

200
СССР - МПС

Днепропетровский институт инженеров железнодорожного
транспорта

Аспирант Н.М.ИВАНКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНЫХ ПАРКОВ
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЕЗДОБРАЗОВАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ.

(434. Эксплуатация железных дорог)

4128₂
А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск
1970

НТБ
ДНУЖТ

СССР - МПС

Днепропетровский институт инженеров железнодорожного
транспорта

Аспирант Н.М. ИВАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНЫХ ПАРКОВ
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕЗДООБРАЗОВАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕМ.



консультация железных дорог)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

4	№ _____
	РАЗРЕШАЕТСЯ выпуск в свет
	г. Днепропетровск 22 IV 1970

Днепропетровск
1970

Работа выполнена на кафедре "Станции и узлы" Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта.

Научный руководитель – доктор технических наук,
профессор Н.Р.ЮМЕНКО.

Официальные оппоненты – доктор технических наук,
профессор В.М.АКУЛИНИЧЕВ,
кандидат технических наук Б.А.СОТНИКОВ.

Ведущее предприятие – Управление Приднепровской железной дороги.

Автореферат разослан "30" апреля 1970 г.

Защита диссертации состоится "4" мая 1970 г.
на заседании Совета Днепропетровского института инженеров
железнодорожного транспорта.
г.Днепропетровск, 10, ул.Университетская, 2.

Ученый секретарь Совета
канд.техн.наук, доцент

Б.М.КЛИМОВСКИЙ

НТБ
ДНУЖТ

В диссертации предложены способы учета неравномерного поступления вагонов на пути накопления, даны и теоретически обоснованы предложения для повышения интенсивности использования сортировочных путей, представлены теоретические основы процесса поездообразования, исследовано взаимодействие сортировочных путей и вытяжек формирования при различном числе маневровых локомотивов и пучков в выходной горловине сортировочного парка. Результаты, полученные в работе, могут быть использованы при проектировании новых, а также при реконструкции и совершенствовании технологии работы существующих сортировочных станций.

—

Решениями XXIII съезда КПСС перед железнодорожным транспортом поставлены большие задачи по освоению непрерывно растущего объема перевозок. Рост перевозок сопровождается увеличением размеров переработки вагонов на сортировочных станциях.

Для беспрепятственного продвижения перерабатываемого вагонного потока мощность устройств сортировочных станций должна иметь необходимые резервы для учета влияния различных эксплуатационных факторов. Это требование в первую очередь относится к сортировочным паркам, являющимся важнейшими элементами станций. Роль и значение сортировочных парков горочных станций увеличивается по мере концентрации сортировочной работы, повышения веса и длины поездов, развития групповой маршрутизации и комплексной механизации и автоматизации сортировочного процесса.

Вопросам совершенствования технологии работы и развития теории расчета сортировочных парков посвящены труды многих ученых и инженеров. Однако ряд вопросов нуждается в дальнейшей разработке.

В настоящее время неполностью рассмотрены и оценены основные факторы, определяющие потребность в путевом развитии и влияющие на технологии работы сортировочных парков. Вследствие этого нет пока способов нахождения оптимальных решений в реальных условиях работы.

В имеющихся исследованиях недостаточно раскрыты возможности более интенсивного использования имеющихся путей.

Более углубленного изучения требуют вопросы взаимодействия элементов в выходных горловинах сортировочных парков.

В настоящей работе поставлена задача: на основе теоретических и экспериментальных исследований полнее проанализировать комплексное влияние основных факторов на процесс поездообразования и взаимодействие элементов в выходной горловине сортировочного парка.

Для решения этой задачи рассмотрены следующие основные вопросы:

- а) установление закономерностей колебания вагонопотоков для различных по мощности назначений;
- б) распределение числа вагонов в группах прибытия и числа групп в составах перерабатываемых поездов;
- в) распределение интервалов поступления групп прибытия по назначениям;
- г) учет фактора неравномерности поступления вагонов на пути накопления;
- д) влияние структуры перерабатываемого вагонопотока на интенсивность использования путей накопления;
- е) возможность применения скользящей и уплотненной специализации сортировочных путей;
- ж) теоретическое обоснование процесса поездообразования и получение величины остаточных групп;

- з) уточнение методики определения времени занятия сортировочных путей накопившимися составами;
- и) оптимизация работы взаимодействующих элементов в выходной горловине сортировочного парка;

Исследование поставленных вопросов выполнено на основе применения методов теории вероятностей, математической статистики, статистического моделирования с использованием ЭВМ "Урал-3".

При определении целесообразных условий взаимодействия сортировочного парка и вытжек формирования, а также при определении эффективности скользящей специализации сортировочных путей проведены технико-экономические расчеты.

Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов приложений.

В первой главе приведен краткий обзор исследований, посвященных технологии работы расчету путевого развития сортировочных парков, а также освещается опыт совершенствования маневровой работы на сортировочных станциях.

Из обзора литературы установлено, что по мере роста объема сортировочной работы совершенствовались способы обоснования путевого развития сортировочных парков, способы расчета и рациональной эксплуатации устройств для расформирования и формирования поездов.

Основы расчета числа и длины путей подгорочных парков и предложения о методах организации их работы даны в трудах акад. Образцова, проф. А.Н.Фролова, Е.А.Гибшмана, С.Д. Карейши и др.

Большой вклад внесли в решение вопросов проектирования и расчета сортировочных парков проф. В.Д.Никитин, С.В.Земблинов, Ф.П.Кочнев, П.В.Бартенев, Н.Р.Ющенко, д.т.н. К.Ю.Скалов, А.М. Корнаков, к.т.н. М.Е.Савченко, И.И.Страковский, Н.И.Федотов, В.К.Дмитриев и др.

Вопросам технологии работы сортировочных парков уделено большое внимание в трудах проф. И.И.Засильева, А.А.Платонова, Н.Г.Тимо-

широва, К.А.Бернгарда, А.К.Угрюмова, В.М.Акулиничева, к.т.н. Н.Н. Шабалина, П.И.Москалева, Н.Н.Ломановой, П.С.Грунтова, Е.А.Сотникова, П.Р.Потапова, Ю.И.Ефименко и других исследователей.

Внедрение новых технических средств и новых форм в организации перевозочного процесса (перевод вагонного парка на автосцепку, реконструкция тяги, увеличение веса и длины поездов, рост размеров переработки вагонов) поставили задачи по дальнейшему совершенствованию работы сортировочных станций в целом и сортировочных парков в частности.

Натурные наблюдения на крупнейших сортировочных станциях и проведенный анализ показывают, что в настоящее время требуют дальнейшего совершенствования приемы расформирования и формирования поездов, взаимодействия в работе сортировочного парка и вытяжек формирования.

Решение этих задач должно базироваться на изучении закономерностей процесса поездообразования с учетом влияния на этот процесс различных эксплуатационных факторов. Однако результирующее влияние этих факторов на процессы, происходящие в сортировочном парке, изучено недостаточно. Такое состояние вопроса объясняется тем, что для сложной системы, каковой является сортировочный парк с вытяжками, в большинстве случаев не представляется возможным получить точное аналитическое решение.

В связи с концентрацией сортировочной работы особую актуальность приобрели вопросы совершенствования расчета путевого развития сортировочных парков. Проведенный анализ показал, что существующие методики исследования взаимодействия сортировочного парка и смежных элементов не позволяют оптимизировать решение задач по определению потребных технических устройств и организации маневровой работы.

Во второй главе исследуются характеристики вагонопотоков, поступающих по назначениям в сортировочный парк.

Процесс поездеобразования во многом определяется структурой вагонопотока, поступающего в переработку. В зависимости от того, с каким числом разборочных поездов поступает группа вагонов на конкретное назначение, какова величина этих групп, продолжительность накопления состава будет колебаться.

Как показали исследования проф. А.М. Угрюмова, А.Д. Харетникова, Г. Поттгоффа, В.М. Акулиничева, к.т.н. Е.А. Сотникова, Н.И. Хованского и др., анализ колебаний вагонопотоков целесообразно проводить на основе методов теории вероятностей и математической статистики. Посредством этих методов в работе получены статистические закономерности, характеризующие структуру перерабатываемых вагонопотоков. При этом статистическая обработка производилась по материалам обследования ряда станций сети (Ясиноватая, Дебальцево, Нижнеднепровск-Узел, Ленинград-Сортировочный Московский, Основа, Шкиротавы, Клепаров и др.)

Анализ разложений разборочных поездов показывает, что количество групп в прибывающих поездах λ' в 2-3 раза меньше числа назначений формируемых поездов λ . Это означает, что при расформировании каждого очередного состава, группы вагонов поступают не на все пути, а лишь на 30-50% путей сортировочного парка. В работе подробно исследуются возможности использования этой закономерности для повышения интенсивности использования сортировочных путей.

Теоретический анализ характера распределения числа вагонов в группе прибытия является основой для исследования процесса поездеобразования. Для возможности выполнения такого анализа было изучено прибытие вагонов по 40 назначениям 5 станций.

Для количества вагонов в группах независимо от мощности назначений для выравнивания статистических рядов применены показательная функция, где плотность распределения, определяется по формуле:

$$\begin{aligned} f(x, \lambda) &= 0 && \text{при } x \leq 0 \\ f(x, \lambda) &= \lambda e^{-\lambda x} && \text{при } x > 0 \end{aligned} \quad (1)$$

характеризуется единственным параметром λ . Параметр λ является величиной обратной математическому ожиданию x_{cp} , т.е. средней величине группы.

Параметр λ по физическому смыслу представляет собой интенсивность поступления групп вагонов по назначениям.

Функция распределения, равная

$$F(x, \lambda) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq 0 \\ 1 - e^{-\lambda x} = 1 - e^{-\frac{x}{x_{cp}}} & \text{при } x > 0 \end{cases} \quad (2)$$

представляет собой вероятность того, что в группе не более x вагонов.

Вероятность того, что величина группы находится в пределах $x_1 \leq x \leq x_2$, равна

$$P(x_1 \leq x \leq x_2) = e^{-\frac{x_1}{x_{cp}}} - e^{-\frac{x_2}{x_{cp}}} \quad (3)$$

Проверка с помощью критерия согласия Пирсона показала, что величины поступающих групп достаточно хорошо описываются показательным законом распределения.

Полученные в работе для многих назначений нескольких станций фактические распределения интервалов поступления групп на назначения имели следующую закономерность: кумуляты частот интервалов поступления групп $T \leq T_{cp}$ равны примерно 63%, соответственно $T \leq 2 T_{cp}$ - 86%, $T \leq 3 T_{cp}$ - 95%.

Такая закономерность позволила предположить, что величины интервалов распределяются по показательному закону. Проверка по критерию Пирсона показала, что эта гипотеза не противоречит опытным данным.

Найденные закономерности поступления групп прибытия на назначения позволили затем построить математическую модель накопления

составов для реализации ее на ЭЦМ "Урал-3".

Закономерности колебания поступающих групп прибытия предопределяют закономерности внутрисуточных колебаний поступления и накопления вагонов.

Проявление внутрисуточной неравномерности (за фиксированный период T внутри суток) необходимо знать для установления потребных удлинений сортировочных путей сверх длины формируемых составов. Обычно влияние этой неравномерности учитывают, применяя расчетные коэффициенты.

Для установления расчетного значения коэффициентов необходимо достаточно обоснованно определить верхние пределы интенсивности поступления вагонов на сортировочные пути.

Чем больше расчетное значение коэффициента, тем полнее учитываются случаи отклонений от средней интенсивности. Однако учет достаточно редких случаев наибольших превышений ведет к завышению мощности (числа и длины путей) сортировочного парка. С другой стороны, заниженное значение расчетного коэффициента неравномерности не будет учитывать достаточно большое число случаев отклонений от средней интенсивности поступления вагонов на сортировочные пути. Использование заниженных расчетных коэффициентов при определении длины сортировочных путей может приводить к установлению недостаточной резервной емкости путей, вследствие чего не будет обеспечиваться своевременная переработка вагонопотока.

Известные из литературы рекомендации по учету неравномерности поступления вагонов не учитывают структуры перерабатываемого вагонопотока, тем самым нечетко определяют верхние пределы интенсивности поступления вагонов на пути накопления.

Представляется необходимым для каждого назначения задавать такой уровень интенсивности поступления вагонов, который с достаточной степенью вероятности (уровнем значимости) не будет превышен.

Введенная величина, как известно, выражает вероятность, которой будет происходить в данной области исследований. Тогда коэффициент неравномерности поступления вагонов на каждое назначение можно определить по формуле:

$$\alpha = \frac{\sigma_0}{\bar{x}} \quad (4)$$

где σ_0 — вероятностная граница изменения интенсивности поступления вагонов на назначение при принятом уровне значимости;

\bar{x} — среднее значение величины поступлений вагонов в единицу времени.

Величина σ находится по предлагаемой в работе методики исходя из пуассоновского или нормального распределений. Для расчетов необходимо было исследовать характеристики колеблемости поступления вагонов (среднеквадратичные отклонения и коэффициенты вариации). Такие характеристики в работе получены по материалам четырех станций сети для получасовых, часовых и двухчасовых периодов.

Таким образом, предлагаемый в работе вероятностный способ расчета коэффициентов внутрисуточной неравномерности может быть рекомендован для более обоснованного определения длины сортировочных путей.

В третий главе излагаются теоретические основы технологии работы и расчета путевого развития сортировочных парков.

Поскольку, как показано в работе, закономерности поступления и накопления вагонов по назначениям определяются закономерностями колебания групп прибытия, явилось необходимым провести теоретический анализ функционирования путей накопления. Для этого был применен метод статистического моделирования на ЭЦМ процесса поступления вагонов в сортировочный парк.

Имитация заполнения путей накопления осуществляется по разра-
ботанному алгоритму и составленной программе для ЭЦМ "Урал-3".
Моделирование выполнено для 14 реальных назначений трех сортиро-
вочных станций. В соответствии с формулой

$$N_p = \frac{g\rho(1-\rho)}{\varepsilon^2} \quad (5)$$

при заданной надежности $\rho = 0,95$ и относительной точности
(погрешности) $\varepsilon = 0,05$ по каждому назначению просчитывалось на-
копление 200 составов. В результате расчетов получены и проанали-
зированы данные о частоте появления различных по величине остаточ-
ных групп. Величина остаточных групп возрастает с увеличением мощ-
ности назначений. Сначала интенсивный, а затем замедленный рост
происходит до предела, соответствующего средней величине группы
прибытия $m_{\varphi}^{\infty} = 12$ ваг. или мощности назначений примерно 840 ваг.
Таким образом, величину остаточной группы надо в расчетах прини-
мать не постоянной, как это рекомендуется отдельными авторами, а
зависящей от мощности назначения. В работе приводятся расчетные
формулы. Исходя из принятого 90-95%-ного уровня статистической на-
дежности для практических расчетов рекомендуются следующие расчет-
ные значения остаточных групп

$$\text{О.Г. расч.} \begin{cases} 1,3 m_{\varphi}^{\infty} & \text{при } m_{\varphi}^{\infty} < 5 \text{ ваг.} \\ 1,5 m_{\varphi}^{\infty} & \text{при } m_{\varphi}^{\infty} = 5-7 \text{ ваг.} \\ 1,7 m_{\varphi}^{\infty} & \text{при } m_{\varphi}^{\infty} = 8-10 \text{ ваг.} \\ 1,9 m_{\varphi}^{\infty} & \text{при } m_{\varphi}^{\infty} \geq 10 \text{ ваг.} \end{cases} \quad (6)$$

При помощи статистического моделирования процесса накопления
получены также отрезки времени от окончания накопления состава до
заполнения пути на всю полезную длину. Эти величины можно рассма-
тривать как допустимое время занятия сортировочных путей составом
до момента уборки их из сортировочного парка $t_{\text{доп}}$.

В случае, если составы будут простаивать на сортировочных путях меньше, чем $t_{гор}$, будет обеспечиваться бесперебойное расформирование составов с горки с соблюдением установленной специализации сортировочных путей. Если же длительность простоя на сортировочных путях будет превышать $t_{гор}$, то будет нарушаться установленная специализация путей или прекращаться роспуск составов.

Величины $t_{гор}$ получены для различных по мощности назначений N_i при разных длинах сортировочных путей $L_{сл}$.

Поскольку с величиной N_i связаны величины средней группы прибытия $m_{гр}^p$, число формируемых назначений n , количество $M_{гор}$ в длине $M_{гор}$ составов, прибывающих в переработку, для облегчения расчетов построена номограмма. При помощи этой номограммы можно решать различные эксплуатационные задачи, связанные с работой сортировочного парка.

Методика определения $t_{гор}$ проверена в работе сортировочной станции Нижнеднепровск-Узел. Подсчитанные для каждого назначения величины $t_{гор}$ используются работниками станции при оперативном планировании преобразование и для регулирования вывода из сортировочного парка поездов дальних и местных назначений и способствуют сокращению простоя вагонов.

В четвертой главе исследуются вопросы взаимодействия сортировочных путей и вытяжек формирования при различном числе маневровых локомотивов и секций (пучков) в хвосте сортировочного парка.

Моменты окончания накопления составов в маневровом районе имеют случайный характер. Продолжительность времени, затрачиваемого локомотивом вытяжки на окончание формирования каждого состава неодинакова и зависит от многих факторов: величины состава, категории состава (одно-, двух-, многогруппный), наличия вагонов, требующих соблюдения особых условий постановки их в поезд и т.д. В связи с этим процессе работы маневрового района протекает неравномерно:

в отдельные периоды в накоплении составов образуются сгущения и разрежения. Сгущения приводят к образованию очередей накопившихся составов в ожидании формирования, разрежения - к непроизводительным простоям маневровых локомотивов.

Таким образом, процесс функционирования маневрового района с математической точки зрения представляет собой случайный процесс, характерный для системы массового обслуживания.

В диссертации анализируются различные методики определения времени простоя составов в ожидании окончания формирования $t_{ож.ф.}$.

Предложенный автором способ определения $t_{ож.ф.}$ с помощью элементов теории серий позволил оценить простои при разном соотношении интервалов накопления составов $T_{нак.ф.}$ и времени на окончание формирования $t_{ож.ф.}$. При уменьшении $t_{ож.ф.}$ по сравнению с $T_{нак.ф.}$ на 20% вызывается сокращение суммарных простоев составов в среднем на 50-55%. В случае $t_{ож.ф.} = 0,6 T_{нак.ф.}$ простои сократятся на 70-75%. Резкое сокращение простоев составов в ожидании окончания формирования достигается при уменьшении $t_{ож.ф.}$ до 20-25 мин.

Наиболее целесообразным для определения $t_{ож.ф.}$ является метод статистического моделирования взаимодействия процесса окончания накопления и процесса окончания формирования составов. Метод статистических испытаний при решении задач массового обслуживания позволяет более полно характеризовать зависимость качества обслуживания от параметров потока заявок и обслуживающей системы, поскольку может быть использована более обширная информация о процессе, чем это обычно удается при применении аналитических методов.

Для моделирования системы "сортировочный парк-вытяжки" был разработан алгоритм, составлена программа и произведены расчеты на ЭЦМ "Урал-3".

Для реализации алгоритма была разработана методика получения моментов окончания накопления составов, отличная от той, которая излагается в третьей главе. Это сделано для того, чтобы достичь небольших затрат машинного времени и избежать затруднений с размещением информации в "памяти" машины.

В работе показано, что распределение моментов окончания накопления составов по каждому назначению может быть аппроксимировано бета-распределением с плотностью:

$$\rho(t) = \frac{12}{(t_2 - t_1)^4} \cdot (t - t_1)(t_2 - t)^2, \quad (7)$$

где t_1 и t_2 - минимальное и максимальное время между моментами окончания накопления составов.

Параметры распределения (7) легко вычисляются. Они равны:

$$\bar{t} = \frac{2t_2 + 3t_1}{5} \quad (8)$$

$$M = \frac{2t_1 + t_2}{3} \quad (9)$$

$$\sigma^2 = 0,04 (t_2 - t_1)^2 \quad (10)$$

В приведенных формулах:

\bar{t} - среднее время между моментами окончания накопления составов;

M - мода (наиболее вероятное значение t);

σ^2 - дисперсия.

Из формул (8,10) следует, что

$$t_1 = \bar{t} - 2\sigma; \quad t_2 = \bar{t} + 3\sigma; \quad (11)$$

В работе получены формулы для определения σ в зависимости от N_i, K, m_{om}

Закон распределения

$$\rho(t) = \frac{12}{(t_2 - t_1)^4} \cdot (t - t_1)(t_2 - t)^2$$

реализован на ЭЦМ с помощью видоизмененного способа Д.Неймана, позволяющего ускорить расчет.

Разработанный алгоритм является универсальным. Распределение потока заявок (моментов окончания накопления составов) и времени обслуживания (окончание формирования) может быть принято иным, чем в реферируемой работе. Алгоритм пригоден как для обезличенного использования маневровых локомотивов в выходной горловине сортировочного парка, так и для жесткого закрепления их за вытяжками. При моделировании учитывается занятость горловин маневровыми передвижениями. Эти особенности алгоритма позволяют после некоторых корректировок, использовать его и для целей оперативного планирования.

В результате выполненных расчетов определены средние простои составов в ожидании окончания формирования для любого практически возможного соотношения числа пучков в сортировочном парке и объема переработки при разном числе маневровых локомотивов и различной интенсивности формирования.

Установлено, что границами сфер целесообразного применения обезличенного использования локомотивов и жесткого закрепления их за вытяжками являются такие значения интенсивности формирования $\mu_{кр}$, которые соответствуют коэффициенту загрузки локомотивов $\rho = 0,6+0,7$. При $\mu < \mu_{кр}$ выгоднее жесткое закрепление локомотивов, при $\mu > \mu_{кр}$ - обезличенное их использование.

Увеличение числа пучков (секций) в выходной горловине сортировочного парка способствует снижению простоя составов на путях накопления с ожиданием обслуживания. Оптимальное число вытяжек формирования и маневровых локомотивов определяется в каждом конкретном случае сопоставлением затрат на сооружение и содержание дополнительной вытяжки и ввод дополнительного локомотива с экономией от сокращения простоя вагонов в сортировочном парке.

В пятой главе исследуются вопросы возможности и целесообразности интенсификации использования сортировочных путей, выделяемых для накопления маломощных поездов.

Практика работы станций показывает, что пути сортировочных парков используются с различной интенсивностью. Те из них, которые закреплены за мощными назначениями, используются весьма интенсивно; с путей же, выделенных для маломощных назначений, ежесуточный съез составляет 1-2 состава. Исследование процесса накопления составов слабых назначений показало, что в течение 9-16 часов на пути либо составы не поступают вагоны, либо за это время поступает менее 5 вагонов. Это значит, что каждый путь, выделенный для маломощного назначения, имеет резервную емкость, которая может быть использована для накопления групп вагонов другого назначения.

Группы же таких путей будут иметь значительные суммарные резервы. Использовать их можно, если к данной группе путей прикрепить такое количество маломощных назначений, которое превышает число этих путей. Один из путей должен быть выделен в качестве отсечного, а остальные должны использоваться по принципу скользящей специализации, меняющейся для каждого пути после окончания накопления очередного состава.

В условиях скользящей специализации величина периода накопления состава T_c^* складывается из двух частей: периода накопления на отсечном пути $T_{отс.}$ и периода накопления на пути формирования T_s .

При такой организации накопления составов будет обеспечиваться более уплотненное использование путей, но часть вагонопотока будет подвергаться повторной сортировке. Операции повторной сортировки с отсечного пути должны всякий раз производиться до окончания накопления состава. Тогда увеличением общего числа вагонов не будет происходить, будет требоваться лишь затраты маневровых средств. Число повторных сортировок определяется по формуле:

$$n = \frac{n}{\frac{\gamma \cdot \kappa}{\gamma \cdot \kappa - 5} - \frac{(\kappa - 5 - 1) \gamma}{2}} \quad (12)$$

Зависимость (12) показывает, что число повторных сортировок зависит от числа путей формирования в группе скользящей специализации S , числа назначений, прикрепляемых к данной группе путей K , общего числа формируемых поездов n

В формулу (12) входит коэффициент γ , учитывающий прерывность накопления. Произведена оценка коэффициента γ по данным о разложении поездов, поступивших на ст. Ш и Л за 5 суток. Были построены графики накопления составов для 20 назначений мощностью 1-2 состава в сутки.

На основе анализа этих графиков с учетом времени перестановки вагонов с отсечного пути на путь формирования коэффициент γ может быть принят для назначений мощностью 1 состав в сутки равным 0,9, а для назначений мощностью 2 состава в сутки равным 0,95.

Для практических целей важно знать соотношение между K и S . Возникает задача нахождения оптимального режима работы, при котором за счет более полного использования сортировочных путей обеспечивается максимум количества накапливаемых составов, приходящихся на одну повторную сортировку. Решение поставленной задачи заключалось в исследовании зависимости

$$\frac{n}{n} = f\left(\frac{K}{S+1}\right) \quad (13)$$

Установлено, что в общем случае для назначений мощностью 1-3 состава в сутки можно рекомендовать превышение числа назначений над числом путей формирования $K - S$, равное 3.

В диссертации выполнено моделирование процесса накопления составов на путях скользящей специализации для 8 назначений станции Ш. На станции для этих 8 назначений выделено 8 сортировочных путей. Для модели принято 6 путей, из них один отсечной и 5 путей формирования. Модель накопления составов выполнена на основе данных о разложении разборочных поездов за 1,5 суток. За этот период на модели произведено 12 сортировок с отсечного пути. При подсчете по формуле

(12) при $\gamma = 0,95$ получается 11,7 сортировок. Это показывает на хорошее соответствие теоретических положений и практического осуществления накопления составов на путях скользящей специализации.

Проведенное исследование показало, что на 5-6 сортировочных путях со скользящей специализацией можно дополнительно накапливать вагоны 2-3 маломощных назначений. При выделении в каждой сортировочной системе на двухсторонней станции групп таких путей количество формируемых назначений можно увеличить на 4-6 без укладки дополнительных сортировочных путей.

Рекомендации автора об уплотненном использовании сортировочных путей за счет применения скользящей специализации путей, выделяемых для маломощных назначений, использованы проектно-исследовательским институтом Днепрогипротранс при разработке проектов реконструкции трех станций.

В шестой главе рассматриваются вопросы экономической эффективности применения некоторых организационно-технических мероприятий для повышения производительности маневровой работы в выходной горловине сортировочного парка.

Организационно-технические мероприятия, ускоряющие процесс звездообразования считаются эффективными, если расчетный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений за счет ежегодной экономии в эксплуатационных расходах не превышает нормативного срока окупаемости.

При определении величины дополнительных капитальных вложений учитывался эффект отсрочки капитальных вложений и эксплуатационных расходов, необходимых для увеличения пропускной способности объектов.

Расчетами установлены минимальные значения экономии времени на выполнение маневровой работы по окончании формирования состава

вов, при которой срок окупаемости дополнительных капитальных вложений на сооружение горки малой мощности в выходной горловине сортировочного парка не превысит нормативного. Эффективность этого мероприятия повышается в связи с применением скользящей специализации путей, включенных в эту горку.

При наличии достаточного резерва в перерабатывающей способности горки или вытяжек целесообразность применения повторной сортировки, как следствия применения скользящей специализации, по сравнению с укладкой дополнительных сортировочных путей определялась из следующего условия. Добавление сортировочного пути экономически оправдано, если приведенные расходы на его укладку и содержание будут меньше затрат на повторную сортировку, т.е.

$$E C_n + e_n \leq 365 e_{nc} \quad \Pi$$

Следовательно, скользящая специализация путей будет целесообразна при условии:

$$\Pi \leq \frac{E \cdot C_n + e_n}{365 \cdot e_{nc}} \quad (14)$$

где Π - число повторных сортировок за сутки;

e_{nc} - стоимость одной повторной сортировки;

C_n - расходы на укладку одного сортировочного пути, включая стрелочные переводы;

e_n - расходы на текущее содержание одного сортировочного пути и двух стрелочных переводов;

E - нормативный коэффициент эффективности.

Результаты расчетов целесообразности оокользящей специализации путей в значительной степени будут зависеть от того, потребует ли введение повторных сортировок увеличения маневровых средств.

На основе проведенных расчетов построена номограмма. С ее помощью можно определить, при каком количестве повторных сортировок целесообразно выделить дополнительный сортировочный путь заданной

длины в зависимости от его стоимости и расходной ставки на один локомотиво-час маневровой работы.

В диссертации приведен пример расчета по изложенной методике.

В данной главе излагаются также расчеты, устанавливающие технико-экономическую целесообразность увеличения числа пучков (секционирования) в выходной горловине сортировочного парка.

ВЫВОДЫ

1. Статистические закономерности, характеризующие структуру перерабатываемых вагонопотоков, проявляются через количество назначений в прибывающих поездах, величину групп прибытия и интервалы поступления групп по назначениям плана формирования. Найденные в работе закономерности поступления групп прибытия на назначения являются основой для теоретического исследования процесса накопления и поездообразования составов.

2. В диссертации предложен способ расчета коэффициентов неравномерности поступления вагонов на пути накопления, учитывающий структуру перерабатываемого вагонопотока. При этом вероятностные границы колебаний поступающих вагонопотоков определяются при помощи методов математической статистики и теории вероятностей по методике, изложенной в работе.

3. Примененный в работе для исследования процесса поступления вагонов на пути накопления метод статистического моделирования с использованием ЭВМ позволяет получать ряд расчетных данных для решения широкого круга эксплуатационных задач, связанных с работой сортировочного парка.

В работе установлены эмпирические зависимости величин остаточных групп от мощности назначений.

Получены размеры допустимого время и простоя составов на путях накопления в зависимости от мощности и числа формируемых на-

начений, длины путей накопления и количества поездов, прибывающих в разборку.

4. В результате моделирования процесса маневровой работы в выходной горловине сортировочного парка установлено, что границами сфер целесообразного применения обозначенного использования локомотивов и жесткого закрепления их за вытяжками являются такие значения интенсивности формирования $\mu_{\text{ф}}$, которые соответствуют коэффициенту загрузки локомотивов $\rho = 0,6 \div 0,7$. При $\mu < \mu_{\text{ф}}$ выгоднее жесткое закрепление локомотивов, при $\mu > \mu_{\text{ф}}$ - обозначенное их использование.

5. Увеличение числа пучков (секций) в выходной горловине сортировочного парка способствует снижению простоя составов на путях накопления в ожидании обслуживания. Оптимальное соотношение числа пучков, вытяжек формирования и маневровых локомотивов определяется в каждом конкретном случае сопоставлением капитальных и строительных затрат с экономией от сокращения простоя вагонов в сортировочном парке.

6. Повышения интенсивности использования сортировочных путей можно достичь применением скользящей специализации путей, выделяемых для накопления вагонов маломощных назначений. В работе предложены зависимости для определения целесообразного объема повторной сортировки при применении скользящей специализации.

7. Исследования показывают, что на 5-6 сортировочных путях со скользящей специализацией можно дополнительно накапливать вагоны 2-3 маломощных назначений без увеличения общего простоя вагонов на станции. При выделении в каждой сортировочной системе на двухсторонней станции групп путей со скользящей специализацией количество формируемых назначений можно увеличить на 4-6 без укладки дополнительных сортировочных путей.

8. Для ускорения процесса поездообразования рекомендуется при определенных условиях устройство горки малой мощности в выходной горловине сортировочного парка. Технико-экономическими расчетами установлены границы эффективности этого мероприятия.

Сооружение горки малой мощности становится более эффективным с применением скользящей специализации путей, включенных в эту горку.

Исследование, выполненное в диссертации на основе применения современных математических методов и использования ЭВМ, позволило раскрыть закономерности процесса поездообразования. Использование найденных закономерностей дало возможность построить методику исследования работы элементов сортировочного парка в их взаимодействии и оптимизировать решение задач по определению потребных технических устройств и организации маневровой работы.

Результаты исследования могут быть использованы при совершенствовании технологии работы сортировочных станций, а также при проектировании новых и реконструкции существующих сортировочных станций.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Простой составов в ожидании формирования на горочных сортировочных станциях. Труды ДПИТа, вып.53, 1964.
2. К вопросу о влиянии структуры перерабатываемого вагонопотока на использование сортировочных путей. Труды ДПИТа, вып.61, 1966.
3. Вероятностный способ расчета коэффициента неравномерности наполнения вагонов в сортировочных парках. Труды ДПИТа, вып.63/4, 1966.

4. Скользящая специализация сортировочных путей. Труды ДИИТа, вып. 81/5, 1967. В соавторстве.
5. Основные предпосылки дальнейшей рационализации процесса окончания формирования составов на горочных сортировочных станциях. Материалы ХУП научно-технической конференции ДИИТа, 1967.
6. Моделирование процесса поступления групп вагонов на пути накопления. Тезисы докладов I республиканской конференции молодых ученых-железнодорожников. Днепропетровск, 1969. В соавторстве.
7. Моделирование моментов окончания накопления составов в сортировочном парке. Там же.
8. Исследование процесса накопления составов с помощью ЭЦМ. Применение математических методов и ЭЦМ в эксплуатации ж.д. Материалы VI общесетевой научно-технической конференции. МИИТ, 1969.
9. Исследование процесса накопления составов с помощью ЭЦМ. Труды ДИИТа, вып. 90/6, 1969.

Основные положения работы были доложены автором и обсуждены:

- 1) На ХУП научно-технической конференции ДИИТа. 1967 г.
- 2) Техническим совещанием отдела узлов и станций Днепротранса, 1967 г.
- 3) Расширенным техническим Советом станции Нижнеднепровск-Узел, 1969 г.
- 4) На I республиканской конференции молодых ученых-железнодорожников. Днепропетровск, 1969.
- 5) На VI общесетевой научно-технической конференции по применению математических методов и ЭЦМ в эксплуатации железных дорог. Москва, МИИТ, 1969.
- 6) На XXXI научно-технической конференции ХИИТа, 1969.

С ответственный за выпуск Муха Ю.А.

Подписано и печати 27/1У-1970 г. БТ 03732, п.л. 1,0.
тираж 200 экз., зак. № 170 , ДИИТ, р-принт.

Сканировала Юнаковская В. В.

НТБ
ДНУЖТ