

656.211.016.001.24(043.3)

E 53

СССР — МПС

НОВОСИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

Аспирант ЕЛОВОЙ Иван Александрович

**РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПАССАЖИРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

(05.22.08 — Эксплуатация железнодорожного транспорта)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Новосибирск • 1977

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Актуальность работы. В области пассажирского транспорта одной из главных задач XXV съезд КПСС постановил более полное и своевременное удовлетворение потребностей населения в перевозках, ускорение передвижения пассажиров на основе существенного повышения мощности и качества работы транспортной системы страны. Решение поставленных задач в значительной мере определяется развитием станционных пассажирских комплексов и, в частности, пассажирских технических станций (ПТС).

10582B

Современное состояние ПТС характеризуется в большинстве случаев несоответствием их технического оснащения заданному объему работы. Это приводит к ухудшению качества подготовки пассажирских вагонов, снижению пропускной способности узла, увеличению расходов на пассажирские перевозки. В связи с этим в настоящее время вопросы установления перспективных потребностей в устройствах по текущему ремонту, экипировке составов и нахождения оптимальных режимов работы ПТС приобретают особенно актуальное значение и требуют разработки новых, более совершенных методов для решения усложняющихся практических задач.

Вопросам развития ПТС и организации их работы, а также связанным с ними проблемам посвящены многие научные труды отечественных и зарубежных ученых. Расчетом путевого развития, выбором рациональных схем, организацией работы ПТС и размещением их в узле занимались профессора С. В. Земблинов, Ф. П. Кочнев, Н. В. Правдин, доктор экономических наук В. А. Персианов, доктор технических наук И. Е. Савченко, кандидаты технических наук В. А. Федоров, К. К. Таль и др.

1998

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БИИЖТ'а

Работы названных ученых при проведении исследований позволили правильно понять идеи, исходные принципы, научные методологические основы проектирования ПТС, возможные методы расчета технического оснащения ПТС. В научных трудах значительно меньше внимания уделено вопросам оптимизации технического оснащения и режимов работы ПТС. Поэтому необходима дальнейшая разработка количественных способов оценки возможных вариантов развития проектируемых или реконструируемых ПТС, использующих как традиционные, так и современные математические методы.

Цель работы:

Анализ применяемых методов расчета основного технического оснащения и разработка на основании исследований закономерностей потоков по основным станциям сети железных дорог аналитического способа определения путевого развития ПТС;

исследование допустимых абсолютных и относительных отклонений исходных параметров при возможной точности расчетов числа путей ± 1 и выделение главных из них;

разработка методики определения оптимального технического оснащения ПТС и получение в результате расчетов рекомендаций по совершенствованию технологии и режимов работы основных технических станций сети железных дорог;

анализ технико-экономической чувствительности процесса подготовки составов в рейс при изменении параметров в зоне неопределенности и разработка практических рекомендаций.

Объекты исследования. Основные пассажирские технические станции (парки) сети железных дорог СССР, расположенные в городах: Москва (Николаевка), Киев, Рига, Волгоград, Горький, Минск, Воронеж, Калининград, Донецк, Ворошиловград, Брест, Дебальцево.

Методика исследования. Для решения поставленных задач использованы:

анализ и обобщение материалов по существующим и проектируемым ПТС;

сбор статистических данных о потоках пассажирских составов и процессах подготовки вагонов в рейс с последующей обработкой полученных данных методами теории вероятностей и математической статистики на ЭЦВМ "Минск-22М";

теория рядов для анализа допустимых отклонений исходных данных при возможной точности расчетов ± 1 путь;

теория чувствительности для исследования режимов работы ПТС и разработки практических рекомендаций при организации работы и проектировании ПТС;

экспериментальное масштабное проектирование ПТС и графическая проверка предлагаемого аналитического метода определения числа путей.

Научная новизна. Применена теория чувствительности при анализе процесса подготовки составов в рейс, связанном выделением основных параметров и упорядочением их по степени влияния на критерий эффективности;

использована теория рядов для исследования влияния колебаний параметров на результаты расчета путевого развития ПТС и определения допустимых отклонений исходных величин при заданной инженерной точности расчетов ± 1 путь;

разработана и доведена до практического использования методика расчета путевого развития ПТС, предусматривающая взаимосвязь основных параметров станции при рассмотрении ее как замкнутой системы и учитывающая подпор составов в парке прибытия.

Практическая ценность. Разработанная аналитическая методика определения путевого развития является адекватной и позволяет с наименьшими затратами инженерного труда определять путевое развитие ПТС.

Выполненное исследование влияния колебаний параметров на результаты расчетов путевого развития ПТС дает возможность ответить на ряд вопросов, связанных с выработкой требований к системе сбора, хранения и переработки информации с целью прогноза основных параметров, определением допустимых абсолютных и относительных отклонений параметров при заданной точности расчетов ± 1 путь.

Использование выводов и предложений результатов определения оптимального технического оснащения ПТС позволяет целенаправленно и обоснованно создавать наиболее совершенную технологию процесса текущего ремонта и экипировки вагонов с учетом схемы станции, времени нахождения состава в конечном пункте и конкретных условий.

Произведенный анализ технико-экономической чувствительности модели расчета оптимального технического оснащения ПТС и выделенные наиболее чувствительные (основные) параметры системы подготовки составов в рейс дают возможность:

обоснованно выбрать наилучший вариант развития системы с учетом неопределенности исходной информации и однозначно неизвестным характером перспективных изменений технологии;

для достижения наибольшего эффекта при ограниченных капитальных вложениях вкладывать средства в самые чувствительные элементы системы;

для поддержания системы в оптимальном режиме работы следить за наиболее чувствительными параметрами в порядке их важности;

при прогнозировании развития системы основное внимание уделять четырем выделенным параметрам.

Реализация и апробация. Практическое применение разработанной методики расчета оптимального технического оснащения осуществлено при разработке генеральной схемы развития и технологического процесса работы ПТС в Брестском железнодорожном узле.

Основные положения диссертации опубликованы в учебно-методической литературе и используются в учебном процессе в БелИИЖТе.

Работа была доложена и получила одобрение на заседаниях кафедр "Станции, узлы и грузовая работа" Белорусского института инженеров железнодорожного транспорта и "Железнодорожные станции и узлы" Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта в 1977 г. Основные положения диссертации доложены и одобрены в 1977 г. на XIII научно-технической конференции кафедр БелИИЖТа и секций ДорНТО Белорусской железной дороги, посвященной повышению эффективности работы Белорусской ж.д.

Публикация. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов и списка литературы. Всего страниц машинописного текста 168, 24 страницы с рисунками, рисунков 47, таблиц 12, литературных источников 88.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается обоснование актуальности выбранной темы и указываются основные вопросы исследования.

В первой главе приведена методика аналитического способа

расчета общего путевого развития и в парках ПТС. Предлагаемая методика предусматривает взаимосвязь основных параметров ПТС при рассмотрении ее как замкнутой системы и учитывает подпор составов в парке прибытия, вызванный неравномерным поступлением пассажирских поездов в течение суток.

Анализ существующих аналитических методов определения числа путей на ПТС позволяет сделать вывод, что во всех предлагаемых формулах нет достаточной взаимосвязи основных параметров, учитывающей неравномерность прибытия конечных пассажирских поездов на станции и время нахождения составов в пунктах формирования или оборота, что, главным образом, объясняется отсутствием описания потока пассажирских составов в математической форме.

В результате обработки исполненных графиков поступления составов на ПТС Николаевка, Рига-Техническая, Киев-Технический, Волгоград-1 и многих других было установлено, что поток пассажирских составов не является детерминированным, а содержит в себе элементы случайности, вызванные опозданием пассажирских поездов, несвоевременной подачей под составы маневровых локомотивов и другими причинами. Однако разность между действительным и графиковым максимальным прибытием составов за период времени ($0,5 \leq T \leq 12$ ч с шагом 0,5 ч) отличается на незначительную величину, а математическое ожидание M и среднее квадратическое отклонение σ исследуемой разности по станциям соответственно равны: Николаевка - $M = -0,3752$, $\sigma = \pm 0,8726$; Рига-Техническая - $M = 0$, $\sigma = \pm 0,2786$; Киев-Технический - $M = -0,6752$, $\sigma = \pm 0,7780$; Волгоград-1 - $M = -0,4028$, $\sigma = \pm 0,7930$ и т.д. Поэтому при возможной точности расчетов числа путей ± 1 в основу установления закономерности потока может быть заложено графиковое прибытие составов на ПТС.

Внутрисуточные колебания потока пассажирских составов могут быть охарактеризованы коэффициентом неравномерности прокладки поступления их на ПТС, который представляет собой отношение максимального числа составов за период T к среднему их числу за тот же период:

$$k(T) = N_{\max}(T) / \bar{N}(T). \quad (1)$$

На основании обработки данных графикового поступления составов на основные ПТС сети железных дорог получено следую-

щее статистическое уравнение для коэффициента неравномерности

$$k_1(T, \lambda) = (a_1 + b_1 T + c_1 / T) (a_2 + b_2 \lambda + c_2 / \lambda), \quad (2)$$

где λ – среднечасовая плотность потока составов, $\lambda = N_{\text{сут}}/24$; $N_{\text{сут}}$ – суточное число составов, прибывающих на ПТС; $a_1 = 1,917$, $b_1 = -0,0436$, $c_1 = 1,874$, $a_2 = 1,1684$, $b_2 = -0,1457$, $c_2 = -0,0014$.

Располагая аналитической формулой для коэффициента неравномерности можно определить максимальное число составов за период времени T для различных λ и рассчитать путевое развитие ПТС.

Число экипировочных путей зависит от характера графика прибытия и отправления пассажирских поездов с конечных станций, количества подготавливаемых за сутки в рейс составов, расчетных норм времени занятия экипировочного пути ($t_{\text{ЭК}}^{\text{ЭК}}$) и других обслуживающих устройств составом, а также среднего времени нахождения состава на ПТС. С учетом перечисленных выше условий и исходных величин число экипировочных путей определяется по формуле

$$m_{\text{ЭК}} = t_{\text{ЭК}}^{\text{ЭК}} / J_{\text{выб}}, \quad (3)$$

где $J_{\text{выб}}$ – интервал подачи (уборки) составов на экипировочные пути и другие обслуживающие устройства, зависящий от расчетного времени нахождения состава на ПТС (T_p) и подготовки его в рейс ($t^{\text{П}}$), плотности потока (λ) и рассчитываемый по формулам:

1) при $T_M > t_{\text{ЭК}}$

$$J_{\text{выб}} = \frac{1}{(a_2 \lambda + b_2 \lambda^2 + c_2) [a_1 - 2b_1 t_{\text{ож}} - \sqrt{4b_1 (b_1 t_{\text{ож}}^2 - a_1 t_{\text{ож}} + c_1)}}]; \quad (4)$$

2) при $T_M \leq t_{\text{ЭК}}$

$$J_{\text{выб}} = \frac{2 t_{\text{ож}}}{(a_2 \lambda + b_2 \lambda^2 + c_2) (a_1 t_{\text{ож}} + b_1 t_{\text{ож}}^2 + c_1)}; \quad (5)$$

$t_{\text{ож}}$ – расчетное время простоя состава на путях приема в ожидании выполнения операций по текущему ремонту и экипировке или отстоя в ожидании отправления, $t_{\text{ож}} = T_p - t^{\text{П}}$.

При условии приема всех составов без задержки на перронных путях путевое развитие парка прибытия ПТС определяется по выведенной формуле

$$m_{\text{ПП}} = (a_1 T_M + b_1 T_M^2 + c_1) (a_2 \lambda + b_2 \lambda^2 + c_2) - (T_M - t_{\text{ЭК}}) / J_{\text{выб}} + m_{\text{Х}}, \quad (6)$$

где $t_{зан}$ — технологическое время занятия пути составом; m_x — число ходовых путей; T_m — период максимального накопления составов в парке прибытия,

$$T_m = \frac{1}{2 b_1 J_{выб} (a_2 \lambda + b_2 \lambda^2 + c_2)} - \frac{a_1}{2 b_1} \quad (7)$$

Если $T_m \leq t_{зан}$, то число путей парка прибытия рассчитывается по формуле

$$m_{пп} = (a_1 t_{зан} + b_1 t_{зан}^2 + c_1) (a_2 \lambda + b_2 \lambda^2 + c_2) + m_x \quad (8)$$

При возможности развития перронного парка оптимальное число путей парка прибытия ПТС рассчитывается по критерию минимум приведенных расходов. В критерий оптимальности включаются затраты на:

а) строительство и эксплуатацию путей пассажирской станции для приема конечных пассажирских поездов дальнего и местного следования;

б) строительство и эксплуатацию путей парка прибытия ПТС;

в) дополнительные маневровые локомотивы, используемые при выставке составов с перронных путей в период максимального прибытия пассажирских поездов, и их эксплуатацию.

Выполненные расчеты на основании критерия оптимальности для наиболее реальных значений исходных данных показывают, что лучшим является вариант, определенный из условия приема составов в парк прибытия ПТС без задержки на перронных путях.

Таким образом, в большинстве случаев число путей в парке прибытия ПТС следует рассчитывать по формулам (6) или (8).

Общее путевое развитие ПТС при взаимозаменяемых путях приема и отправления определяется по формуле

$$m_{об} = (a_1 T_p + b_1 T_p^2 + c_1) (a_2 \lambda + b_2 \lambda^2 + c_2) + m_d \quad (9)$$

где m_d — число дополнительных путей: отстойных, специальных, ходовых и т. д.

На основании месячных колебаний составов пассажирских поездов дальнего и местного следования была исследована потребность в общем числе путей ПТС по месяцам года при $T_p = 10$ ч. В результате расчета было установлено, что число высвобождаемых путей в месяц минимальных перевозок изменяется в пределах от 4 путей, при числе подготавливаемых в рейс за год 4000 составов, до 8 — при 20 000 составов.

Число путей в парках отправления, приемо-отправочном, а

также общее путевое развитие ПТС при специализированных путях прибытия и отправления определяется после нахождения $m_{ос}$, $m_{эк}$ и $J_{выб}$ по известным формулам.

Разработанная методика аналитического способа расчета числа путей на ПТС прошла проверку графическим способом. Результаты проверки показали хорошую сходимость в пределах возможной точности расчетов ± 1 путь.

Вторая глава посвящена исследованию влияния колебаний параметров на результаты расчетов путевого развития ПТС. Изучение данного вопроса вызывается следующими обстоятельствами:

1) приближенными значениями параметров на стадии проектирования;

2) неточным соответствием используемых математических моделей расчета числа путей работе в реальных условиях;

3) отклонениями параметров от расчетных значений в процессе текущего ремонта и экипировки пассажирских составов.

Кроме этого, при практической реализации запроектированного варианта невозможно получить точного соответствия реальных величин всех параметров их расчетным значениям по следующим основным причинам:

1) задержки времени строительства, вызванные несвоевременным финансированием, поставкой необходимых механизмов, оборудования, строительных материалов;

2) наличие погрешностей прогнозирования новых технологических процессов и технических средств, обусловленных быстрыми темпами развития научно-технического прогресса при отдалении сроков строительства и ряд других причин.

Исследование допустимых отклонений исходных параметров при заданной инженерной точности расчетов ± 1 путь дает возможность:

1) определить допустимые абсолютные и относительные колебания исходных величин, что позволяет выработать требования к системе сбора, хранения и переработки информации (частота сбора, длительность хранения и т.д.) с целью прогноза основных параметров и анализа работы системы по подготовке составов в рейс;

2) выделить величины, существенным образом влияющие на путевое развитие;

3) увязать интервальный прогноз плотности потока составов с физической сущностью расчета путевого развития ПТС;

4) проранжировать по степени важности параметры, поддержание которых в установленных границах является гарантией успешной работы технической станции в заданном режиме;

5) раскрыть физическую сущность и доказать адекватность выведенных формул расчета числа путей в подсистемах и всей системе подготовки в рейс пассажирских составов.

Для определения допустимых отклонений параметров при инженерной точности расчетов ± 1 путь применена теория рядов с введением допущения о дифференцируемости формул расчета числа путей и независимости переменных. Дополнительное число путей Δm , вызванное приращением параметров на величину ΔU , получено разложением формул расчета числа путей в ряд по степеням ΔU с точностью до членов второго порядка малости, т.е.

$$\Delta m = \frac{\partial m}{\partial U} \Delta U + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 m}{\partial U^2} \Delta U^2 \quad (10)$$

Решая квадратное уравнение (10) относительно ΔU , получаем не необходимый результат в зависимости от Δm .

В результате анализа допустимых отклонений одного из параметров при абсолютно точных значениях остальных и $\Delta m = \pm 1$ путь параметры по степени влияния на путевое развитие располагаются в следующей последовательности:

а) в парке прибытия:

при расчете числа путей по формуле (6) — среднечасовая плотность потока составов, интервал вывода составов из парка, технологическое время занятия пути, период максимального накопления составов на путях прибытия *);

при определении путевого развития по формуле (8) — плотность потока, технологическое время занятия пути составом *);

б) в общем числе путей — плотность потока, расчетное время нахождения состава на ПТС *);

в) в экипировочном парке — время занятия пути, плотность потока, время простоя состава в ожидании выполнения операций по текущему ремонту и экипировке.

Кроме этого, были выделены главные исходные параметры при расчете числа путей в парке прибытия и определены допустимые относительные отклонения их при $\Delta m = \pm 1$ путь:

*) При возможных значениях первых двух параметров порядок их взаимного расположения изменяется.

при определении числа путей по формуле (6) – плотность потока и интервал вывода составов из парка, допустимые отклонительные колебания которых находятся в пределах от 5 до 20%;

при расчете путевого развития по формуле (8) – плотность потока и технологическое время занятия пути составом, процент допустимых отклонений которых лежит в диапазоне от 7 до 30%.

В третьей главе на основании выведенных формул определения путевого развития рассмотрена методика расчета оптимальной мощности основного технического оснащения ПТС.

Величина приведенных затрат при определении оптимального технического оснащения и заданных исходных параметрах λ, T_p и t^n рассчитывается на основании критерия эффективности, сформулированного с учетом эксплуатационных требований и ограничений:

$$S_{\text{п}} = [K_c \Delta N(T_c^i, A_{\text{сут}}^i) + K_B B(T_c^i, A_{\text{сут}}^i) + K_A \Delta M(T_c^i, A_{\text{сут}}^i) + \\ + \sum_{j=1}^n K_j m_j(T_c^i, A_{\text{сут}}^i)] E_n + \Xi_c \Delta N(T_c^i, A_{\text{сут}}^i) + \Xi_B B(T_c^i, A_{\text{сут}}^i) - \\ - \sum t' c_{\text{мс}} \Delta, \Delta N(T_c^i, A_{\text{сут}}^i) \cdot 10^{-3} + \sum_{l=1}^{100} c_l A_{\text{сут}}^i \cdot 10^{-3} + \sum_{j=1}^n \Xi_j m_j(T_c^i, A_{\text{сут}}^i), \quad (11)$$

где K_j – усредненная строительная стоимость, отнесенная соответственно на один путь отстоя, прибытия и экипировочного; K_c – стоимость состава, учитывающая расходы на съемное оборудование и постельные принадлежности; K_B, K_A – стоимость соответственно вагономоечной машины и маневрового локомотива; T_c^i – период времени, соответствующий максимальному поступлению составов на обрабатывающие устройства и равный по продолжительности рабочей смене или возможной комбинации ($T_c^i = \sum_{L=1}^n T_c^L$) при условии равного количества рабочих за каждый элемент $L = 1, 2, \dots, n$; $A_{\text{сут}}^i$ – суточные человеко-ч, связанные с подготовкой составов в рейс; $\Delta N(T_c^i, A_{\text{сут}}^i)$ – количество неэкипированных составов к определенному моменту времени в соответствии с технологическим процессом; $B(T_c^i, A_{\text{сут}}^i), \Delta M(T_c^i, A_{\text{сут}}^i)$ – соответственно расчетное число вагономоечных машин и дополнительных маневровых локомотивов; m_j – число путей отстоя, прибытия и экипировочных; E_n – нормативный коэффициент эффективности; Ξ_c, Ξ_B – эксплуатационные расходы на содержание состава и вагономоечной

машины, учитывающие необходимые затраты; \mathcal{E}_i – норма эксплуатационных расходов на содержание пути отстоя, прибытия и экипировочного; $\Sigma t'$ – время на выполнение маневровой работы с составом, включающее задержки локомотива и зависящее от схемы станции; $C_{мс}$ – себестоимость маневрового локомотиво-ч, учитывающая энергетическую часть расходов, а также затраты на содержание локомотива и бригад; D_1 – количество дней максимальных перевозок; $C_{\text{ч}}$ – среднечасовая ставка, включающая все доплаты.

Оптимальные значения T_c^i и $A_{\text{шт}}$ и соответствующее им техническое оснащение определяются из условия минимума приведенных расходов по одному из возможных вариантов. Для упрощения решения задачи на основании эксплуатационно-экономических требований и ограничений были отобраны пять конкурентноспособных вариантов.

Вариант 1 предусматривает использование рабочего времени без потерь, вызываемых неравномерным поступлением составов, в течение периода времени $T_c^i > T_{\text{ом}}$ ($T_{\text{ом}}$ – период времени, соответствующий интервалу $J_{\text{выб}}$ рассчитанному по формуле (4)) и замену неподготовленных в рейс составов другими из резерва депо.

Вариант 2 соответствует дополнительному увеличению штата рабочих для компенсирования внутрисуточной неравномерности при $T_c^i > T_{\text{ом}}$ за счет создания новых обслуживающих устройств (бригад).

Вариант 3 аналогично второму варианту предусматривает увеличение штата рабочих за счет усиления бригад до возможных пределов, определяющихся организационными, временными и другими ограничениями.

Вариант 4 предполагает полное использование рабочего времени за расчетный отрезок $T_c^{i-1} \leq T_{\text{ом}}$ и определение технического оснащения через $J_{\text{выб}}$.

Вариант 5 соответствует использованию рабочего времени без потерь в течение $T_c^{i-1} \leq T_{\text{ом}}$ и расчету технического оснащения через интервал $J_{\text{выб}}^{i-1} = T_c^{i-1} / N_{\text{max}}(T_c^{i-1}, \lambda)$.

Для более детального анализа конкурентноспособных вариантов при расчете оптимального технического оснащения произведена, в дополнение к существующей по размерам работы, классификация ПТС по закономерности прибытия конечных пассажирских поездов.

К первой группе отнесены средние ПТС городов Донецк, Воронеж, Калининград, Дебальцево, Таллин, Брест, Ворошиловград, Казань и др.

Ко второй группе – крупнейшие ПТС, расположенные обычно в столицах союзных республик и больших городах промышленных центров (Горький, Минск, Волгоград, Тбилиси, Челябинск, Рига, Ташкент, Харьков, Одесса, Киев).

К третьей группе – крупные и крупнейшие ПТС города Москвы.

По каждой группе ПТС определены статистические уравнения для коэффициента неравномерности (2), которые использованы в примерах расчетов.

Для проверки предлагаемой методики в диссертации выполнены расчеты технического оснащения по каждому из конкурентноспособных вариантов на основании исходных данных структуры потока по 16 ПТС сети железных дорог. В результате выполненных исследований был сделан вывод, что при строительстве экипировочных путей с открытыми стойлами минимальные приведенные расходы имеет вариант 4, соответствующий определению числа путей по формулам (6, 3 и 9) и использованию рабочего времени без потерь, вызванных неравномерным поступлением составов, в течение периода времени $T_c^i = 12, 16$ ч. При определении числа экипировочных путей с закрытыми стойлами требуется более детальный анализ конкурентноспособных вариантов с учетом конкретных условий наличия трудовых ресурсов, потому что в некоторых случаях оптимальным является вариант 3, соответствующий потерям рабочего времени за период времени T_c^i и меньшему числу экипировочных путей, чем рассчитанных по формуле (3). При этом оптимальное решение способствует сокращению приведенных расходов на 3 – 7%.

В отдельных случаях величина периода T_c^i является известной по некоторым соображениям имеющихся трудовых запасов или других причин. Например, при организации работы и определении численности рабочих по подготовке составов в рейс продолжительность $T_c^i = 12$ ч. Тогда возникает задача определения числа экипировочных путей и рациональных по продолжительности выполнения операций технологических графиков обработки составов, из условия подготовки в рейс всех составов, при заданных Δ , T_p и T_c^i . При известном периоде T_c^i число экипировочных путей определяется по формуле

$$m_{\text{ЭК}} = (a_1 + b_1 T_c^i + c_1 / T_c^i) (a_2 \lambda + b_2 \lambda^2 + c_2) \cdot t_{\text{ЭАН}}^{\text{ЭК}} \quad (12)$$

Величина расчетного времени ожидания составом выполнения операций ($t_{\text{ож}}^{T_c^i}$), используемая для составления рациональных по продолжительности технологических графиков и полученная на основании выведенной формулы, принимает значения при $T_c^i = 12$ ч: среднее для первой группы ПТС — $t_{\text{ож}}^{T_c^i} = 1,6$ ч; максимальное для второй группы ПТС — $t_{\text{ож}}^{T_c^i} = 1,8$ ч; минимальное для третьей группы ПТС — $t_{\text{ож}}^{T_c^i} = 1,2$ ч.

В четвертой главе выполнен анализ технико-экономической чувствительности модели расчета оптимального технического оснащения при изменении исходных параметров в зоне их неопределенности, а также чувствительности исходных величин при различных схемах ПТС, рекомендованных ТУПС в зависимости от объема работы.

В последние годы вопрос анализа технико-экономической чувствительности процессов выдвигается на передний план рядом исследователей. Применительно к условиям работы железнодорожного транспорта данный вопрос наиболее полно изучен и отражен в трудах профессора Н. В. Правдина и канд. техн. наук В. Я. Негрея.

Необходимость исследования технико-экономической чувствительности модели расчета оптимального технического оснащения ПТС вызывается следующими основными причинами:

- 1) неопределенность исходной информации при расчете технического оснащения на стадии проектирования;
- 2) замена реального процесса подготовки составов в рейс упрощенным описанием детерминированной моделью;
- 3) укрупнение исходных данных, связанное с особенностями упрощения модели и расчетов на ней;
- 4) отсутствие полноценной статистики о работе отдельных элементов ПТС: отказах вагономоечной машины, крупных неисправностях и времени на их устранение;
- 5) однозначно неизвестный характер перспективных изменений технологии процесса текущего ремонта и экипировки пассажирских вагонов и ряд других причин.

Решение задачи анализа технико-экономической модели определения оптимального технического оснащения ПТС позволяет установить, насколько система чувствительна к изменению того или иного параметра. Это дает возможность оценить тот мини-

мум параметров, изменяя которые можно достигнуть необходимого результата, что особенно важно в условиях быстрых темпов развития научно-технического прогресса при прогнозировании развития и многовариантных расчетах систем текущего ремонта и экипировки пассажирских вагонов. Кроме этого, полученная информация о чувствительности критерия эффективности к изменению его параметров позволяет при реализации процесса подготовки пассажирских вагонов в рейс наиболее быстрым образом изменять и поддерживать его в заданном режиме работы, упорядочить параметры по уровню допустимой погрешности в определении их значений.

По степени влияния на критерий эффективности, а, следовательно, и процесс подготовки составов в рейс, исходные параметры располагаются в следующей последовательности: расчетная трудоемкость на состав; среднее время нахождения состава на ПТС; среднечасовая плотность потока составов; расчетные нормы времени: занятия экипировочного пути, технологическое время простоя состава на пути приема, нахождения состава в цехе обмывки, формирования состава, простоя на путях отправления (отстоя), перестановки состава из парка в парк.

Объективно существующая неопределенность требует создания гибких и надежных систем, работоспособных в разнообразных непредвиденных обстоятельствах будущего. Очевидно, чем более чувствительна система к колебаниям параметров, тем она менее работоспособна.

Основу системы текущего ремонта и экипировки пассажирских вагонов составляет схема и путевое развитие ПТС, которые определяют технологию подготовки составов в рейс. Исследование чувствительности параметров при различных схемах ПТС дает возможность сделать вывод о работоспособности системы.

По степени влияния на чувствительность параметров схемы ПТС, рекомендуемые ТУПС в области их применения для определенных размеров работы, располагаются в следующей последовательности: Ш Б, П Б, 1 Б, Ш А, П А, 1 А. Однако, как показали исследования, относительные отклонения приведенных расходов при наиболее вероятном колебании параметров отличаются для данных схем на незначительную величину. Например, при $N_{сут} = 30$ составов разность относительных приведенных

расходов для схем I А и III Б составляет приблизительно 1%. При реально существующих размерах работы диапазон изменения относительных приведенных расходов для схем ТУПС лежит в пределах 0,5 – 1,5%. Незначительные изменения чувствительности параметров при различных многопарковых схемах ПТС, рекомендуемых ТУПС в зависимости от объема работы, позволяет сделать вывод о практически одинаковой работоспособности системы при различных схемах.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. За последние десятилетия достигнуты значительные успехи в проектировании и организации работы пунктов подготовки пассажирских вагонов в рейс. Однако на ряде пассажирских технических станций (ПТС) путевое развитие и остальное техническое оснащение не соответствует объемам работы. Одной из основных причин такого положения является изолированный подход к развитию ПТС и недостаточно полно разработанная методика расчета технического оснащения и, в частности, путевого развития.

2. При расчете числа путей ПТС поток пассажирских составов может характеризоваться коэффициентом неравномерности прокладки поступления их на ПТС, так как вероятность нахождения разности действительного и графикового максимального прибытия составов за период времени T в диапазоне от -1 до $+1$ состава составляет 0,9 – 1,0.

3. Расчет общего числа путей ПТС и в отдельных ее парках следует производить по методике, в основе которой лежат результаты статистических данных о закономерностях потока составов по основным станциям сети, разработанной в диссертации и прошедшей графическую проверку. Данная методика предусматривает взаимосвязь основных параметров ПТС при рассмотрении ее как замкнутой системы и учитывает подпор составов в парке прибытия, вызванный неравномерным прибытием пассажирских поездов в течение суток.

4. При проектировании экипировочных путей с открытыми стойлами число их следует рассчитывать по формуле (3). Число экипировочных путей с закрытыми стойлами определяется по разработанной в диссертации методике.

5. Анализ выведенных формул расчета числа путей позволил

порядочить исходные параметры по степени влияния на путевое развитие ПТС и выделить наиболее существенные из них;

а) в парке прибытия – среднечасовая плотность потока составов, интервал вывода составов из парка прибытия, технологическое время занятия пути составом;

б) в общем числе путей – плотность потока, расчетное время нахождения состава на ПТС;

в) в экипировочном парке (РЭД) – время занятия пути составом, среднечасовая плотность потока.

С увеличением плотности потока составов порядок взаимного расположения параметров по степени важности в парке прибытия и при расчете общего числа путей изменяется, в экипировочном парке – остается без изменения.

6. Точность определения исходных параметров при нахождении путевого развития ПТС следует выбирать с учетом их влияния на результаты расчетов числа путей. Допустимые абсолютные и относительные отклонения исходных величин при возможной инженерной точности расчетов ± 1 путь рекомендуется определять по выведенным формулам или разработанным в диссертации номограммам.

7. Разработку перспективной технологии процесса подготовки составов в рейс для определенных категорий ПТС, классифицированных по закономерности потока прибытия пассажирских поездов на конечные станции, целесообразно производить с учетом полученных в диссертации зависимостей расчетного времени простоя состава в ожидании выполнения операций по текущему ремонту и экипировке. Величина данного времени при продолжительности рабочей смены 12 ч для рассмотренных категорий ПТС лежит в пределах 1,2 + 1,8 ч; при комбинации смен равной 16 ч – 2 + 3,4 ч.

8. Выбор наилучшего варианта технического оснащения системы подготовки пассажирских вагонов в рейс следует производить с учетом объективно существующей неопределенности исходной информации. Неопределенность исходной информации, однозначно неизвестный характер перспективных изменений технологии и ряд допущений требуют исследования технико-экономической чувствительности процесса подготовки составов в рейс и выделения основных параметров.

9. В результате выполненных исследований выделены четыре (из девяти) наиболее чувствительных (основные) параметра,

105828B

которые по степени влияния на критерий эффективности располагаются в следующей последовательности: трудоемкость на состав (человечно-ч), время нахождения состава на ПТС, плотность потока составов, время занятия экипировочного пути.

10. Выделенные наиболее чувствительные параметры позволяют решить следующие практические вопросы:

а) при решении задачи выбора оптимального технического оснащения ПТС основное внимание уделяют четырем основным параметрам;

б) для достижения наибольшего эффекта при ограниченных капитальных вложениях вкладывать средства в самые чувствительные элементы системы текущего ремонта и экипировки;

в) для поддержания системы в оптимальном режиме работы: следить за самыми чувствительными параметрами в порядке их важности: трудоемкостью на состав, временем нахождения состава на ПТС, занятием путей экипировочного и парка прибытия, нахождением состава в цехе обмывки. В случае выхода системы из оптимального режима работы, изменяя более чувствительные параметры, приводить ее наиболее быстрым образом в зону оптимального функционирования;

г) при прогнозировании развития системы подготовки составов в рейс основное внимание уделять четырем выделенным параметрам.

11. Решающую роль при выборе рекомендуемых ТУПС схем пассажирских технических станций в зависимости от объема работы должны играть требования, предъявляемые к взаимному расположению основных устройств и техническому оснащению, а также территориальные возможности развития, потому что чувствительность параметров при различных схемах отличается на незначительную величину. Диапазон изменения относительных приведенных расходов преимущественно нечувствительных (работоспособных) вариантов схем технических станций лежит в пределах 0,5 - 1,5%.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Еловой И.А. Расчет путевого развития технических пассажирских станций. - В сб.: "Проектирование железнодорожных станций и грузовая работа". Гомель, 1976, Труды БелИИЖТа, вып. 148).

17
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БИИЖТ'а

2. Еловой И.А. Исследование влияния колебаний параметров на результаты расчета путевого развития технических пассажирских станций. — В сб.: "Проектирование железнодорожных станций и грузовая работа", Гомель, 1976 (Труды БелИИЖТа, вып. 148).

3. Еловой И.А. Выбор оптимальных параметров системы подготовки составов в рейс. Расчет путевого развития технической станции. — В уч. пос. "Расчеты основных устройств пассажирских станционных комплексов". Под ред. докт. техн. наук профессора Н. В. Правдина. Гомель, 1977.

4. Сглаживание (в соавторстве). — В кн. "Взаимодействие различных видов транспорта в узлах". Н.В. Правдин, В.Я. Негрей. Минск, "Высшая школа", 1977.

5. Еловой И.А. Определение оптимальной мощности основного технического оснащения пассажирских технических станций. "Повышение эффективности работы Белорусской железной дороги". Тезисы докладов XIII научно-технической конференции кафедр БелИИЖТа и секций ДорНТО Белорусской железной дороги. Гомель, 1977.

6. Еловой И.А. Расчет путевого развития пассажирских технических станций. "Повышение эффективности работы Белорусской железной дороги". Тезисы докладов XIII научно-технической конференции кафедр БелИИЖТа и секций ДорНТО Белорусской железной дороги. Гомель, 1977.