_k^o), \text{ ваг./в очереди}; \quad (14)$$

4 Определить по формуле (14) количество вагонов в очереди, обусловленное неравномерным спросом на вагоны и вероятностной продолжительностью обслуживания в системе их доставки до грузоотправителя от места выгрузки. Величина $L_{оч}^b$ может быть применена для обоснования запаса вагонов в местах необщего пользования, где они используются для отгрузки готовой продукции в соответствии со спросом. В случае отсутствия запаса порожних вагонов в местах их погрузки простой грузового фронта в ожидании вагонов рассчитывается по формуле (11).

5 Оптимальный коэффициент загрузки рассматриваемой системы обслуживания ($\rho_k^o = t_{пор}^c / T_o$) ограничивает верхний предел, который не должна превышать сумма коэффициентов, учитывающая вспомогательные ($\Delta\rho_{всп}$) и технологические ($\rho_{тех}$), операции:

$$\rho_k^o = \rho_{\text{тех}} + \Delta\rho_{\text{всп}}. \quad (15)$$

К рассмотренным выше коэффициентам следует добавить прирост $\Delta\rho_d$ на простой системы обслуживания, обусловленные неоптимальными сочетаниями выполняемых операций, которые решаются с использованием теории расписаний и других математических методов. Таким образом:

$$\rho_k^o = \rho_{\text{тех}} + \Delta\rho_{\text{всп}} + \Delta\rho_d. \quad (16)$$

Вероятность простоя обслуживающего устройства определяется из уравнения

$$\Delta\rho_{\text{обсл}} = 1 - \rho_k^o. \quad (17)$$

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1 Целевая функция составлена из условия равенства издержек собственника вагонов, связанных со случайным спросом на них, и сопоставления издержек владельца вагонов, обусловленных перемещением рассматриваемых порожних вагонов до станции их погрузки. По существу, здесь идёт речь о величине части общей группы порожних вагонов после достижения которой её экономически целесообразно перемещать до станции погрузки. Причём рассматриваемая часть группы вагонов грузоотправителя обусловлена случайными процессами как на оси времени, так и продолжительности обслуживания данных требований. В результате будут учитываться издержки в виде потерь из-за простоя порожних вагонов грузоотправителя как в очереди в ожидании обслуживания в рассматриваемой системе, так и дополнительных провозных платежей на их передвижение подвижного состава до запланированной станции назначения.

2 В условиях наличия резерва пропускной способности рассматриваемых участков железнодорожных линий дополнительных инвестиций в их развитие не потребуется. Данное положение в полной мере относится и к вагонному парку. В случае отсутствия резерва пропускной способности железнодорожных участков и запаса вагонного парка грузоотправителя появится потребность в дополнительных инвестициях для ее увеличения.

3 Внедрение интеллектуальных технологий на основе цифровизации позволит в уравнениях (16) и (17) существенно снизить элементы $\Delta\rho_{\text{сл}}$ и $\Delta\rho_d$, повысив тем самым коэффициент загрузки во времени системы обслуживания и эффективность её функционирования. В то же время наличие допустимых значений коэффициента загрузки системы обслуживания позволит оценить потребность в дополнительном резерве пропускной способности или её избытке.

4 В основу расчета технологических параметров закладывается детерминированная целевая функция, связанная с обеспечением порожними ваго-

нами грузоотправителей в цепочке обслуживания «спрос на вагоны – грузовой комплекс». При этом в качестве ограничения выступает коэффициент ($\rho_{\text{тех}}$) загрузки системы обслуживания порожними вагонами. С учетом данного ограничения осуществляется разработка мероприятий по адаптации $t_{\text{пор}}^c$ и T_o реальным условиям. Данная задача решается с использованием разработанной схемы адаптации параметров функциональной модели процесса движения и взаимодействия вагонопотоков с учётом требований железнодорожного транспорта общего и необщего пользования.

5 Процессы движения и взаимодействия вагонопотоков в функциональной модели на транспорте общего и необщего пользования зависят от случайной и детерминированной составляющих. В связи с этим в основу исследования закладываются детерминированная и вероятностная целевые функции. При составлении критерия оценки случайной составляющей процесса за основу берутся удельные стоимостные показатели детерминированной целевой функции. При этом все расчетные показатели относятся на систему обслуживания и на поток требований в ней. Например, в системе доставки порожних вагонов грузоотправителя удельная тарифная ставка рассматриваемого подвижного состава, состоящая из инфраструктурной и локомотивной составляющих, продолжительности выполнения маневровых операций отнесена на систему обслуживания. На поток требований отнесены соответствующие удельные стоимостные ставки, связанные с простоем порожних вагонов под накоплением, со сроком доставки подвижного состава, несвоевременной отгрузкой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Еловой, И. А. Методы и модели повышения эффективности взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования : [монография] / И. А. Еловой, Е. Н. Потылкин. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 210 с.
- 2 Оптимизация процессов грузовой работы / А. А. Смехов [и др.]. – М. : Транспорт, 1973. – 264 с.
- 3 Вентцель, Е. С. Задачи и управления по теории вероятностей : учеб. пособие для студ. вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – 5-е изд., испр. – М. : Академия, 2004. – 448 с.

E. N. POTYLKIN, I. A. ELOVOY, S. A. PETRACHKOV

DETERMINATION OF TIME PARAMETERS WHEN GROUPS OF WAGONS ACCUMULATE AT THE STATION

The article examines in detail the process of moving own wagons in an empty state and their temporary placement on the sediment tracks. The components of the objective function are substantiated, on the basis of which the optimal average period of accumulation of groups own wagons at the station is determined.

Получено 20.07.2024