

7 **Петров, А. П.** План формирования поездов: Опыт, теория, методика расчетов / А. П. Петров. – М. : Трансжелдориздат, 1950. – 483 с.

8 **Кекиш, Н. А.** Повышение экономической эффективности и безопасности продвижения маломощных вагонопотоков / Н. А. Кекиш, С. В. Дорошко // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы безопасности на транспорте». – Гомель : БелГУТ, 2002. – С. 303–304.

9 **Правдин, Н. В.** Прогнозирование грузовых потоков / Н. В. Правдин, Н. Л. Дыканюк, В. Я. Негрей. – М. : Транспорт, 1987. – 247 с.

10 Развитие станций для повышения эффективности и безопасности формирования и пропуска групповых поездов в железнодорожных узлах / М. Н. Луговцов [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2002. – С. 45–46.

Получено 23.11.2007

V. J. Negrey, S. V. Doroshko. The Effectiveness of Group Trains Formation on Internal Approaches.

The recommendations on the effectiveness of group trains formation are given here. There is offered the technology of group trains formation, which supposes the establishment of group exchange on station direction, the systematization of group arrangement and their quantity limitation to 3.

Given technology suggests schedule formation on approaches, at which group trains delivery with possible coordinated car groups movement is organized; providing formation (in suitable terms) of heavy groups and inclusion of in group train (maximum quantity of cars of corresponding destination, arriving at station till its arrival); continuous planning of train formation in order to low down rolling stock demurrage: minimization of maneuver work and safe arrangement of empty cars in train consist; defining special ways on direction stations for group train formation. The influence of quantity of recoupling and time for recoupling at group train movement was considered. The total waste car-hours calculation is given at recoupling time change and car demurrage increase under accumulation for separate directions of Belarusian rail ways. Investigations show, that car-hours economy decreases when recoupling time increases.

11 **Негрей, В. Я.** Распределение сортировочной работы в условиях колебаний вагонопотоков / В. Я. Негрей, Н. П. Негрей, С. В. Дорошко // Совершенствование технологии работы железнодорожных станций и узлов : межвуз. сб. науч. тр. – Гомель : БелИИЖТ, 1989. – С.45–52.

12 **Негрей, В. Я.** Расчет плана формирования поездов с учетом ограничения по сроку доставки грузов / В. Я. Негрей, С. В. Дорошко // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса». – Гомель : БелГУТ, 2003. – С. 55–57.

13 Совершенствование системы распределения сортировочной работы на полигоне : отчет о НИР (промежут.) Т. I / Белорус. гос. ун-т трансп.; рук. М. Н. Луговцов; исп. В. Я. Негрей [и др.]. – Гомель, 2003. – 159 с. – № ГР 511/2698.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2008. № 1 (16)

УДК 656.212.5

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

РАСЧЕТНЫЕ ВАГОНОПОТОКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ И ВЫБОРА ВАРИАНТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОРТИРОВОЧНОЙ РАБОТЫ

Приведен анализ существующих методик выбора плановых вагонопотоков при расчете плана формирования поездов. Рассмотрено влияние расчетных значений вагонопотоков на потерю вагоно-часов накопления, а также числа дней, при которых потребуется корректировка плана формирования поездов. Даны примеры расчета мощности струй вагонопотоков при вероятностном распределении колебания транспортного потока. Представлен расчет количества дней в году, когда мощность струи будет превышать критическое значение. Предложена вероятностная модель расчета плана формирования для назначений с неустойчивыми вагонопотоками. Рекомендовано использовать переменные нормы экономии на один вагон, который пропускается через станцию без переработки. Предложенные рекомендации позволят более четко установить нитки графика грузовых поездов на направлениях, планировать поездообразование на направлении с целью снижения простоя подвижного состава, минимизировать маневровую работу.

В теории и практике расчета плана формирования поездов (ПФП), который лежит в основе модели распределения сортировочной работы между станциями, подходы к выбору расчетных вагонопотоков неоднократно изменялись [8, 9, 12, 14]. В соответствии с этим большинство предложений по распределению сортировочной работы между станциями, эффектив-

ности маршрутизации вагонопотоков можно свести в следующие группы:

- а) составлять два варианта плана формирования – на минимальные потоки каждого назначения (базовый вариант ПФП) и на средние суточные потоки (предложение И. И. Васильева);
- б) назначать ПФП на минимальные потоки;
- в) в основу расчетов положить минимальные по-

токи, а при выборе оптимального ПФП руководствоваться лишь необходимым условием выгоды выделения назначения (И. И. Васильев);

г) составлять ПФП на минимальные и максимальные суточные потоки (В. А. Сокович, В. В. Повороженко);

д) при разработке ПФП исходить из средних потоков, а постоянные поезда назначать по минимальным потокам (предложение НИИЖТа);

е) ПФП должен составляться на основе средних плановых вагонопотоков, разработанных на период его действия, с выделением для сезонных грузов и сроков увеличенных перевозок (А. П. Петров).

Преимущества и недостатки каждого из подходов были тщательно проанализированы на рубеже 50-х годов А. П. Петровым и его учениками. За период с 1950 года по настоящее время проведены значительные исследования, которые позволяют отметить, что теоретический анализ и решение важнейшего вопроса системы организации перевозок были выполнены при достаточно жестких ограничениях и допущениях и не учитывают в полной мере реальные условия работы железнодорожных станций. Во-первых, вероятностный характер колебаний транспортных потоков представлен детерминированной моделью, хотя многочисленные исследования убедительно доказали вероятностную природу транспортных потоков, а главное, разработаны адекватные методы ее описания.

Во-вторых, вывод о целесообразности расчета ПФП на основе средних вагонопотоков выполнен без учета неизбежных ошибок прогнозирования, что имеет особое значение в условиях рыночной экономики.

В-третьих, большинство теоретических построений базировалось на концепции независимости стабильности струи от ее мощности, а также независимости критерия оптимизации от структуры вагонопотоков.

В-четвертых, предполагалось, что структура перевозимых грузов не влияет на принятие окончательного решения.

Поэтому перечисленные выше методологические ограничения, положенные в основу выбора расчетных вагонопотоков, не гарантируют в современных условиях получение оптимальных решений и требуют проведения дополнительных исследований по анализируемой проблеме.

Для более полного представления о существе анализируемых теоретических исследований приведем их основные моменты.

Выделение назначения выгодно, если

$$N = T_{\text{нак}} / t_{\text{эк}}, \quad (1)$$

где N – суточный вагонопоток данного назначения; $T_{\text{нак}}$ – вагоно-часы накопления за сутки; $t_{\text{эк}}$ –

экономия времени в часах, достигаемая при выделении назначения.

Обозначим в соответствии с [9] отношение минимального вагонопотока струи к среднему через α ($\alpha = N_{\text{min}} / \bar{N}$). Тогда ПФП, рассчитанные по минимальным N_{min} и средним \bar{N} потокам, будут совпадать при соблюдении следующих условий:

$$1) \alpha \bar{N} \geq Cm / t_{\text{эк}}; \quad 2) \bar{N} \leq 2Cm / t_{\text{эк}}. \quad (2)$$

При соблюдении условий (2) может оказаться выгодным выделение нового назначения ПФП. Объединяя два условия, можно записать:

$$2Cm / t_{\text{эк}} \geq \bar{N} \geq Cm / (\alpha t_{\text{эк}}). \quad (3)$$

Согласно А. П. Петрову, дополнительные потери вагоно-часов при ориентировке на минимальные потоки вместо средних будут иметь место, если:

$$Cm / (\alpha t_{\text{эк}}) \geq \bar{N} \geq Cm / t_{\text{эк}}. \quad (4)$$

Кроме этих условий А. П. Петров допускает, что: 1) по обоим вариантам можно исключить одинаковые затраты вагоно-часов на накопление одного назначения по ст. А и ст. Б, на пропуск транзитных поездов; 2) все суточные потоки можно перегруппировать в ряд, изменение величин в котором происходит по закону прямой линии.

При таких ограничениях рекомендуется находить наиболее вероятные значения вагонопотока в интервалах $(N_{\text{min}}, \bar{N})$ и $(\bar{N}, N_{\text{max}})$ по формулам

$$\bar{N}_{\text{min}} = (\bar{N} + N_{\text{min}}) / 2 = (1 + \alpha) \bar{N} / 2; \quad (5)$$

$$\bar{N}_{\text{max}} = (\bar{N} + N_{\text{max}}) / 2 = (3 - \alpha) \bar{N} / 2; \quad (6)$$

В этом случае затраты вагоно-часов в зависимости от изменения вагонопотока от N_{min} до N_{max} приходятся в среднем на назначение для всего плана формирования. Максимальные потери возникают при \bar{N} , немного не достигающем величины $T_{\text{нак}} / (\alpha t_{\text{эк}})$ или $Cm / (\alpha t_{\text{эк}})$, которые приближаются к величине и гиперболически увеличиваются с уменьшением α :

$$\bar{N} t_{\text{эк}} - T_{\text{нак}} = \frac{T_{\text{нак}}}{\alpha t_{\text{эк}}} t_{\text{эк}} - T_{\text{нак}} = T_{\text{нак}} \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right). \quad (7)$$

Согласно вышесказанному, чем больше отклонение минимального потока от среднего, тем большими будут и потери при расчете плана формирования на минимальные потоки.

Учитывая, что величина \bar{N} для одного назначения может колебаться от $T_{\text{нак}} / t_{\text{эк}}$ до $2T_{\text{нак}} / t_{\text{эк}}$, то средние потери вагоно-часов в процентах при составлении ПФП на минимальные вагонопотоки вместо средних и введении дополнительных поездов тех же назначений в случае роста вагонопото-

ков, для всего ПФП или в среднем на одно назначение, могут быть представлены в виде

$$\frac{\frac{1}{2}T_{\text{нак}}\left(\frac{1}{\alpha}-1\right)\left(\frac{T_{\text{нак}}}{\alpha t_{\text{эк}}}-\frac{T_{\text{нак}}}{t_{\text{эк}}}\right)}{T_{\text{нак}}\left(\frac{2T_{\text{нак}}}{t_{\text{эк}}}-\frac{T_{\text{нак}}}{t_{\text{эк}}}\right)} \cdot 100 = 50\left(\frac{1}{\alpha}-1\right)^2. \quad (8)$$

График зависимости (8) приведен на рисунке 1.

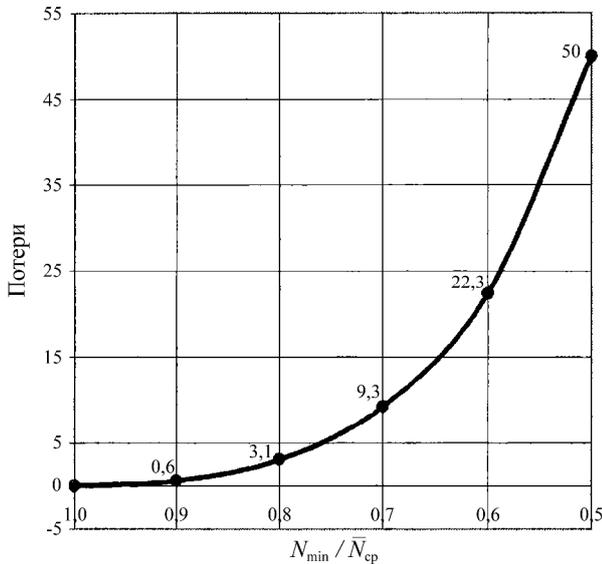


Рисунок 1 – Зависимость потерь вагоно-часов от $\alpha(N_{\min} / \bar{N})$ при составлении плана формирования на минимальные потоки вместо средних

Кроме того, не учтены потери на дополнительную переработку вагонов, которые могут значительно увеличить затраты. Этих потерь можно избежать при разработке плана формирования на минимальные потоки только непрерывной корректировкой плана формирования.

Согласно [9] определим количество дней в течение года, когда возникнет необходимость корректировать ПФП, рассчитываемый на минимальные и средние значения вагонопотоков при оптимальном режиме формирования поездов. Доля дней, когда оптимальный план, составленный на средние вагонопотоки, потребует корректировки

$$\Delta_{\text{ср}} = \frac{\frac{T_{\text{нак}}}{t_{\text{эк}}} - N_{\min}}{N_{\text{max}} - N_{\min}} = \frac{\frac{T_{\text{нак}}}{t_{\text{эк}}}\bar{N} - \alpha}{2(1-\alpha)}. \quad (9)$$

На основании расчетов построены зависимости, представленные на рисунке 2.

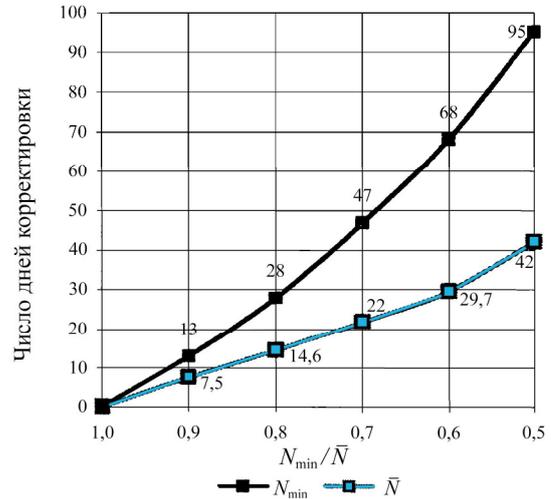


Рисунок 2 – Зависимость числа дней корректировки плана формирования от α

Величина $\Delta_{\text{опт}}$, входящая в формулу (10), при значениях от $T_{\text{нак}} / t_{\text{эк}}$ до $T_{\text{нак}} / \alpha t_{\text{эк}}$ представляется как доля дней, когда план формирования будет оптимальным и в корректировке не нуждается, независимо от того, составлен он на минимальные или средние вагонопотоки, и имеет вид

$$\Delta_{\text{опт}} = \frac{2T_{\text{нак}}/t_{\text{эк}} - N_{\min}}{N_{\text{max}} - N_{\min}} = \frac{2T_{\text{нак}}/(t_{\text{эк}}\bar{N}) - \alpha}{2(1-\alpha)}. \quad (10)$$

При изменении \bar{N} до N_{max} , в общем случае от $2T_{\text{нак}} / [(2-\alpha)t_{\text{эк}}]$ до $2T_{\text{нак}} / t_{\text{эк}}$ средневзвешенные затраты вагоно-часов

$$B_{\text{ср.вз}}(N_{\text{max}}) = \frac{2T_{\text{нак}}/t_{\text{эк}} - N_{\min}}{N_{\text{max}} - N_{\min}} T_{\text{нак}} + \frac{N_{\text{max}} - 2T_{\text{нак}}/t_{\text{эк}}}{N_{\text{max}} - N_{\min}} \times \left(2T_{\text{нак}} - t_{\text{эк}} \frac{N_{\text{max}} + 2T_{\text{нак}}/t_{\text{эк}}}{2 \cdot 2} \right). \quad (11)$$

При изменении вагонопотока в пределах от $2T_{\text{нак}} / [(2-\alpha)t_{\text{эк}}]$ до $2T_{\text{нак}} / t_{\text{эк}}$, то есть от \bar{N} до N_{max} , оптимальный план формирования потребует корректировки:

$$\Delta_{\text{опт}}(N_{\text{max}}) = \frac{N_{\text{max}} - 2T_{\text{нак}}/t_{\text{эк}}}{N_{\text{max}} - N_{\min}} = \frac{(2-\alpha) - 2T_{\text{нак}}/(t_{\text{эк}}\bar{N})}{2(1-\alpha)}. \quad (12)$$

Анализируя вышеприведенное, можно сделать заключение, что такое допущение является приближенным, и поэтому повышение точности расчета этих величин представляет теоретический и практический интерес.

На эксплуатационную работу и техническое оснащение железных дорог оказывают влияние неравномерности вагонопотоков при оптимизации ПФП, то есть от решения задачи распределения сортировочной работы зависит определение потребной пропускной способности участков и станций, а также перерабатывающей способности сортировочных и грузовых устройств на станциях, потребность в подвижном составе и многое другое. Так как на основе расчетных вагонопотоков проектируется предстоящее развитие необходимых устройств железной дороги, т. е. расчет размеров капитальных вложений, то учет неизбежных колебаний в этом случае также важен, как и точное прогнозирование предстоящих объемов работы. Завышенная степень неравномерности приведет к излишней затрате средств, а недоучет – к затруднениям в освоении предстоящих перевозок, нерациональному использованию подвижного состава.

Значительное влияние на точность расчета оптимального ПФП оказывают ошибки прогнозирования среднесуточных потоков, которые связаны с несовершенством системы прогнозирования эталонов. Предполагается, что объем перевозок между отдельными станциями изменяется пропорционально объему перевозок между соответствующими дорогами.

Выполненные исследования колебаний мощности назначений ПФ и их обработка показали [2, 4, 7, 10, 13, 14], что суммарное распределение суточных колебаний струй вагонопотоков с достаточной для практических целей точностью (при $\bar{N} \geq 120$ ваг./сут) описывается нормальным законом распределения, а при меньших значениях – нормальным или законом Эрланга.

Исследования позволили сделать вывод, что в результате суточных колебаний и ошибок прогноза действительные значения вагонопотоков отличаются от среднесуточных плановых на 18–350 %, а разница между максимальным и минимальным значениями мощности струи в отдельные сутки достигает 50–600 вагонов и в ряде случаев значительно превосходит среднее значение. Такие значительные колебания струй вагонопотоков приводят к отклонениям критерия оптимальности ПФП от его расчетного значения, сильно деформируют принятое решение.

Систематизация статистического материала, собранного за период с 1990 по 2007 гг. на сети железных дорог стран СНГ, показала, что:

– наблюдается устойчивая закономерность снижения относительных размеров колебаний при увеличении интенсивности транспортного потока;

– размах колебаний транспортного потока зависит от структуры грузовых потоков, из которых он формируется, и условий формирования. Поэтому при равных значениях мощности двух струй абсолютные отклонения от среднесуточных размеров могут существенно отличаться друг от друга;

– между транспортными потоками, сформированными из разных категорий грузов, существует корреляционная связь, степень которой зависит от экономического района, где расположены линейные участки железнодорожной сети, сортировочные, участковые, грузовые и портовые станции.

Обработка результатов наблюдений по родам груза в соответствии с принятой классификацией позволила получить численную оценку коэффициентов, используя которые, можно определять расчетные плановые значения вагонопотоков при составлении ПФП на Белорусской железной дороге.

Если колебания мощности струи описываются нормальным законом распределения, то расчетные вагонопотоки

$$\bar{N}_1 = \bar{N} - \left(\frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} : \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{v^2}{2}} dV \right); \quad (13)$$

$$\bar{N}_2 = \bar{N} + \left(\frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} : \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{+\infty} e^{-\frac{v^2}{2}} dV \right), \quad (14)$$

где x – нормированная величина, $x = (N_{гр} - \bar{N})/\sigma$.

Например, при $\bar{N} = 180$, $N_{гр} = 200$ получим следующие результаты: $\sigma = 37,7$ ваг.; $x = 0,54$; $\bar{N}_1 = 153,9$ ваг.; $\bar{N}_2 = 206,1$ ваг.

Количество дней в году, когда мощность струи будет превышать критическое значение,

$$r_2 = \int_{N_{гр}}^{\infty} f(N) dN, \quad (15)$$

После подстановки исходных данных

$$r_2 = 365 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{200}^{\infty} e^{-\frac{v^2}{2}} dV = 365 \cdot 0,295 = 108 \text{ сут.}$$

По аналогии, количество суток в году, когда мощность струи будет меньше критической,

$$r_1 = 365 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{N_{гр}} f(N) dN. \quad (16)$$

Доля дней, когда оптимальным будет второй вариант, с выделением сквозного назначения, а при первом варианте

$$\Delta_{m2} = \frac{365}{\sqrt{2\pi}} \int_{N_{гр}}^{\infty} e^{-\frac{v^2}{2}} dV; \quad (17)$$

$$\Delta_{m1} = \frac{365}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{N_{гр}} e^{-\frac{v^2}{2}} dV.$$

Поэтому, если расчет ПФП вести на среднюю величину потока, то в качестве оптимального варианта будет принят план, приведенный на рисунке 3, б, так как $539 < 180 \cdot 3,0$, т. е. $539 < 540$.

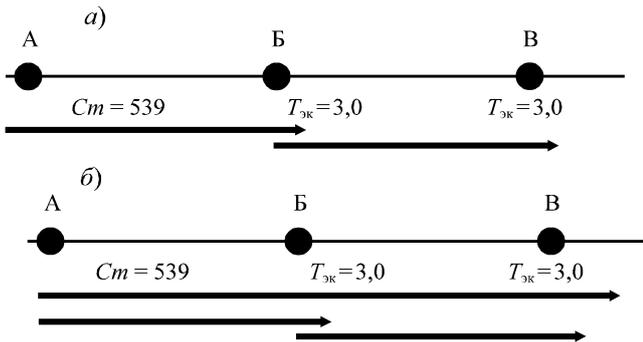


Рисунок 3 – Оптимальный вариант ПФП при изменении значений \bar{N}_1 и \bar{N}_2

Погрешность расчетов по методике [4, 10], используя полученные формулы (5), (6), а также правило «трех сигм»,

$$N_{\min} = \bar{N} - 3\sigma; N_{\min} = 180 - 3 \cdot 37,7 = 66,9 \text{ ваг.}; \alpha = 66,9 / 180 = 0,37;$$

$$\bar{N}_{\min} = [(1 + 0,37) / 2] \cdot 180 = 123,3 \text{ ваг.};$$

$$\bar{N}_{\max} = [(3 - 0,37) / 2] \cdot 180 = 236,7 \text{ ваг.}$$

Размер ошибок в результате принятого допущения $\Delta_{\min} = -19,9 \%$; $\Delta_{\max} = 14,8 \%$.

Еще большие ошибки в определении \bar{N}_{\min} и \bar{N}_{\max} имеют место при асимметричных распределениях колебаний суточной мощности струй вагонопотоков. Такая ситуация, как показали исследования на станциях железных дорогах стран СНГ, имеет место при малых значениях струи вагонопотока, т. е. в большинстве сегодняшних ситуаций.

Таким образом, рекомендация строить ПФП на средние плановые и минимальные потоки не всегда рациональна, т. е. для целого ряда назначений с неустойчивыми вагонопотоками разработка плана формирования поездов должна вестись на потоки, значения которых определяются по формуле

$$N_p = P\bar{N}, \quad (18)$$

где P – вероятность перевода ПФП в устойчивое состояние.

Величина вероятности для нормального закона распределения находится в пределах от 0,88 до 0,7 и зависит от закона распределения суточных колебаний вагонопотоков, уровня загрузки станционных устройств, размера экономии от проследования вагоном станции транзитом и других факторов.

Таким образом, в результате выполненных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1 План формирования поездов – технологический документ, который является основой для планирования работы станций, локомотивных депо и других подразделений железной дороги, нуждается в коренных изменениях, базирующихся на принципах адаптации к изменяющимся условиям работы, характерным для рыночной экономики.

2 Действующая теория и практика расчета ПФП имеет концепцию организации вагонопотоков и распределения сортировочной работы, базирующуюся на детерминированной модели перевозочного процесса, составляющей принципы аддитивного сложения (вычитания) эффектов, возникающих на пути следования вагона от одной станции к другой, жесткости транспортных связей, равномерности перевозок, отсутствия отказов в работе технологических систем, безошибочности прогнозов и других прогнозирующих принципов рыночных отношений.

3 На сегодняшний день характерна высокая неопределенность колебаний струй вагонопотоков. Исследования условий работы железных дорог показали, что в результате суточных колебаний и ошибок прогноза действительные значения вагонопотоков отличаются от среднесуточных плановых на 18–350 %. Значительные колебания мощности струй сильно деформируют критерий оптимальности ПФП, изменяют экономические условия выгодности выделения струй и концепцию развития станций.

Список литературы

- 1 Анализ эксплуатационной работы Белорусской железной дороги за 1991–2000 гг. – Мн. : Бел. ж. д., 2001. – 81 с.
- 2 Негрей, В. Я. Вероятностно-статистический метод расчета простоя вагона под накоплением / В. Я. Негрей, С. В. Дорошко // Проблемы развития транспортных коммуникаций : междунар. сб. науч. тр. – Гомель : БелГУТ, 2000. – С. 29–39.
- 3 Котельников, А. В. Железнодорожный транспорт России в 2000–2030 гг. / А. В. Котельников, А. С. Нестрахов // Вестник ВНИИЖТа. – 2000. – № 5. – С. 3–15.
- 4 Законы распределения транспортных потоков на станциях и участках. – Гомель : БелИИЖТ, 1973. – 110 с. (Тр. БелИИЖТа. Вып. 123).
- 5 Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах СССР. – М. : Транспорт, 1984. – 256 с.
- 6 Дорошко, С. В. К вопросу оптимального распределения сортировочной работы между станциями полигона сети /

С. В. Дорошко // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : межвуз. сб. науч. тр. – Гомель : БелИИЖТ, 1992. – С. 93–97.

7 **Негрей, В. Я.** Методика выбора расчетных вагонопотоков при разработке плана формирования поездов / В. Я. Негрей, С. В. Дорошко // Проблемы развития транспортных коммуникаций : междунар. сб. науч. тр. – Гомель : БелГУТ, 2000. – С. 20–28.

8 **Кочнев, Ф. П.** Организация движения на железнодорожном транспорте / Ф. П. Кочнев, В. М. Акулиничев, А. М. Макарович. – М. : Транспорт, 1979. – 568 с.

9 **Петров, А. П.** План формирования поездов: Опыт, теория, методика расчетов / А. П. Петров. – М. : Трансжелдориздат, 1950. – 483 с.

10 **Правдин, Н. В.** Прогнозирование грузовых потоков / Н. В. Правдин, Н. Л. Дыканюк, В. Я. Негрей. – М. : Транспорт, 1987. – 247 с.

11 Развитие станций для повышения эффективности и безопасности формирования и пропуска групповых поездов в железнодорожных узлах / М. Н. Луговцов [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2002. – С. 45–46.

12 **Ардашин, В. А.** Распределение грузовых перевозок на полигонах железнодорожной сети / В. А. Ардашин // Тр. ИКТП при Госплане СССР. – 1981. – Вып. 88. – С. 52–63.

13 **Негрей, В. Я.** Распределение сортировочной работы в условиях колебаний вагонопотоков / В. Я. Негрей, Н. П. Негрей, С. В. Дорошко // Совершенствование технологии работы железнодорожных станций и узлов : межвуз. сб. науч. тр. – Гомель : БелИИЖТ, 1989. – С.45–52.

14 **Буянова, В. К.** Система организации вагонопотоков / В. К. Буянова, А. И. Сметанин, Е. В. Архангельский. – М. : Транспорт, 1988. – 223 с.

15 Транспорт и связь СССР : стат. сб. – М. : Финансы и статистика, 1990. – 299 с.

Получено 25.01.2008

S. V. Doroshko. Calculated carriage flows for development of plan of formation and selection of shunting work distribution variant.

The analysis of existing methods of selection of choice of plan car traffic during train formation plan calculation is given. It is considered the influence of calculated meanings of car traffic volume on the loss of car-hour accumulation and also the number of days under which the correction of train marshalling plan is needed. The examples of calculation of flow capacity of car traffic volume under probable distribution of car traffic fluctuations are shown. It is given the calculation of the number of days in a year when the flow capacity will exceed the critical limit. It is offered for a number of assignments with unstable car traffic a probability model of marshalling plan formation. It is recommended to use variable economy per one car which is passed through the station without reclassification. Suggested recommendation will allow to establish lines of freight trains graph more precisely on directions, planning of train marshalling on direction with the aim decrease of rolling stock idletime, minimizations of shunting work.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2008. № 1 (16)

УДК 656.222.3

А. А. ЕРОФЕЕВ, старший преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПЕЗДООБРАЗОВАНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПОЛИГОНЕ

Определена цель системы поездообразования и направления ее оптимизации. Для выбора оптимального варианта поездообразования предложен метод динамического программирования. Приведена графическая интерпретация задачи формирования вариантов поездообразования и отыскания оптимального. Дано математическое описание полигона совместного поездообразования. Выделены полигоны влияния и зарождения корреспонденций вагонопотоков. Установлены нагрузки на систему и параметры, характеризующие вариант поездообразования. Определены вектор и начальное состояние системы, функции перехода и целевая. Установлены управляющие воздействия, которые могут использоваться при разработке вариантов. Приведены технологические ограничения, накладываемые на возможные сочетания вариантов поездообразования по станциям полигона. Сформулирована задача поездообразования и определены последовательность ее решения, возможность применения описанного математического аппарата в практических целях.

Эффективная система организации вагонопотоков основана на оптимизации процессов поездообразования на грузовых, сортировочных и участковых станциях. Целью оптимизации системы поездообразования является сокращение времени нахождения вагонов на станциях, затрат на их переработку, а также оптимизация

вагонопотоков на участках и направлениях дороги, позволяющая освоить объемы перевозок уменьшенным парком грузовых вагонов и локомотивов, снизить потребность в энергетических ресурсах.

Традиционно оптимизация системы поездообразования производится на станционном уровне,