

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра «Управление эксплуатационной работой»**

**И. М. ЛИТВИНОВА**

# **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА**

**Часть I**

**Практикум для студентов специальности  
«Организация перевозок и управление  
на железнодорожном транспорте»**

**Гомель 2017**

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Управление эксплуатационной работой»

И. М. ЛИТВИНОВА

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Часть I

*Одобрено методической комиссией  
факультета «Управление процессами перевозок»  
в качестве практикума для студентов специальности  
«Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте»*

Гомель 2017

УДК 656.224/.225 (076.5)

ББК 39.18

Л64

Рецензент – начальник отдела пассажирской службы Белорусской железной дороги *Д. В. Тонконог*

**Литвинова, И.М.**

Л64      Инновационные технологии перевозочного процесса : практикум / И. М. Литвинова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2017. – 72 с.  
ISBN 978-985-554-569-0 (ч. I)

Подробно изложены основные сведения в области технологии перевозочного процесса, инновационных технологий и совершенствования систем управления эксплуатационной работой железнодорожного транспорта. Приводятся методы анализа и выявления закономерностей изменения перевозочного процесса, оценки применения организационно-технических мероприятий на основе современных критериев эффективности производства.

Предназначено для студентов специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» при изучении дисциплины «Инновационные технологии перевозочного процесса».

**УДК 656.222/.225 (076.5)**

**ББК 39.18**

ISBN 978-985-554-569-0 (ч. I)  
ISBN 978-985-554-570-6

© Литвинова И. М., 2017  
© Оформление. БелГУТ, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Практическая работа № 1 Организация работы пункта продажи проездных документов на вокзале .....	5
Практическая работа № 2 Оценка площадей пассажирских помещений вокзальной инфраструктуры для оказания услуг пассажирам .....	22
Практическая работа № 3 Графическое моделирование работы вокзала по обслуживанию пассажиров .....	29
Практическая работа № 4 Оценка эффективности назначения групповых поездов на полигоне железной дороги.....	38
Практическая работа № 5 Оценка организации логистических маршрутов с предприятий массовой погрузки экспортных грузов (нефтепродукты, удобрения, строительные материалы).....	58
Список литературы .....	68
Приложение А Нормы времени и переводные коэффициенты на работы, выполняемые билетными кассирами в пунктах продажи проездных документов (билетов) .....	69
Приложение Б Нормы площадей пассажирских помещений вокзалов .....	70
Приложение В Значения коэффициентов для определения технологического времени на расстановку вагонов в составе в соответствии с требованиями ПТЭ .....	72

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью изучения дисциплины «Инновационные технологии перевозочного процесса» является получение и углубление знаний в области организации перевозочного процесса, применения инновационных технологий, направленных на совершенствование управления эксплуатационной работой железнодорожного транспорта; обучение методам анализа и выявления закономерностей изменения состояния перевозочного процесса, оценки прогрессивных организационно-технических мероприятий на основе актуальных критериев эффективности деятельности транспорта.

В задачи изучения дисциплины входит получение будущими работниками, управляющими перевозочными процессами на железнодорожном транспорте знаний и умений инженерного решения современных задач перевозок, а также связанных с совершенствованием оперативного управления транспортными процессами на объектах инфраструктуры для обеспечения эффективного выполнения перевозок грузов и пассажиров. При этом необходимо обеспечить высокоэффективную, надежную и безопасную (как для пассажиров, так и для железных дорог в целом) эксплуатацию инфраструктуры и подвижного состава транспорта, минимальное воздействие его эксплуатационной деятельности на окружающую среду, реализацию производственной деятельности в соответствии с действующими ТНПА.

Реализация целей и задач дисциплины «Инновационные технологии перевозочного процесса» осуществляется на основе изучения и обобщения инновационных подходов мирового и отечественного опыта эксплуатации железных дорог, а также решений государственных органов по совершенствованию и применению инновационных технологий в работе железнодорожного транспорта.

## Практическая работа № 1

### **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПУНКТА ПРОДАЖИ ПРОЕЗДНЫХ ДОКУМЕНТОВ НА ВОКЗАЛЕ**

**Цель работы.** Ознакомиться с инновационными технологиями продажи проездных документов и методами расчета числа билетных касс и платежно-справочных терминалов на вокзале. Изучить основные факторы, влияющие на работу пунктов продажи проездных документов. Приобрести навыки выполнения инженерных расчетов по определению числа билетных касс и терминалов на вокзале.

#### **Сведения из теории**

Качество организации перевозок пассажиров на железнодорожном транспорте общего пользования существенно зависит от системы продажи проездных документов. Билетно-кассовое обслуживание является основным видом услуг, оказываемых пассажирам на вокзалах, и состоит в предоставлении проездного документа (билета) – документа, удостоверяющего заключение договора перевозки железнодорожным транспортом.

Эффективная организация работы пунктов продажи проездных документов обеспечивается за счет не только специализации по видам сообщений (международное, межрегиональное бизнес-класса и эконом-класса, региональное бизнес-класса и эконом-класса, городское), оптимизации числа билетных касс, но и применения инновационных технологий по продаже проездных документов с использованием интернет-ресурсов, современного оборудования, технических средств автоматизации, внедрения передовых методов работы кассиров и инженерных расчетов, позволяющих определить оптимальное количество технических устройств и билетных касс на вокзале.

От организации работы пункта продажи проездных документов зависит уровень культуры обслуживания пассажиров на вокзале. Число технических устройств и билетных касс должно обеспечивать полное и современное обслуживание пассажиров, приобретающих проездные документы.

В настоящее время применяют два метода расчета: с использованием теории массового обслуживания, рассматривающий билетные кассы и платежно-справочные терминалы (ТПС) как каналы обслуживания пассажиров и учитывающий качественные показатели обслуживания пассажиров, и метод трудозатрат, основанный на обеспечении среднесуточных объемов продажи билетов при установленном уровне производительности (норме) работы билетных кассиров.

#### **Расчет числа билетных касс с использованием теории массового обслуживания**

При расчетах с использованием теории массового обслуживания (ТМО) пункт продажи билетов на вокзале рассматривается как одноканальная си-

стема массового обслуживания (СМО). Такой подход справедлив, если обращение пассажира в любую из однотипных касс равновероятно. При этом все расчеты ведутся отдельно и независимо для каждого типа касс.

При решении задач, связанных с массовым обслуживанием, большое значение имеет правильный выбор критериев, характеризующих изучаемый процесс.

Классификация систем массового обслуживания приведена на рисунке 1.1.

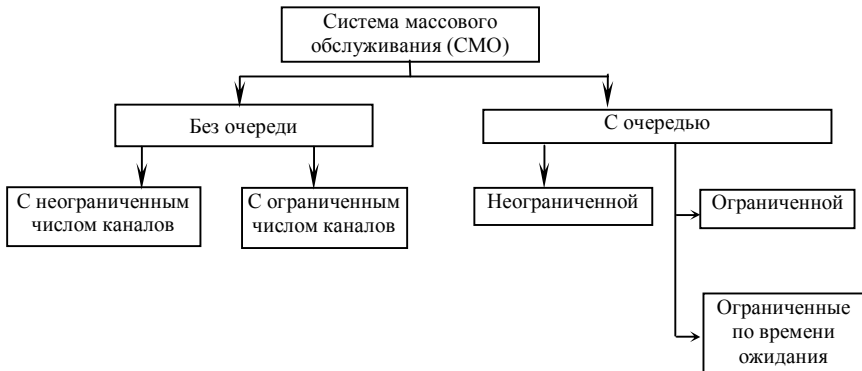


Рисунок 1.1 – Классификация систем массового обслуживания

Системы массового обслуживания в билетно-кассовых операциях характеризуются следующими элементами: входящим потоком заявок, очередью на обслуживание, производственными характеристиками обслуживающих устройств (билетных касс и ТПС), выходящим потоком реализации запросов. По условиям выполнения требований по обслуживанию пассажиров СМО классифицируется как система с отказами, ожиданием обслуживания, ограниченной длиной очереди и ограниченным временем ожидания в очереди на обслуживание.

Прибывающий поток пассажиров на вокзал, как правило, является пуассоновским с интенсивностью  $\lambda$ , а время обслуживания пассажиров распределено по показательному закону.

Процесс обслуживания пассажиров в билетной кассе характеризует собой соотношение двух величин: интенсивности обращения пассажиров в кассы ( $\lambda$ ) и интенсивности обслуживания пассажиров кассирами ( $\mu$ ).

Интенсивность обращения в кассы (чел./ч), определяется для максимального уровня загрузки касс вокзала и представляет собой отношение числа обращений в кассы за сутки максимальных перевозок ( $A_{\max}$ ) к времени работы касс в течение рабочего дня ( $t_{\text{сут}} = 24$  ч.)

$$\lambda = \frac{A_{\max} \cdot k_{\text{н}}^{\text{сут}}}{t_{\text{сут}}}, \quad (1.1)$$

где  $k_n^{\text{сут}}$  – коэффициент суточной неравномерности пассажиропотока.

Число обращений в кассы международного и межрегионального сообщения за сутки максимальных перевозок

$$A_{\text{max}} = \frac{\alpha_{\text{сут}} A_{\text{сут}}^{\text{отпп}}}{\beta(1-\gamma)}, \quad (1.2)$$

где  $A_{\text{сут}}^{\text{отпп}}$  – число пассажиров, оформляющих проездные документы в кассе за сутки максимальных перевозок;  $\beta$  – среднее число билетов, приобретаемых одним пассажиром (в примере  $\beta = 1,3$ );  $\alpha_{\text{сут}}$  – доля пассажиров, приобретающих билеты в суточных кассах на вокзале в день отправления поезда (может принимать значения 0,40–0,70);  $\gamma$  – доля пассажиров, которым не удалось приобрести билет за одно обращение в кассу (в примере  $\gamma = 0,15$ ).

Коэффициент суточной неравномерности

$$k_n^{\text{сут}} = \frac{A^{\text{пик}} \cdot 24}{A_{\text{max}} \Delta t^{\text{пик}}}, \quad (1.3)$$

где  $A^{\text{пик}}$  – число обращений в кассы в часы наибольшей нагрузки ( $\Delta t^{\text{пик}}$ );  $\Delta t^{\text{пик}}$  – период времени, на который приходится основная часть обращений в кассы, ч.

Таким образом, интенсивность обращения в кассы

$$\lambda = \frac{A^{\text{пик}}}{\Delta t^{\text{пик}}}. \quad (1.4)$$

Если время обслуживания пассажиров распределено по показательному закону, минимально необходимое число билетных касс на вокзале  $K_{\text{min}}$  определяется из условия

$$K_{\text{min}} > \lambda t_{\text{обсл}}, \quad (1.5)$$

где  $t_{\text{обсл}}$  – среднее время обслуживания одного пассажира в кассе, ч.

Время обслуживания пассажиров кассирами рассматривается с учетом оборудования рабочего места кассира системой «Экспресс» или иными техническими устройствами (билетопечатающими машинами, ТПС и др.).

Среднее время обслуживания одного пассажира

$$t_{\text{обсл}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{\text{сут}i} t_i}{\sum A_{\text{сут}i}}, \quad (1.6)$$

где  $A_{\text{сут}i}$  – количество оформленных проездных документов по видам ра-



бот;  $t_i$  – норма времени на оформление проездного документа по видам работ, нормо-час.

Число билетных касс регионального эконо-класса и городского сообщения (продажа билетов без нумерованных мест) определяется аналогичным образом.

Интенсивность обращения в кассы для покупки билетов в поезда регионального сообщения эконо-класса и городского (чел./ч), соответствующая максимальному объему работы касс вокзала определяется по формуле (1.1).

Число обращений в кассы регионального сообщения эконо-класса и городского за сутки максимальных перевозок определяется по формуле

$$A_{\max}^p = A_{\max, p}^{\text{отпр}} + A_{\max, \Gamma}^{\text{отпр}}, \quad (1.7)$$

где  $A_{\max, p}^{\text{отпр}}$  – число пассажиров, оформляющих проездные документы в кассах на поезда регионального сообщения эконо-класса за сутки с максимальным объемом работы;  $A_{\max, \Gamma}^{\text{отпр}}$  – число пассажиров, оформляющих проездные документы в кассах на поезда городского сообщения за сутки с максимальным объемом работы.

$$A_{\max, p}^{\text{отпр}} = A_{\text{сут}}^p (1 - \beta_{\text{ТПС}}); \quad (1.8)$$

$$A_{\max, \Gamma}^{\text{отпр}} = A_{\text{сут}}^{\Gamma} (1 - \beta_{\text{ТПС}}), \quad (1.9)$$

где  $A_{\text{сут}}^p, A_{\text{сут}}^{\Gamma}$  – количество оформленных проездных документов соответственно в региональном эконо-класса и городском сообщении, билетов в сутки;  $\beta_{\text{ТПС}}$  – доля пассажиров, приобретающих билеты через платежно-справочные терминалы самообслуживания, зависит от специфики работы конкретного вокзала ( $\beta_{\text{ТПС}}$  может принимать значения 0,2–0,7).

*Показатели обслуживания пассажиров.*

Под интенсивностью обслуживания пассажиров ( $\mu$ ) понимают среднее количество билетов, оформляемое билетным кассиром за 1 час.

Средняя интенсивность обслуживания пассажиров кассирами определяется из выражения

$$\mu = \frac{K}{t_{\text{обсл}}}, \quad (1.10)$$

где  $K$  – число билетных касс на вокзале;  $t_{\text{обсл}}$  – среднее время обслуживания пассажира билетным кассиром с использованием системы «Экспресс».

Отношение параметров  $\lambda$  и  $\mu$  характеризует величину загрузки билетных касс ( $\varphi$ ). Для качественного обслуживания пассажиров коэффициент загрузки кассира  $\varphi$  не должен превышать 1:

$$\varphi = \frac{\lambda}{\mu} < 1. \quad (1.11)$$

Средняя длина очереди в кассу

$$n_o = \frac{\Phi}{(1-\Phi)K} - \Phi^K. \quad (1.12)$$

Среднее время обслуживания пассажира с учетом ожидания в очереди

$$T_{\text{обсл}}^{\text{пас}} = \frac{\lambda t_{\text{обсл}}^2}{(K - \lambda t_{\text{обсл}})K} + t_{\text{обсл}}. \quad (1.13)$$

Число билетных касс может быть определено также с учетом коэффициентов вариации временных параметров и максимально допустимого уровня очереди у касс

$$K = \frac{\lambda t_{\text{обсл}} \left[ n_o^{\text{max}} + 1,5(1 + \vartheta_{\text{вх}}^2) \right] + \sqrt{\left[ n_o^{\text{max}} + 1,5(1 + \vartheta_{\text{вх}}^2) \right]^2 - 6n_o^{\text{max}}(1 - \vartheta_{\text{обсл}}^2)}}{7200n_o^{\text{max}}}, \quad (1.14)$$

где  $\lambda$  – среднечасовая интенсивность обращения пассажиров в кассу, пасс/ч;  $t_{\text{обсл}}$  – время на обслуживание пассажира, с;  $n_o^{\text{max}}$  – максимальная очередь пассажиров у кассы;  $\vartheta_{\text{обсл}}$  – коэффициент вариации длительности обслуживания пассажира билетным кассиром (в примере  $\vartheta_{\text{обсл}} = 0,65$ );  $\vartheta_{\text{вх}}$  – коэффициент вариации интервалов времени между моментами обслуживания пассажиров в кассе (в примере  $\vartheta_{\text{вх}} = 0,89$ ).

### Расчет числа билетных касс методом трудозатрат на обслуживание

Расчет числа билетных касс по данному методу трудозатрат производится по количеству фактически реализованных проездных документов билетными кассирами с учетом организации их работы и используемого ими оборудования. По числу билетных касс устанавливают необходимый производственный штат билетных кассиров.

В связи с неравномерностью пассажирских перевозок рассчитывают максимальное и среднее число билетных касс. Максимальное число служит для определения числа рабочих мест билетных кассиров, а среднее число для организации работы и определения базового контингента кассиров.

Расчет числа билетных касс для обслуживания пассажиров проводится отдельно для касс регионального эконом-класса, городского (продажа билетов без нумерованных мест) и регионального бизнес-класса, межрегионального и международного сообщений.

Число билетных касс на вокзале определяется на основании отчетных данных о количестве проданных билетов за сутки максимальных перевозок по каждой категории оформляемых проездных документов:

$$K = \frac{N_{\text{пр}} T_{\text{ст}}}{\Phi - T_{\text{от}}}, \quad (1.15)$$

где  $N_{\text{пр}}$  – объём выполняемой работы (количество оформленных проездных документов в приведенных единицах),

$$N_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{сут}_i}^{\delta} k_{\delta}, \quad (1.16)$$

$N_{\text{сут}_i}^{\delta}$  – количество оформленных проездных документов  $i$ -й категории;  $k_{\delta}$  – переводной коэффициент на оформление соответствующей категории проездного документа;  $T_{\text{ст}}$  – трудоёмкость оформления на приведенный билет, ч;  $\Phi$  – режим работы билетной кассы, устанавливается технологией работы вокзала;  $T_{\text{от}}$  – норма времени на отдых и технологические перерывы кассира (в примере 4 ч – для межрегионального, 2 ч – для регионального сообщения).

Переводной коэффициент

$$k_{\delta} = \frac{T_i}{T_{\text{ст}}}, \quad (1.17)$$

где  $T_i$  – трудоёмкость оформления  $i$ -й категории проездного документа, нормо-часов (приложение А).

Приведенный порядок расчета числа билетных касс не учитывает качественные условия реализации проездных документов, удобство расположения касс, вероятностный характер подхода пассажиров и другие отдельные особенности продажи проездных документов.

### **Расчет числа платежно-справочных терминалов самообслуживания (ТПС) для продажи билетов в региональном эконом-классе и городском сообщении**

Потребное количество терминалов для продажи проездных документов (билетов) в региональном эконом-классе и городском сообщении

$$K_{\text{ТПС}} = \frac{A_{\text{max}}^{\text{ТПС}}}{P_{\text{ТПС}}}, \quad (1.18)$$

где  $A_{\text{max}}^{\text{ТПС}}$  – число пассажиров, приобретающих проездные документы через ТПС в региональном эконом-классе и городском сообщении за сутки максимальных перевозок;  $P_{\text{ТПС}}$  – производительность ТПС, чел./ч.

Число пассажиров, приобретающих проездные документы через ТПС в региональном сообщении эконом-класса и городском за сутки максимальных перевозок,

$$A_{\text{max}}^{\text{ТПС}} = A_{\text{max, п}}^{\text{ТПС}} + A_{\text{max, г}}^{\text{ТПС}}, \quad (1.19)$$

где  $A_{\text{max, п}}^{\text{ТПС}}$ ,  $A_{\text{max, г}}^{\text{ТПС}}$  – число пассажиров, приобретающих проездные докумен-

ты через ТПС соответственно в региональном эконо-класса и городском сообщениях, пас./сут,

$$A_{\max, p}^{\text{ТПС}} = A_{\text{сут}}^p \beta_{\text{ТПС}}; \quad (1.20)$$

$$A_{\max, r}^{\text{ТПС}} = A_{\text{сут}}^r \beta_{\text{ТПС}}. \quad (1.21)$$

Приведенный порядок расчета не учитывает вероятностный характер приобретения билетов пассажирами через ТПС. Для учета данного фактора количество терминалов определяется с применением теории массового обслуживания. Приобретение пассажирами билетов через ТПС на вокзале рассматривается как одноканальная система массового обслуживания с пуассоновским входящим потоком с интенсивностью  $\lambda_{\text{ТПС}}$ . Время обслуживания пассажира ТПС ( $t_{\text{ТПС}}$ ) постоянно.

Максимальная интенсивность пассажиропотока, обслуживаемого через ТПС,

$$\lambda_{\text{ТПС}} = \frac{A_{\text{пик}}^{\text{ТПС}}}{\Delta t^{\text{пик}}}. \quad (1.22)$$

Средняя интенсивность обслуживания пассажира терминалами

$$\mu_{\text{ТПС}} = \Pi_{\text{ТПС}} K_{\text{ТПС}}. \quad (1.23)$$

Коэффициент загрузки ТПС не должен превышать 1:

$$\varphi_{\text{ТПС}} = \frac{\lambda_{\text{ТПС}}}{\mu_{\text{ТПС}}} < 1. \quad (1.24)$$

Среднее время обслуживания пассажира терминалами

$$t_{\text{ТПС}} = \frac{1}{\Pi_{\text{ТПС}}}. \quad (1.25)$$

Для используемых в настоящее время терминалов средняя интенсивность обслуживания в среднем составляет 15–18 с.

Минимально необходимое число терминалов на вокзале определяется из условия, что коэффициент загрузки терминала  $\varphi_{\text{ТПС}}$  не должен превышать единицы. Из этого условия минимально необходимое число терминалов

$$K_{\text{ТПС}} > \lambda_{\text{ТПС}} t_{\text{ТПС}}. \quad (1.26)$$

Среднее время ожидания пассажира в очереди к терминалу

$$t_{\text{ТПС}}^{\text{ож}} = \frac{\varphi_{\text{ТПС}}}{2(1 - \varphi_{\text{ТПС}}) \mu_{\text{ТПС}}}. \quad (1.27)$$

Среднее время, затраченное на приобретение билета с учетом ожидания в очереди

$$T_{\text{пр}} = t_{\text{ТПС}}^{\text{ож}} + t_{\text{ТПС}} = \frac{\lambda_{\text{ТПС}} (t_{\text{ТПС}})^2}{2K_{\text{ТПС}} (K_{\text{ТПС}} - \lambda_{\text{ТПС}} t_{\text{ТПС}})} + t_{\text{ТПС}}. \quad (1.28)$$

Из условия, что среднее время, затраченное на приобретение билета, не должно превышать допустимого времени  $T_{\text{доп}}$ , т. е.  $T_{\text{пр}} \leq T_{\text{доп}}$ ,

$$\left(K_{\text{ТПС}}\right)^2 - \lambda_{\text{ТПС}} t_{\text{ТПС}} K_{\text{ТПС}} - \frac{\lambda_{\text{ТПС}} \left(t_{\text{ТПС}}\right)^2}{\left(T_{\text{доп}} - t_{\text{ТПС}}\right)^2} \geq 0. \quad (1.29)$$

Допустимое время, затраченное на приобретение билета пассажиром, зависит от специфики работы конкретного вокзала (для стандартных условий работы не должно превышать 1 мин).

Потребное число терминалов на вокзале определяется как минимальное целое число, удовлетворяющее условию

$$K_{\text{ТПС}} \geq \frac{\lambda_{\text{ТПС}} t_{\text{ТПС}} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2(T_{\text{доп}} - t_{\text{ТПС}})^2}{\lambda_{\text{ТПС}}}}\right)}{2}. \quad (1.30)$$

Так как терминалы могут выйти из строя, а также отключаются для проведения профилактических ремонтов, то на вокзале требуется установка  $K_n$  терминалов ( $K_n \geq K_{\text{ТПС}}$ ).

Интенсивность потока отказов терминалов

$$\lambda_{\text{отк}} = \frac{1}{T_{\text{отк}}}, \quad (1.31)$$

где  $T_{\text{отк}}$  – средняя наработка на отказ, т. е. среднее время безотказной работы терминала.

Интенсивность потока отключения терминалов для профилактического ремонта

$$\lambda_{\text{проф}} = \frac{1}{T_{\text{проф}}}, \quad (1.32)$$

где  $T_{\text{проф}}$  – среднее время работы терминалов от одного профилактического ремонта до другого.

Интенсивность потока восстановления терминалов

$$\mu_{\text{вос}} = \frac{1}{T_{\text{вос}}}, \quad (1.33)$$

где  $T_{\text{вос}}$  – среднее время профилактического ремонта.

Суммарная интенсивность перехода терминала в неработоспособное состояние, когда время безотказной работы и время восстановления распределено по экспоненциальному закону

$$\lambda_n = \lambda_{\text{отк}} + \lambda_{\text{проф}}. \quad (1.34)$$

В качестве критерия при выборе общего числа терминалов берется вероят-

ность  $p' = p(K_{\text{ТПС}})$  – вероятность того, что при установившемся режиме работы системы в любой момент времени работоспособными окажутся не менее  $K_{\text{ТПС}}$  терминалов. При этом возможны два режима включения терминалов:

- «холодный резерв» – в любой момент времени включено не более  $K_{\text{ТПС}}$  терминалов;
- «горячий резерв» – в любой момент времени включены все работоспособные терминалы.

Первый вариант предпочтительней с точки зрения минимизации общего числа терминалов в том случае, когда частота выхода из строя терминалов зависит только от времени их нахождения во включенном состоянии и не зависит от частоты обращения к ним.

Вероятности нахождения в работоспособном состоянии не менее  $K_{\text{ТПС}}$  терминалов:

- для «холодного резерва»

$$p_1(K_{\text{ТПС}}) = \left[ \sum_{k=0}^{K_n - K_{\text{ТПС}}} \left( \frac{K_{\text{ТПС}} \lambda}{\mu} \right)^k \frac{1}{k!} \right] \cdot \left[ \frac{(K_{\text{ТПС}} - 1) K_{\text{ТПС}}^{(K_n - K_{\text{ТПС}} + 1)} \left( \frac{\lambda}{\mu} + 1 \right)^{K_n}}{K_n} + \right. \\ \left. + \sum_{k=0}^{K_n - K_{\text{ТПС}} - 1} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{1}{k!} \left( K_{\text{ТПС}}^k - \frac{(K_{\text{ТПС}} - 1) K_{\text{ТПС}}^{(K_n - K_{\text{ТПС}} + 1)}}{(K_n - k)!} \right) \right]; \quad (1.35)$$

- «горячего резерва»

$$p_2(K_{\text{ТПС}}) = \frac{\sum_{k=0}^{K_n - K_{\text{ТПС}}} \frac{K_n!}{(K_n - k)!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k}{\left( \frac{\lambda}{\mu} + 1 \right)^{K_n}}. \quad (1.36)$$

Вследствие того, что определение вида явной зависимости  $K_n$  от  $p(K_{\text{ТПС}})$  не представляется возможным, рассчитывать  $K_n$  следует методом последовательных приближений. Вначале рассчитывается  $p(K_{\text{ТПС}})$  – вероятность безотказной работы  $K_{\text{ТПС}}$  терминалов при отсутствии резервных терминалов. Если эта вероятность меньше нормативно установленной вероятности  $p'$ , то рассчитывается  $p(K_{\text{ТПС}})$  – вероятность безотказной работы  $K_{\text{ТПС}}$  при общем их числе  $K_n = K_{\text{ТПС}} + 1$  и т. д. Процесс продолжается до тех пор, пока вероятность  $p(K_{\text{ТПС}})$  при  $K_n = K_{\text{ТПС}} + k$  не превысит  $p'$ . В этом случае общее число терминалов, необходимых для обслуживания пассажиров, равно  $K_n$ , из них  $k$  – резервных.

Формулы для определения  $p(K_{\text{ТПС}})$  при  $K_n = K_{\text{ТПС}}, K_{\text{ТПС}} + 1, K_{\text{ТПС}} + 2$  представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Вероятность безотказной работы терминалов  $p(K_{ТПС})$  при  $K_n = K_{ТПС}, K_{ТПС} + 1, K_{ТПС} + 2$

Число терминалов	«холодный резерв»	«горячий резерв»
$K_{ТПС}$	$\left(1 + \frac{\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}\right)^{-K_{ТПС}}$	$\left(1 + \frac{\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}\right)^{-K_{ТПС}}$
$K_{ТПС} + 1$	$\frac{1 + \frac{K_{ТПС}\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}}{\frac{K_{ТПС}}{K_{ТПС} + 1} \left(1 + \frac{\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}\right)^{K_{ТПС} + 1} + \frac{1}{K_{ТПС} + 1}}$	$\frac{1 + (K_{ТПС} + 1) \frac{\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}}{\left(1 + \frac{\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}\right)^{K_{ТПС} + 1}}$
$K_{ТПС} + 2$	$1 + \frac{K_{ТПС}\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}} + \frac{1}{2} \left(\frac{K_{ТПС}\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}\right)^2$	$1 + (K_{ТПС} + 2) \frac{\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}} + \frac{\lambda_{ТПС}^2 (K_{ТПС} + 1)(K_{ТПС} + 2)}{2\mu_{ТПС}^2}$
	$\frac{K_{ТПС}^2}{(K_{ТПС} + 1)(K_{ТПС} + 2)} \left(1 + \frac{\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}\right)^{K_{ТПС} + 2} + \frac{3K_{ТПС} + 2}{(K_{ТПС} + 1)(K_{ТПС} + 2)} + \frac{\lambda_{ТПС} K_{ТПС}}{\mu_{ТПС} (K_{ТПС} + 1)}$	$\left(1 + \frac{\lambda_{ТПС}}{\mu_{ТПС}}\right)^{K_{ТПС} + 2}$

Среднее число пассажиров, ожидающих приобретения билета,

$$A_{\text{ТПС}}^{\text{ож}} = \frac{\Phi_{\text{ТПС}}}{2(1-\Phi_{\text{ТПС}})} - \frac{K_{\text{ТПС}}\Phi_{\text{ТПС}}^{(K_{\text{ТПС}})}}{2}. \quad (1.37)$$

Средняя длина очереди к терминалу

$$n_{\text{о}}^{\text{ТПС}} = \frac{A_{\text{ТПС}}^{\text{ож}}}{K_{\text{ТПС}}} = \frac{\Phi_{\text{ТПС}}}{2K_{\text{ТПС}}(1-\Phi_{\text{ТПС}})} - \frac{\Phi_{\text{ТПС}}^{(K_{\text{ТПС}})}}{2}. \quad (1.38)$$

### Пример расчета

В качестве исходных данных для расчета численности билетных касс и терминалов выступают данные о количестве граждан, оформляющих проездные документы за сутки максимальных перевозок в межрегиональном, международном  $A_{\text{сут}}^{\text{М}}$ , региональном эконо-класса  $A_{\text{сут}}^{\text{Р}}$  и городском сообщении  $A_{\text{сут}}^{\text{Г}}$  (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Исходные данные для расчета числа билетных касс

Наименование проездных документов	Количество оформленных проездных документов (билетов)		
	$A_{\text{сут}}^{\text{М}}$	$A_{\text{сут}}^{\text{Р}}$	$A_{\text{сут}}^{\text{Г}}$
Билет полный	2200	7678	2453
Льготный билет	275	2340	1796
Билет по ранее принятому заказу	340	–	–
Бесплатный билет	185	214	389
Групповой билет	28	–	–
Проездной документ международного сообщения	20	–	–
Возврат проездного документа	251	–	–
Переоформление проездного документа	65	–	–
Квитанция за провоз ручного багажа и живности	53	108	–
Абонементный билет	–	20	20
Смарт-карта	–	–	30
<b>Итого</b>	<b>3417</b>	<b>10360</b>	<b>4688</b>

Расчеты числа билетных касс на вокзале ведутся по двум методикам отдельно для касс международного, межрегионального и регионального, городского сообщений, а также производится расчет количества платежно-справочных терминалов самообслуживания в региональном эконо-класса и городском сообщениях.



### Расчет числа билетных касс с использованием теории массового обслуживания

Для расчета числа билетных касс в международном, межрегиональном сообщении с использованием данного метода определяется число обращений в кассы вокзала за сутки максимальных перевозок по формуле (1.2).

При  $\alpha_{\text{сут}} = 0,70$ ;  $\beta = 1,3$ ;  $\gamma = 0,15$ ;  $\beta_{\text{ТПС}} = 0,3$ ;  $A_{\text{сут}}^{\text{отпр}} = A_{\text{сут}}^{\text{мрг}}$  (исходные данные задания) число обращений в кассы вокзала за сутки максимальных перевозок

$$A_{\text{max}} = \frac{0,70 \cdot 3417}{1,3(1-0,15)} = 2165 \text{ пас./сут},$$

Для определения числа обращений в кассы в часы пик устанавливается период пик ( $\Delta t^{\text{пик}}$ ), на который приходится основная часть обращений (в примере на данный период приходится в среднем 60 % от всего числа обращений в кассы вокзала за сутки максимальных перевозок).

$$A^{\text{пик}} = 0,60 A_{\text{max}} = 0,60 \cdot 2165 = 1299 \text{ пас.}$$

Тогда при  $\Delta t^{\text{пик}} = 8$  ч (см. исходные данные задания) интенсивность обращения в кассы по формуле (1.4)

$$\lambda = \frac{1299}{8} = 163 \text{ пас./ч.}$$

Время обслуживания одного пассажира определяется по формуле (1.6), а время оформления  $i$ -й категории проездного документа принимается на основании приложения А:

$$t_{\text{обсл}} = \frac{2200 \cdot 0,050 + 275 \cdot 0,061 + 340 \cdot 0,037 + 185 \cdot 0,061 + 28 \cdot 0,125 + 20 \cdot 0,093 + 251 \cdot 0,058 + 65 \cdot 0,075 + 53 \cdot 0,034}{3417} = 0,052 \text{ ч.}$$

Так как минимально необходимое число билетных касс на вокзале должно удовлетворять условию (1.5), то число билетных касс на вокзале в международном и межрегиональном сообщении

$$K = 163 \cdot 0,052 = 8,48 = 9 \text{ билетных касс.}$$

Число билетных касс в региональном эконом-классе и городском сообщениях определяется аналогичным образом.

Число обращений в кассы регионального эконом-класса и городского сообщений за сутки максимальных перевозок определяется по формулам (1.7)–(1.9)

$$A_{\text{max,р}}^{\text{отпр}} = 10360(1 - 0,3) = 7252 \text{ пас./сут};$$

$$A_{\text{max,г}}^{\text{отпр}} = 4688(1 - 0,3) = 3282 \text{ пас./сут};$$

$$A_{\max}^p = 7252 + 3282 = 10534 \text{ пас./сут.}$$

Число обращений в кассы регионального эконом-класса и городского сообщений в часы пик

$$A_p^{\text{пик}} = 0,60 A_{\max}^p = 0,60 \cdot 10534 = 6321 \text{ пас.}$$

Интенсивность обращения в кассы регионального эконом-класса и городского сообщений

$$\lambda = \frac{6321}{8} = 791 \text{ пас./ч.}$$

Время обслуживания одного пассажира в кассе регионального сообщения эконом-класса и городского определяется по формуле (1.6):

$$t_{\text{обсл}} = [7678 \cdot 0,0065 + (2340 + 214) \cdot 0,0078 + 108 \cdot 0,0133 + 20 \cdot 0,038 + 2453 \cdot 0,0065 + (1796 + 389) \cdot 0,0078 + (20 + 30) \cdot 0,038] : [7678 + 2340 + 214 + 108 + 20 + 2453 + 1796 + 389 + 20 + 30] = 0,0071 \text{ ч.}$$

Так как минимально необходимое число билетных касс на вокзале должно удовлетворять условию (1.5), то число билетных касс регионального сообщения эконом-класса и городского на вокзале

$$K = 791 \cdot 0,0071 = 5,6 = 6 \text{ билетных касс.}$$

На основании полученных значений  $K$  и  $\lambda$  рассчитываются показатели обслуживания пассажиров.

*Билетные кассы международного и межрегионального сообщения*

Средняя интенсивность обслуживания пассажиров кассирами (по формуле 1.10)

$$\mu = \frac{9}{0,052} = 174 \text{ билета в час.}$$

Коэффициент загрузки кассира (формула (1.11))

$$\varphi = \frac{163}{174} = 0,937 < 1.$$

Средняя длина очереди в кассу (формула (1.12))

$$n_o = \frac{0,937}{(1 - 0,937)9} - 0,937^9 = 1,1 \text{ пас.}$$

Среднее время обслуживания пассажира (формула (1.13)) при  $\lambda = 2,72$  чел./мин. и  $t_{\text{обсл}} = 3,12$  мин.

$$T_{\text{обсл}}^{\text{пас}} = \frac{2,72 \cdot 3,12^2}{(9 - 2,72 \cdot 3,12)9} + 3,12 = 8,85 \text{ мин.}$$

*Билетные кассы регионального сообщения эконом-класса и городского*

Средняя интенсивность обслуживания пассажиров кассирами (по формуле (1.10))

$$\mu = \frac{6}{0,0071} = 846 \text{ билетов в час.}$$

Коэффициент загрузки кассира кассы регионального сообщения эконом-класса и городского (формула (1.11))

$$\varphi = \frac{791}{846} = 0,935 < 1.$$

Средняя длина очереди (формула (1.12))

$$n_o = \frac{0,935}{(1-0,935)} \cdot 6 = 1,7 \text{ пас.}$$

Среднее время обслуживания пассажира регионального сообщения эконом-класса и городского с учетом ожидания в очереди (формула (1.13)) при  $\lambda = 13,19 \text{ чел./мин}$  и  $t_{\text{обсл}} = 0,43 \text{ мин}$

$$T_{\text{обсл}}^{\text{пас}} = \frac{13,19 \cdot 0,43^2}{(6 - 13,19 \cdot 0,43) \cdot 6} + 0,43 = 1,67 \text{ мин.}$$

Число билетных касс в международном и межрегиональном сообщении с учетом коэффициентов вариации и максимально допустимого уровня очереди у касс (в работе принимается  $n_o^{\text{max}} = n_o$ )

$$K = \frac{163 \cdot 188 \left[ 2 + 1,5(1 + 0,89^2) \right] + \sqrt{\left[ 2 + 1,5(1 + 0,89^2) \right]^2 - 6 \cdot 2(1 - 0,65^2)}}{7200 \cdot 2} =$$

$$= \frac{30644 \left[ 2 + 2,69 \right] + 3,882}{14400} = 10.$$

Число билетных касс в региональном сообщении эконом-класса и городском с учетом коэффициентов вариации и максимально допустимого уровня очереди у касс (в работе принимается  $n_o^{\text{max}} = n_o$ )

$$K = \frac{791 \cdot 26 \left[ 2 + 1,5(1 + 0,89^2) \right] + \sqrt{\left[ 2 + 1,5(1 + 0,89^2) \right]^2 - 6 \cdot 2(1 - 0,65^2)}}{7200 \cdot 2} =$$

$$= \frac{791 \cdot 26 \left[ 2 + 2,69 \right] + 3,882}{14400} = 7.$$

### Расчет числа билетных касс с использованием метода грузозатрат

При расчетах числа билетных касс приведенным билетом является:

– в региональном бизнес-класса, межрегиональном и международном сообщениях – полный проездной документ, оформленный в кассе через систему «Экспресс» (в примере  $T_{\text{ст}} = 0,050 \text{ ч}$ );

– в региональном эконом-класса, городском сообщениях – билет, оформленный на билетопечатающем устройстве (в примере  $T_{\text{ст}} = 0,0065 \text{ ч}$ ).

*Число билетных касс в международном и межрегиональном сообщениях*

Объем выполняемой работы (количество оформленных проездных документов в приведенных единицах) определяется по формуле (1.16)

$$N_{\text{пр}} = 2200 \cdot 1 + 275 \cdot 1,22 + 340 \cdot 0,74 + 185 \cdot 1,22 + 28 \cdot 2,5 + 20 \cdot 1,86 + 251 \cdot 1,16 + \\ + 65 \cdot 1,5 + 53 \cdot 0,68 = 3545 \text{ приведенных билетов.}$$

Число билетных касс в международном и межрегиональном сообщениях при  $T_{\text{ст}} = 0,050$  ч,  $\Phi = 24$  ч и  $T_{\text{от}} = 4$  ч составит

$$K = \frac{3545 \cdot 0,050}{24 - 4} = 8,8 = 9.$$

*Число билетных касс в региональном (эконом-классе) и городском сообщениях*

Объем выполняемой работы (количество оформленных проездных документов в приведенных единицах) определяется по формуле (1.16)

$$N_{\text{пр}} = (7678 + 2453) \cdot 1 + (2340 + 1796) \cdot 1,2 + (214 + 389) \cdot 1,2 + 108 \cdot 2,05 + (20 + \\ + 20 + 30) \cdot 5,85 = 16449 \text{ приведенных билетов.}$$

Число билетных касс в региональном (эконом-классе) и городском сообщениях, при  $T_{\text{ст}} = 0,0065$  ч,  $\Phi = 18$  ч и  $T_{\text{от}} = 2$  ч составит:

$$K = \frac{16449 \cdot 0,0065}{18 - 2} = 6,7 = 7.$$

Таким образом, из результатов расчетов видно, что все методики дают приемлемое число касс, видна зависимость между числом касс и очередью у кассы. Однако метод с использованием СМО учитывает сгущение числа обращений пассажиров в отдельные периоды времени.

**Расчет числа платежно-справочных терминалов самообслуживания (ТПС) для продажи билетов в региональном (эконом-классе) и городском сообщениях**

Количество платежно-справочных терминалов самообслуживания для пассажиров регионального эконом-класса и городского сообщений определяется при условии, что отказы терминалов происходят 20 раз в год, отключение терминалов для проведения профилактических ремонтов осуществляется 5 раз в год, нормативная вероятность работоспособности терминалов  $p_n = 0,950$ , доля пассажиров, приобретающих билеты через ТПС,  $\beta_{\text{ТПС}} = 0,3$ , производительность терминала  $\Pi_{\text{ТПС}} = 200$  чел./ч (исходные данные задания).

Число пассажиров в региональном сообщении эконом-класса и городском, приобретающих проездные документы через ТПС

$$A_{\text{max,р}}^{\text{ТПС}} = 10360 \cdot 0,3 = 3108.$$

$$A_{\text{max,г}}^{\text{ТПС}} = 4688 \cdot 0,3 = 1407.$$

Число пассажиров, приобретающих проездные документы через ТПС за сутки максимальных перевозок,

$$A_{\max}^{\text{ТПС}} = 3108 + 1407 = 4515.$$

Число обращений к ТПС в региональном эконо-классе и городском сообщении в часы пик:

$$A_{\text{пик}}^{\text{ТПС}} = 0,60 A_{\max}^{\text{ТПС}} = 0,60 \cdot 4515 = 2709 \text{ пассажиров.}$$

Тогда при  $\Delta t^{\text{пик}} = 8$  ч (см. исходные данные задания) максимальная интенсивность пассажиропотока, обслуживаемого через ТПС

$$\lambda_{\text{ТПС}} = \frac{2709}{8} = 339 \text{ пас./ч.}$$

Среднее время обслуживания пассажира через ТПС (формула (1.25))

$$t_{\text{ТПС}} = \frac{1}{200} = 0,005 \text{ ч.}$$

Тогда минимально необходимое число ТПС на вокзале определяется из условия (1.26):

$$K_{\text{ТПС}} > 339 \cdot 0,005 = 1,69 = 2 \text{ терминала.}$$

На основании полученных значений  $K_{\text{ТПС}}$  и  $\lambda_{\text{ТПС}}$  рассчитываются показатели обслуживания пассажиров через ТПС.

Средняя интенсивность обслуживания пассажира через ТПС

$$\mu_{\text{ТПС}} = 200 \cdot 2 = 400 \text{ билетов в час.}$$

Коэффициент загрузки ТПС

$$\varphi_{\text{ТПС}} = \frac{339}{400} = 0,85.$$

Среднее время ожидания пассажира в очереди к терминалу

$$t_{\text{ТПС}}^{\text{ож}} = \frac{0,85}{2(1-0,85) \cdot 400} = 0,007 \text{ ч.}$$

Среднее время, затраченное на приобретение билета (формула 1.28)

$$T_{\text{пр}} = 0,007 + 0,005 = 0,012 \text{ ч.}$$

Средняя длина очереди к ТПС (формула (1.38))

$$n_o = \frac{0,85}{2 \cdot 2(1-0,85)} - \frac{0,85^2}{2} = 1,42 - 0,361 = 1,06 \text{ пас.}$$

Исходя из условия (1.29) потребное число ТПС на вокзале определяется как минимальное целое число по формуле (1.30) при  $\lambda = 5,65$  пас./мин и  $t_{\text{обсл}} = 0,3$  мин:

$$K_{\text{ТПС}} \geq \frac{5,65 \cdot 0,3 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2(1-0,3)}{5,65}} \right)}{2} = 1,79 = 2 \text{ терминала.}$$

Так как терминалы могут выйти из строя, а также отключаются для проведения профилактических ремонтов, то на вокзале требуется установка  $K_n$  терминалов ( $K_n \geq K_{\text{ТПС}}$ ).

Отказы терминалов происходят с интенсивностью  $\lambda_{\text{отк}} = 20$  отказов в год, отключение терминалов для проведения профилактических ремонтов с интенсивностью  $\lambda_{\text{проф}} = 5$  ремонтов в год.

Интенсивность потока восстановления терминалов при среднем времени профилактического ремонта 1 сутки (в качестве единицы измерения принимается 1 год – 365 дней)

$$\mu_{\text{восст}} = \frac{365}{1} = 365 \text{ восстановлений в год.}$$

Суммарная интенсивность перехода терминала в неработоспособное состояние (формула (1.34))

$$\lambda_n = 20 + 5 = 25 \text{ отказов в год.}$$

Далее определяется вероятность работы  $p' = p(K_{\text{ТПС}})$  не менее  $K_{\text{ТПС}}$  терминалов (см. таблицу 1.1) с учетом того, что время безотказной работы и время восстановления распределено по экспоненциальному закону

$$p' = p(K_{\text{ТПС}}) = \left(1 + \frac{25}{365}\right)^{-2} = 0,88 < 0,950.$$

Так как вероятность безотказной работы не менее 2 терминалов меньше нормативной ( $p' < p_n$ ), то определяется количество резервных терминалов для двух режимов включения: «холодный» резерв и «горячий» резерв (см. таблицу 1.1).

При одном резервном терминале  $K_n = K_{\text{ТПС}} + 1 = 3$ :

– «холодный» резерв:

$$p(K_n) = \frac{1 + \frac{2 \cdot 25}{365}}{\frac{2}{2+1} \left(1 + \frac{25}{365}\right)^{2+1} + \frac{1}{2+1}} = 0,99 > p_n;$$

– «горячий» резерв:

$$p(K_n) = \frac{1 + (2+1) \frac{25}{365}}{\left(1 + \frac{25}{365}\right)^{2+1}} = 0,99 > p_n.$$

Так как вероятность безотказной работы  $p(K_n)$  превышает нормативную  $p_n$ , далее расчеты не проводятся. Таким образом, на вокзале необхо-

димо иметь 3 терминала, из них один можно использовать как в режиме «холодного», так и «горячего» резервов.

*Показатели обслуживания пассажиров через ТПС.*

Средняя интенсивность обслуживания пассажира терминалами

$$\mu_{\text{ТПС}} = 200 \cdot 3 = 600 \text{ билетов в час.}$$

Коэффициент загрузки ТПС

$$\varphi_{\text{ТПС}} = \frac{339}{600} = 0,565.$$

Среднее число пассажиров, ожидающих приобретения билета (формула (1.37)),

$$A_{\text{ТПС}}^{\text{ож}} = \frac{0,565}{2(1-0,565)} - \frac{3 \cdot 0,565^3}{2} = 0,65 - 0,27 = 0,38 \text{ пас.}$$

Средняя длина очереди к терминалу (формула (1.38))

$$n_o = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ пас.}$$

Расчеты по двум предлагаемым методам показали, что наличие на вокзале двух терминалов не обеспечивает нормативную вероятность безотказной работы ТПС, поэтому для улучшения качества обслуживания пассажиров на вокзале и сокращения времени обслуживания необходимо наличие трех ТПС.

#### **Контрольные вопросы**

1 Назовите основные методики расчета числа билетных касс и платежно-справочных терминалов самообслуживания на вокзале. В каких случаях возможно применение ТПС? Достоинства и недостатки данных методик.

2 Назовите основные факторы, влияющие на число билетных касс и платежно-справочных терминалов самообслуживания на вокзале.

3 Перечислите показатели обслуживания пассажиров.

### **Практическая работа № 2**

#### **ОЦЕНКА ПЛОЩАДЕЙ ПАССАЖИРСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ВОКЗАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ОКАЗАНИЯ УСЛУГ ПАССАЖИРАМ**

**Цель работы.** Ознакомиться с комплексом помещений вокзала, предназначенных для обслуживания пассажиров. Научиться определять расчетные показатели вокзалов. Приобрести навыки выполнения инженерных расчетов по определению площадей пассажирских помещений на вокзале.

#### **Сведения из теории**

Вокзальная инфраструктура включает комплекс сооружений и устройств, необходимых для обслуживания пассажиров. Площадь и объем вокзала про-

ектируется исходя из максимального количества пассажиров в вокзале. Так как вокзалы относятся к сложным и дорогостоящим сооружениям, строятся они с учетом перспективных объемов пассажирских перевозок и применения инновационных технологий для оказания услуг пассажирам.

Помещения вокзальной инфраструктуры для обслуживания пассажиров делятся на следующие группы:

- кассовые (операционные) залы и вестибюли, конкорсы;
- залы ожидания;
- комнаты длительного отдыха транзитных пассажиров, комнаты матери и ребёнка, гостиницы;
- торговые залы ресторана и буфетов;
- багажные помещения (вестибюль);
- камеры хранения ручного багажа (вестибюль);
- остальные помещения (бытовая комната, туалеты и т. п.).

При планировке вокзалов следует предусматривать высокую комфортность обслуживания пассажиров, технологические решения, позволяющие пассажиру легко ориентироваться в пространстве и обеспечивающие точное следование пассажиров по мере оказания услуг. Расположение вокзальных помещений должно учитывать пути следования пассажиров к поезду и от него.

Для обеспечения должного уровня комфорта и качества обслуживания вокзалы должны иметь достаточную площадь помещений и рациональное их расположение. Вестибюли, операционные залы, камеры хранения следует отделять от залов ожидания, ресторанов, комнат отдыха и др. Лучше всего размещать операционные помещения и залы ожидания на разных этажах вокзала, чтобы обеспечивать независимое функционирование каждого из помещений.

Устройства наиболее частого пользования (справочные бюро, билетные и багажные кассы, камеры хранения) целесообразнее размещать по пути следования отправляющихся пассажиров, обеспечивая тем самым минимальные затраты времени для них и не создавая возвратных и лишних перемещений.

При очень больших потоках региональных пассажиров можно предусматривать самостоятельное помещение для их обслуживания или создавать отдельные кассовые залы, изолированные от маршрутов перемещения пассажиров, которые следуют в международном и межрегиональном сообщениях, в том числе отдельные выходы на платформы.

Для больших вокзалов целесообразно предусматривать отдельные кассовые залы, имеющие входы с привокзальной площади и сообщающиеся вестибюлем. Вестибюли, операционные и кассовые залы должны иметь достаточную площадь для размещения операционных помещений и спокойную, не используемую под проходы зону для пассажиров, совершающих



операции, связанные с отъездом. Необходимо иметь хорошую связь вестибюлей с привокзальной площадью и платформами.

Железная дорога должна предоставлять пассажирам, находящимся на вокзале в ожидании поездов, максимум удобств. Удобства определяются возможностью свободного размещения пассажиров в залах ожидания.

Залы ожиданий на вокзалах бывают общими для всех категорий пассажиров и отдельными – отдельно для международных, межрегиональных и региональных пассажиров. На вокзалах с платформами и привокзальной площадью в одном уровне залы ожидания целесообразно планировать на первом этаже, предусматривая лишь специальные пешеходные тоннели для связи с пассажирскими платформами. Для транзитных пассажиров в этом случае более целесообразно создавать отдельные залы на втором этаже здания. При размещении привокзальной площади ниже платформы залы ожидания могут располагаться на первом и втором этажах, обеспечивая удобный и короткий путь следования пассажира на посадочные платформы. Если привокзальная площадь расположена выше платформ, то залы ожидания лучше располагать на втором этаже, связывая их с платформами пешеходными мостами или конкорсом. Для вокзалов вместимостью более 700 пассажиров нужен специальный зал для пассажиров с детьми.

Рядом с залами ожидания или вестибюлями в непосредственной близости от путей следования пассажиров на платформы удобно располагать рестораны, кафе и буфеты, предусматривая их помещения непроходными, с достаточной площадью и числом посадочных мест.

Билетные кассы на вокзалах обычно располагаются группами, объединенными по категориям пассажиров. Справочное бюро целесообразно устанавливать вблизи от входов в вестибюль или кассовый зал. В отличие от основных помещений вокзала комнаты для пассажиров с детьми, а также длительного отдыха следует устраивать в стороне от основных потоков пассажиров, в тихих зонах второго или вышележащих этажей. Важно, чтобы комнаты для пассажиров с детьми были ориентированы на южные стороны и имели отдельные выходы на привокзальную площадь и в здание вокзала.

Помещения для хранения ручной клади и автоматические камеры хранения выгоднее располагать вблизи путей следования пассажиров прибытия с учетом максимальных удобств для пассажиров отправления. Багажные помещения и камеры хранения целесообразно располагать на первом этаже пассажирского здания. Для больших вокзалов более рациональным является раздельное размещение камер хранения и багажных отделений. При большом объеме хранения ручной клади должны быть предусмотрены автоматические камеры, расположенные в одном помещении или в смежных залах.

Багажные помещения должны иметь со стороны привокзальной площади подъезд для автотранспорта и для подъемно-транспортных машин (авто-

кар, электрокар и т. п.) со стороны платформ при обеспечении технологически независимых путей их движения, не пересекающихся с потоками пассажиров. Недалеко от мест хранения должны быть багажные кассы для оплаты за перевозку и хранение ручного багажа.

Для определения площадей пассажирских помещений на вокзале используют следующие основные расчетные показатели:

- расчетный поток пассажиров  $A_{\Pi}^P$  ;
- расчетная вместимость вокзала  $n_B^P$  .

Расчетный поток пассажиров определяется с учетом одновременного нахождения на вокзале пассажиров, отправляющихся и прибывающих, транзитных, пересаживающихся на данной станции из поезда в поезд, пользующихся вокзальными устройствами только во время стоянки поезда, провожающих и встречающих, которые могут одновременно разместиться в помещениях вокзала при соблюдении нормативных условий обслуживания и площадей помещений на одного расчетного пассажира.

Расчетный поток пассажиров за расчетные сутки для вокзалов межрегионального и регионального сообщений определяют по формуле

$$A_{\Pi}^P = \frac{A_{\Pi}^{\Gamma}}{365} k_1 k_2 k_3, \quad (2.1)$$

где  $A_{\Pi}^{\Gamma}$  – расчётный годовой поток пассажиров отправления, пас.;  $k_1$  – коэффициент сезонной неравномерности, учитывающий изменение среднесуточных потоков пассажиров за три наиболее нагруженных месяца (для типовых вокзалов международного и межрегионального сообщения – 1,1–1,3; для регионального – 1,0–1,2);  $k_2$  – коэффициент, учитывающий пассажиров прибытия, а также встречающих и провожающих (для типовых вокзалов международного и межрегионального сообщения – 1,1–1,25; для регионального – 1,25);  $k_3$  – коэффициент суточной неравномерности, учитывающий изменение суточных потоков пассажиров (для типовых вокзалов международного и межрегионального сообщения – 1,0–1,15; для регионального – 1,1–1,25);

Расчетная вместимость вокзала определяется по формуле

$$n_B^P = A_{\Pi}^P \frac{H}{100}, \quad (2.2)$$

где  $H$  – нормы расчётной вместимости вокзала, %, зависящие от потока отправления с вокзала, таблица 3.1 [1];  $A_{\Pi}^P$  – расчетный суточный поток пассажиров, пас.

Вокзалы, обслуживающие пассажиров в международном и межрегиональном сообщениях, в зависимости от расчетной вместимости  $n_B^P$  подразделяют:

- *на малые* – до 200 пассажиров;
- *средние* – от 200 до 700;
- *большие* – ” 700 ” 1500;
- *крупные* – св. 1500.

Вокзалы, обслуживающие пассажиров в региональном и городском сообщениях в зависимости от величины годового расчетного потока пассажиров и расположения вокзала на железнодорожном участке, подразделяют:

- *на малые* – до 0,75 (1,5) млн. чел.;
- *средние* – от 0,75 (1,5) до 5,0 (7,0);
- *большие* – от 5,0 (7,0) до 20,0 (25,0);
- *крупные* (особо большие) – св. 20,0 (25,0).

Первая цифра относится к вокзалам промежуточных станций, вторая (в скобках) – к вокзалам начальных и конечных станций следования поездов.

Площади пассажирских помещений устанавливаются исходя из норм площади на одного пассажира и расчетного количества пассажиров, одновременно находящихся на вокзале.

$$S = \frac{PFn_B^p}{100}, \quad (2.3)$$

где  $P$  – норма усредненного распределения пассажиров по основным помещениям пассажирского здания (таблица 3.4 [1]);  $F$  – единичная норма площади помещения, м<sup>2</sup> (таблица 3.5 [1]);  $n_B^p$  – расчетная вместимость вокзала, пас.

Если помещения для региональных пассажиров размещают самостоятельно, то площади определяют по нормам в зависимости от расчетной вместимости вокзалов, обслуживающих пассажиров в региональном и городском сообщениях (таблица 3.3 [1]).

Для взаимосвязи платформ, пассажирского здания и привокзальной площади в вокзальной инфраструктуре устраивают вокзальные переходы.

Вокзальные переходы по отношению к пересекаемым железнодорожным путям и платформам по вертикали проектируют в одном уровне с путями или в разных – над путями и платформами (пешеходные мосты, конкорсы) и (или) под путями и платформами (пешеходные тоннели).

Ширина вокзального перехода определяется в зависимости от величины пассажиропотока с учетом распределения по платформам пассажиров (в общем случае), следующих как в международном, межрегиональном сообщениях, так и региональном, городском:

$$B_{вп} = 2 \left( \frac{0,25(1 + \alpha_6^M) A_{пм}^p}{N_M} + \frac{(1 + \alpha_6^{per}) A_{пр}^ч}{N_p} \right), \quad (2.4)$$

где  $A_{пм}^p$  – расчетный среднесуточный поток пассажиров, следующих в международном и межрегиональном сообщениях, пас.;  $A_{пр}^ч$  – расчетный часо-

вой поток пассажиров, следующих в региональном и городском сообщениях, пас.;  $\alpha_6^M, \alpha_6^{рег}$  – доля отправляющихся пассажиров, идущих на противоположную боковую и основные платформы по переходу (для международного и межрегионального сообщений может принимать значение 0,30, для регионального и городского – 0,25);  $N_M, N_P$  – пропускная способность 1 м ширины перехода (в работе принимается для пассажиров следующих в международном и межрегиональном сообщениях – 750 чел./ч, для пассажиров, следующих в региональном и городском сообщениях – 1500 чел./ч).

Расчетный часовой поток региональных пассажиров, пас./ч,

$$A_{пр}^ч = \frac{A_{пр}^p}{T_ч}, \quad (2.5)$$

где  $T_ч$  – продолжительность работы вокзала (в примере – 24 ч).

### Пример расчета

В качестве исходных данных для расчета площадей пассажирских помещений на вокзале используется расчетный годовой поток пассажиров отправления в международном и межрегиональном сообщениях  $A_{пм}^Г = 870000$  пас./год; в региональном и городском –  $A_{пр}^Г = 1700000$  пас./год. Все расчеты ведутся отдельно для вокзалов международного, межрегионального и регионального, городского сообщений.

Расчётный поток пассажиров для вокзалов международного и межрегионального сообщений определяется за расчётные сутки (при  $k_1 = 1,2$ ;  $k_2 = 1,25$ ;  $k_3 = 1,15$ ) по формуле (2.1):

$$A_{пм}^p = \frac{870000}{365} \cdot 1,2 \cdot 1,25 \cdot 1,15 = 4112 \text{ пас./сут.}$$

Расчётный поток пассажиров для вокзалов, обслуживающих пассажиров в региональном и городском сообщениях (при  $k_1 = 1,0$ ;  $k_2 = 1,25$ ;  $k_3 = 1,1$ ),

$$A_{пр}^p = \frac{17000000}{365} \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,1 = 6405 \text{ пас./сут.}$$

Расчетная вместимость для вокзалов, обслуживающих пассажиров в международном и межрегионального сообщениях, определяется по формуле (2.2):

$$n_{вм}^p = 4112 \cdot \frac{24,85}{100} = 1022 \text{ пас.}$$

Норма расчётной вместимости вокзала  $H$ , %, получена путем интерполирования величины  $H$  в зависимости от  $A_{п}^p$  согласно таблице 3.1 [1]. При  $A_{пм}^p = 4112$  пас.  $H = 24,85$  %.

Исходя из полученного значения  $n_{\text{ВМ}}^{\text{P}} = 1022$  пас. вокзал для пассажиров международного и межрегионального сообщения является по типу большим.

Расчетная вместимость вокзалов, обслуживающих пассажиров в региональном и городском сообщениях, при  $H = 3,72\%$

$$n_{\text{ВР}}^{\text{P}} = 6405 \cdot \frac{3,72}{100} = 239 \text{ пас.}$$

Исходя из величины годового расчетного потока пассажиров  $A_{\text{ПР}}^{\Gamma} = 1700000$ , вокзал, обслуживающий пассажиров в региональном и городском сообщениях, относится к средним.

Площади пассажирских помещений устанавливаются исходя из норм усредненного распределения пассажиров по основным помещениям пассажирского здания  $P$  (таблица 3.4 [1]), норм площадей на одного пассажира  $F$  (таблица 3.5 [1]) и расчетной вместимости вокзала  $n_{\text{ВМ}}^{\text{P}} = 1022$  пас. Промежуточные значения  $P$ ,  $F$  находятся интерполированием соседних величин. Вначале определяются основные помещения, для которых будет установлена площадь, а затем по формуле (2.3) производится расчет их площадей. Для таких помещений как, комнаты отдыха, камеры хранения, помещения дополнительного обслуживания пассажиров, площадь может определяться согласно расчетной вместимости вокзала  $n_{\text{ВМ}}^{\text{P}}$  на основании приложения Б. Результаты расчетов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – **Расчетные площади пассажирских помещений вокзала для пассажиров международного и межрегионального сообщений**

Помещения вокзала для пассажиров дальнего следования	Расчетные параметры			
	$P, \%$	$F, \text{м}^2$	$n_{\text{ВМ}}^{\text{P}}, \text{пас.}$	$S, \text{м}^2$
Вестибюль, операционный или кассовый зал	43	1,4	1022	615,2
Зал ожидания	40	1,9	1022	735,8
Комнаты длительного пребывания пассажиров	–	–	1022	290,0
Горговые залы ресторана, кафе или буфета	9	1,2	1022	110,4
Камеры хранения	–	–	1022	521,0
Прочие помещения кратковременного пребывания пассажиров (туалеты, парикмахерская)	–	–	1022	164,3
<b>Итого</b>				<b>2436,7</b>

Помещения вокзала, обслуживающего пассажиров в региональном и городском сообщениях, размещают самостоятельно. Площади не рассчитывают, а определяют исходя из установленных норм (таблица 3.3 [1]) в зависимости от расчетной вместимости (для примера  $n_{\text{ВР}}^{\text{P}} = 239$  пас.) (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Установленные площади пассажирских помещений вокзала для пассажиров регионального и городского сообщений

Помещения регионального вокзала	Площадь помещения $S$ , м <sup>2</sup>
Вестибюль, операционный или кассовый зал	48
Зал ожидания, включая площадь для камер хранения и для торговых киосков буфета	100
Производственные и складские помещения	15
Туалеты	21
Радиоузел с дикторской	0
Помещения начальника и дежурного по вокзалу	10
Прочие помещения	24
<b>Итого</b>	<b>218</b>

Для расчета ширины вокзального перехода определяется расчетный часовой поток региональных пассажиров определяется по формуле (2.5):

$$A_{\text{пр}}^{\text{ч}} = \frac{6405}{24} = 267 \text{ пас./ч.}$$

Тогда ширина вокзального перехода по формуле (2.4)

$$B_{\text{вп}} = 2 \left( \frac{0,25 \cdot 1,3 \cdot 4112}{750} + \frac{1,25 \cdot 267}{1500} \right) = 4 \text{ м.}$$

### Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные группы помещений для обслуживания пассажиров на вокзале.
- 2 Какие основные расчетные показатели используют для определения площадей пассажирских помещений на вокзале?
- 3 С учётом каких факторов определяется расчётный поток пассажиров?
- 4 Перечислите типы вокзалов в зависимости от расчетных показателей.
- 5 Как определяются площади помещений для обслуживания пассажиров на вокзале?

## Практическая работа № 3

### ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВОКЗАЛА ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ПАССАЖИРОВ

**Цель работы.** Изучить основные схемы движения и распределения пассажиропотоков на вокзале. Установить последовательность и очередность операций по обслуживанию пассажиров. Определить загрузку помещений и устройств вокзала, установить ограничивающие элементы в работе вокзала по обслуживанию пассажиров.

### Сведения из теории

Вокзал можно рассматривать как комплекс подсистем, которые постоянно оказывают услуги пассажирам. Технология работы каждой подсистемы и работа всех структурных подразделений вокзала взаимосвязаны и имеют общую цель.

Для комплексной оценки работы подразделений вокзала часто используют графическое моделирование процессов оказания услуг. Взаимодействие процессов на вокзале можно представить в виде суточного плана-графика работы, имеющего целью:

- установить общую загрузку всех подразделений (помещений, устройств) вокзала в различное время суток с учетом расписания прибытия и отправления поездов;
- определить последовательность, очередность, параллельность операций, необходимых для качественного обслуживания пассажиров;
- предусмотреть увеличение загрузки вокзала при назначении дополнительных поездов (или уменьшения загрузки при отмене отдельных поездов) с тем, чтобы не допустить, сбой в работе или нерационального использования персонала, средств, устройств;
- выявить наиболее «узкие» места в работе вокзала с точки зрения обслуживания или пропуска пассажиров (тоннели, платформы, билетные кассы и т. д.) для своевременной разработки необходимых мероприятий, исключающих излишнее скопление пассажиров в этих местах, или более целесообразной организации пропуска пассажиропотоков, почты, багажа.

Графическое моделирование производится на установленные размеры движения пассажирских поездов и в результате составляется общий график работы вокзала по обслуживанию всех прибывающих и отправляющихся в течение суток или периодов наиболее интенсивного подхода пассажиров, поездов. При этом рассматриваются следующие операции:

- непосредственно связанные с отправлением (или прибытием) пассажиров данного поезда, выполняемые в строго определенное время относительно момента отправления (или прибытия) поезда, например, время и продолжительность занятия платформ пассажирами;
- частично связанные с временем отправления (или прибытия) поездов, например, услуги камер хранения;
- не связанные с прибытием (отправлением) поездов, например, работа билетных касс, где одновременно продаются билеты на любые поезда независимо от времени их отправления.

Операции по подвозу к вагонам багажа или уборке в складские помещения с указанием маршрутов движения транспортных средств отражаются в плане-графике в тех случаях, когда они по времени совпадают с проходом или посадкой (высадкой) пассажиров.

Подразделения вокзала, работающие круглосуточно (комната матери и ребенка, комната отдыха и др.), в суточный план-график работы вокзала включать нецелесообразно.

Особое внимание уделяется вопросам личной безопасности пассажиров и работников вокзалов (станций), предусматривается окончание операций таким образом, чтобы пассажир успел к поезду до момента прекращения по-

садки – не позже чем за 3–5 мин до отправления.

Характер плана-графика зависит от месторасположения вокзала в городе, типа станции, ее схемы и технического развития. Различают планы-графики для станций сквозного и тупикового типов. Сложность построения графиков определяется схемами и маршрутами распределения пассажиропотоков на вокзале и его планировкой. Работу вокзала планируют на предстоящие сутки и смену. План составляют с учетом расписания движения пассажирских поездов, данных о положении во всех цехах вокзала к началу суток и анализа их работы за предыдущий период.

Исходными данными для построения плана-графика работы вокзала являются:

- график прибытия и отправления поездов за сутки;
- вместимость поездов каждой категории;
- время пребывания каждой группы пассажиров на вокзале и в помещениях вокзала;
- расположение пешеходных тоннелей и привокзальной площади;
- план расположения основных помещений вокзала;
- схемы продвижения пассажиров в помещениях вокзала.

При построении графика принимается, что пассажиры начинают появляться в помещениях вокзала за 1,5 ч до отправления поезда международного и межрегионального сообщений.

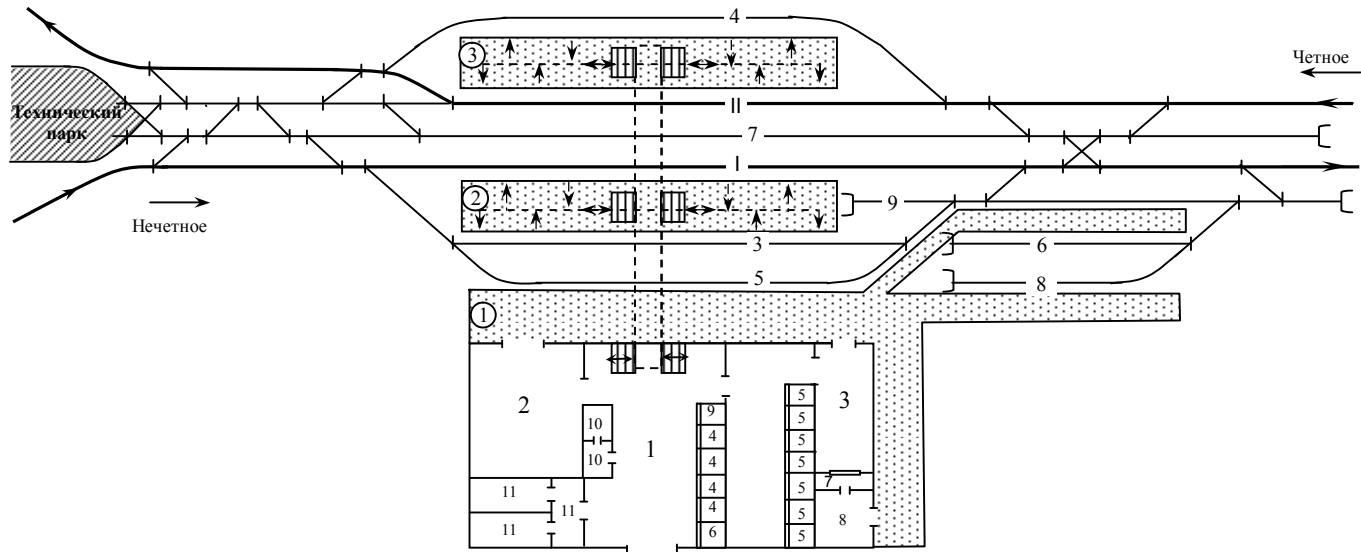
Освобождение помещений вокзала начинается за 30–40 мин до отправления поездов своего формирования (оборота) и 5–10 мин до прибытия транзитных поездов.

Часть прибывающих пассажиров (до 50 %) международного и межрегионального сообщений задерживаются в вокзале примерно 20–30 мин, а остальные проходят в город. При большом количестве высаживающихся пассажиров (более 100 человек) в помещениях вокзала могут возникать очереди и время нахождения пассажиров на вокзале может увеличиваться. Среднее время накопления отправляющихся пассажиров в региональном и городском сообщениях зависит от частоты движения поездов, количества пересаживающихся пассажиров с пассажирских на региональные и городские поезда и составляет от 15 до 60 мин.

### **Пример расчета**

В качестве исходных данных для построения плана-графика работы вокзала Н используются: схема расположения пешеходных тоннелей, платформ и план расположения основных помещений вокзала Н (рисунок 3.1); расписание движения пассажирских и региональных поездов по станции Н с 16-00 до 20-00 (таблица 3.1); схемы движения пассажиров на вокзале и распределение пассажиропотоков в помещениях вокзала (рисунки 3.2–3.4); время выполнения операций по обслуживанию пассажиров в помещениях вокзала (таблица 3.2).





Условные обозначения:

1 – операционный зал;

2 – зал ожидания;

3 – камеры хранения;

4 – билетные кассы межрегионального и международного сообщения;

5 – билетные кассы регионального сообщения; 9 – помещение дежурного по вокзалу;

6 – справочное бюро;

7 – багажная касса;

8 – багажное отделение;

10 – служебные помещения;

11 – санитарно-гигиенические комнаты

Рисунок 3.1 – План расположения основных помещений вокзала и перронных путей станции Н

Построение плана-графика работы вокзала ведется, начиная с 16-00 путем нанесения на план-график расписания движения поездов и занятости путей пассажирскими поездами различных категорий. На графике отображаются также операции посадки пассажиров в поезда и высадки на платформы, перемещение пассажиров по тоннелю, выход пассажиров в город и нахождение пассажиров в основных помещениях вокзала. Для прибывающих региональных пассажиропотоков показывается только занятие платформ и движение пассажиров по тоннелю в город, так как данная группа пассажиров, как правило, по прибытии не пользуется помещениями вокзала.

Таблица 3.1 – Расписание движения пассажирских и региональных поездов по станции Н с 16-00 до 20-00

Номер поезда	Время, мин		Номер пути	Высадка/посадка пассажиров
	Прибытия на станцию Н	Отправления со станции Н		
23	16-10	16-35	5	67/85
6124	–	16-25	2	0/812
172	17-10	17-40	4	23/49
6125	17-20	–	1	732/0
615	18-20	–	1	325/0
667	–	18-30	5	0/281
6126	–	18-50	2	0/987
6226	19-10	–	4	965/0
6227	–	19-25	3	0/1050

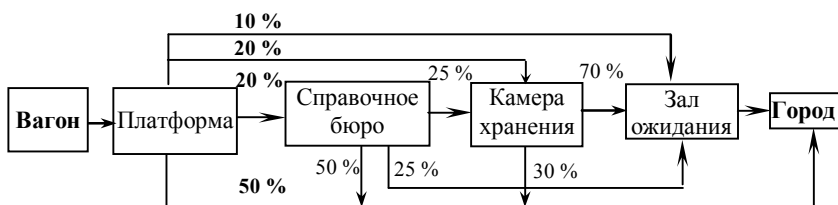


Рисунок 3.2 – Схема распределения пассажиропотоков на вокзале по прибытии в международном и межрегиональном сообщениях

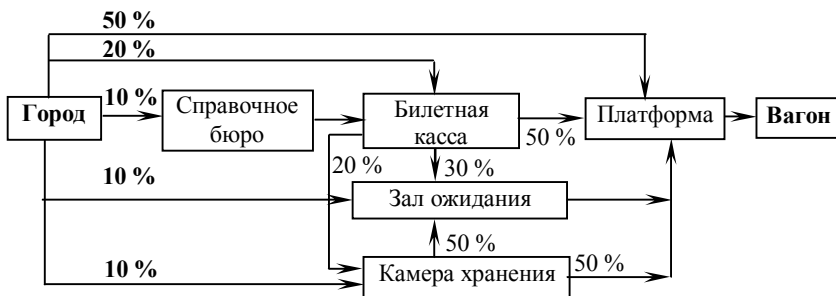


Рисунок 3.3 – Схема распределения пассажиропотоков на вокзале по от отправлении в международном и межрегиональном сообщениях

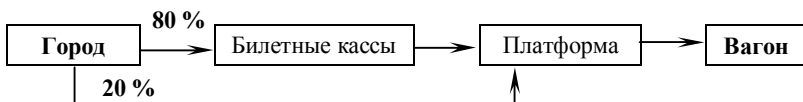


Рисунок 3.4 – Схема распределения пассажиропотоков на вокзале по отправлении в региональном сообщении

Таблица 3.2 – **Время выполнения основных операций по обслуживанию пассажиров на вокзале**

В минутах

Операция	Норма времени
1 Продолжительность высадки пассажиров из проходящих пассажирских поездов международного и межрегионального сообщений	10
2 Продолжительность высадки пассажиров из прибывающих пассажирских поездов своего формирования международного и межрегионального сообщений	15
3 Продолжительность высадки пассажиров из региональных поездов	15
4 Продолжительность посадки пассажиров в проходящие пассажирские поезда	20
5 Продолжительность посадки пассажиров в отправляющиеся пассажирские поезда своего формирования международного и межрегионального сообщений	30
6 Продолжительность посадки пассажиров в региональные поезда	25
7 Продолжительность стоянки состава для посадки пассажиров	30
8 Продолжительность стоянки региональных составов на путях	25
9 Среднее время нахождение пассажира в камерах хранения	30
10 Среднее время нахождение пассажира в справочном бюро	15

Для каждого пассажирского поезда согласно размерам высадки (посадки) и процентному распределению пассажиропотоков по основным операциям, определяется количество прибывающих или отправляющихся пассажиров и их заполнение основных помещений вокзала (рисунки 3.5–3.10).

Полученное количество пассажиров наносится на план-график работы вокзала в соответствии с установленными нормами времени пребывания каждой группы пассажиров на вокзале и в помещениях вокзала. Процесс накопления пассажиров в помещениях вокзала и их освобождения принимается равномерным по времени. В результате построения плана-графика (рисунок 3.11) показывается общая загрузка всех подразделений (помещений, устройств) вокзала в различное время суток в зависимости от расписания прибытия и отправления поездов.

Из представленного фрагмента суточного плана-графика вокзала Н видно, что максимальное накопление пассажиров на вокзале приходится на период с 18 до 19 часов и составляет более 1000 человек. Наиболее загруженными помещениями вокзала являются пешеходный тоннель, камеры хранения и зал ожидания, поэтому они должны иметь оптимальные размеры для беспрепятственного движения пассажиров и достаточное количество устройств для обслуживания без ожидания и скопления пассажиров в указанных помещениях. Назначение дополнительных поездов целесообразно в период с 16-30 до 17-30.

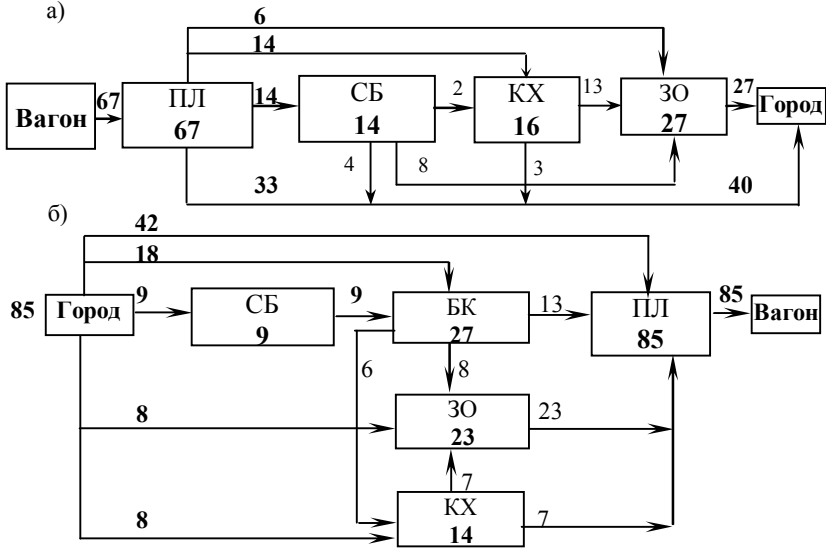


Рисунок 3.5 – Распределение пассажиров по помещениям вокзала (поезд № 23):  
*а* – по отправлению; *б* – по прибытии; ПЛ – платформа; СБ – справочное бюро; БК – билетные кассы; КХ – камеры хранения; ЗО – зал ожидания

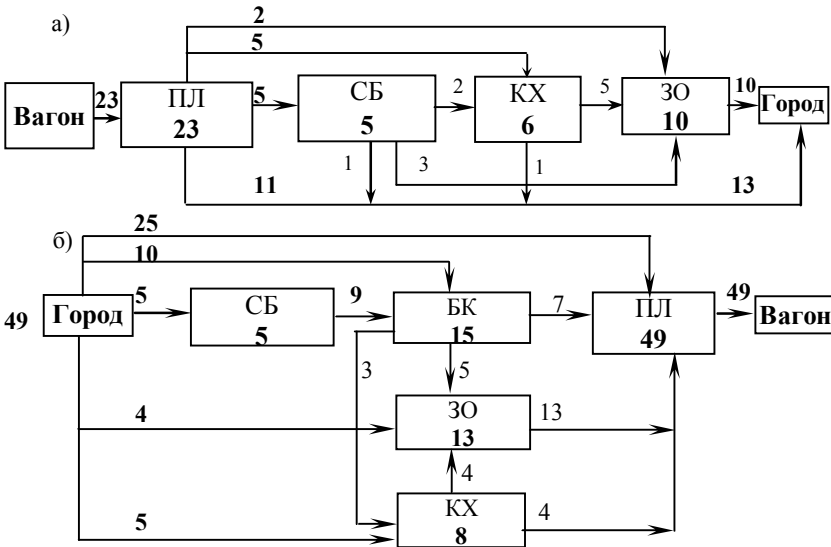


Рисунок 3.6 – Распределение пассажиров по помещениям вокзала (поезд № 172):  
*а* – по отправлению; *б* – по прибытии

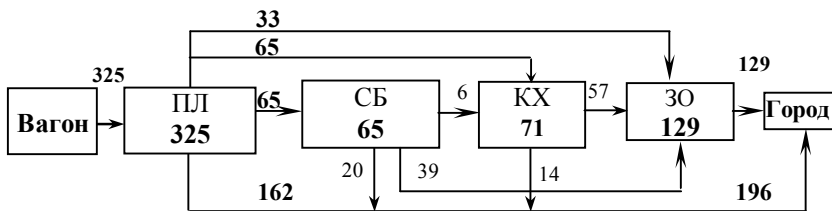


Рисунок 3.7 – Распределение пассажиров по помещениям вокзала (поезд № 615)

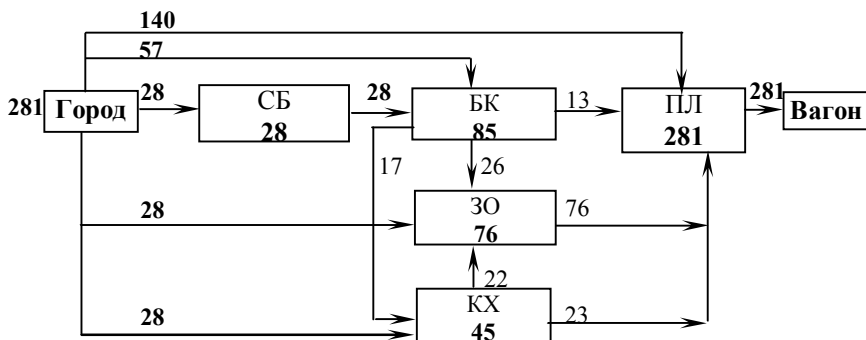


Рисунок 3.8 – Распределение пассажиров по помещениям вокзала (поезд № 667)

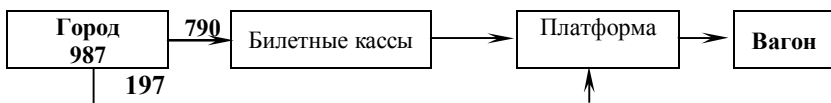


Рисунок 3.9 – Распределение пассажиропотоков по помещениям вокзала (поезд № 6126)

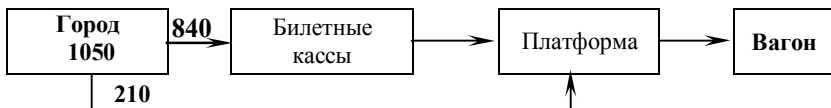


Рисунок 3.10 – Распределение пассажиропотоков по помещениям вокзала (поезд № 6227)

### **Контрольные вопросы**

- 1 Для каких целей осуществляется построение плана-графика работы вокзала?
- 2 Какие основные операции отражаются на суточном плане-графике работы вокзала?
- 3 Какие мероприятия могут быть применены для улучшения качества обслуживания пассажиров на вокзале по результатам построения плана-графика работы вокзала?

### **Практическая работа № 4**

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ ГРУППОВЫХ ПОЕЗДОВ НА ПОЛИГОНЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

**Цель работы.** Ознакомиться с вариантами организации групповых поездов на железнодорожном полигоне. Изучить технологию работы станций по формированию и обмену групп в составах групповых поездов на станциях, а также произвести нормирование маневровых операций. Приобрести навыки выполнения инженерных расчетов по оценке эффективности назначения групповых поездов на железнодорожном полигоне.

### **Сведения из теории**

Формирование групповых поездов является одной из мер интенсификации процессов доставки грузов. Групповые поезда формируются из вагонов двух или больше назначений, причем вагоны каждого назначения подбираются в отдельную группу. Применение групповой подборки вагонов сокращает количество назначений формируемых поездов и благодаря этому уменьшает простой вагонов под накоплением. На попутных станциях полный цикл операций, связанных с переработкой состава, заменяют операциями по отцепке и прицепке подобранных групп вагонов.

При выделении специального сортировочного пути для накопления групп затраты на формирование поездов увеличиваются не значительно. На станции назначения первой группы отцепка прибывшей группы и прицепка новой группы не требует больших затрат. В результате организация групповых поездов позволяет, сокращая затраты вагоно-часов на накопление составов, добиваться большего числа специализированных назначений плана формирования и получать большую экономию от проследования поездов через сортировочные станции без переработки или с частичной переработкой (под частичной переработкой понимается выполнение операций по отцепке, прицепке или перцепке групп).

Работа технических станций с групповыми поездами заключается: для станции формирования – в накоплении групп вагонов на путях парка станции по назначениям и последующем формировании группового поезда; для станции по обмену групп – в отцепке группы вагонов в адрес станции и прицепке группы вагонов назначением на другие станции.

В зависимости от размеров дальнего  $N_я$ , отцепляемого  $N_о$  и прицепляемого  $N_п$  вагонопотоков, их соотношения и организации подвода вагонов к станциям групповые поезда делятся на три категории:

- 1) без постоянного веса групп и расписания;
- 2) с постоянным весом групп, не прикрепленные к определенным расписаниям;
- 3) с постоянным весом групп и прикрепленные к определенным расписаниям.

Схемы соотношения вагонопотоков и соответствующих им категорий групповых поездов приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Схемы и категории групповых поездов

Характеристика направлений	Схема вагонопотоков и групповых поездов на направлении	Категория групповых поездов
<p>Равенство густот вагонопотоков в пути следования</p> $N_о = N_п$		<p>Без постоянного веса групп и расписания</p>
<p>Возрастание густоты вагонопотоков в пути следования</p> $N_п > N_о$		<p>Без постоянного веса групп и расписания</p>
<p>Убывание густоты вагонопотоков в пути следования</p> $N_п < N_о$ <p>Перелом составов (по весу и длине) в сторону уменьшения</p>		<p>С постоянным весом групп, не прикрепленные к определенным расписаниям</p>

*Групповые поезда без постоянного веса групп и расписания* являются простейшей формой групповых поездов и назначаются при равенстве или возрастании густоты вагонопотоков в пути следования.

Формирование такого группового поезда на начальной станции производится после накопления на полный состав вагонов всех назначений, включаемых в данный поезд, независимо от количества и веса вагонов каждого назначения. Отправление его осуществляется по ближайшей нитке графика.

Назначение вагонов, прицепляемых на станциях обмена групп, не обязательно должно совпадать с назначением вагонов, составляющих ядро (транзитную часть) групповых поездов. В зависимости от соотношения размеров отдельных струй вагонопотоков пополнение групповых поездов на станциях обмена групп может предусматривать прицепку групп, следующих ближе пункта назначения ядра.

Остающийся после пополнения групповых поездов вагонопоток со станций обмена групп может опрavelяться отдельными поездами, а при небольшой мощности – передаваться с участковыми или сборными поездами.

*Групповые поезда с постоянным весом групп, не прикрепленные к определенным расписаниям*, назначаются при убывании густоты вагонопотоков в пути следования, а также на направлениях с изменением составов (по весу или длине) в сторону уменьшения.

Число групп в поездах данной категории обычно ограничивается двумя.

На станции формирования в групповые поезда данной категории включаются не все вагонопотоки соответствующих назначений, а только их часть. Эта часть должна соответствовать наименьшей густоте вагонопотоков указанных назначений на участках, расположенных по пути следования групповых поездов. Из остальных  $N_0-N_n$  вагонов формируются одnogруппные поезда ближних назначений.

На станциях обмена групп весь вагонопоток используется для пополнения групповых поездов, что значительно уменьшает простой вагонов.

*Групповые поезда с постоянным весом групп и постоянным расписанием* наиболее целесообразны на пересекающихся и сходящихся направлениях с разменом групп вагонов на узловых станциях при условии, что имеющийся на них вагонопоток незначителен и может быть отправлен с участковыми или сборными поездами.

**Технология формирования и обработки групповых поездов на станциях** должна разрабатываться для каждой станции, участвующей в этой работе, содержать рациональный порядок размещения групп, организации манёвров с составами и устанавливать нормативы времени, используемые при составлении графика движения поездов и оперативном планировании.

Для каждого назначения группового поезда разрабатывается наиболее рациональная схема последовательного размещения в составе групп ваго-



нов, указываемая в книге плана формирования поездов. Размещение групп в составах должно строго соблюдаться и обеспечивать производство маневров по отцепке и прицепке групп с наименьшим числом маневровых передвижений и минимальной затратой времени (рисунок 4.1).

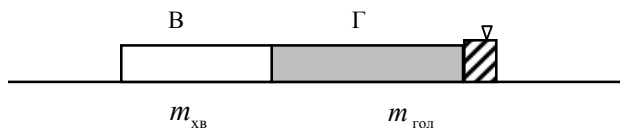


Рисунок 4.1 – Размещение групп в составе двухгруппного поезда

В технологии для станции обмена групп должно быть указано, на какие пути каких парков принимаются групповые поезда, где и по какой схеме формируются группы прицепки, каков порядок производства маневров по замене групп с использованием маневровых и поездных локомотивов. Последние могут участвовать в маневрах с целью сокращения времени стоянок прежде всего на станциях обмена групп, расположенных внутри участков работы локомотивных бригад и участков обращения локомотивов.

Формирование групп на станциях перецепки и их подготовка в техническом и коммерческом отношении, перестановка их на выделенные технологическим процессом пути должны производиться в сроки, увязанные с ГДП и указанные в диспетчерских приказах о назначении групповых поездов.

#### **Технология работы станции по формированию групповых поездов на примере станции К.**

На сортировочной станции К на путях сортировочного парка накапливаются группы вагонов двухгруппного поезда (рисунок 4.2). По окончании процесса накопления с группами вагонов производится окончание формирования и объединение групп вагонов со стороны вытяжного пути, перестановка в парк отправления.

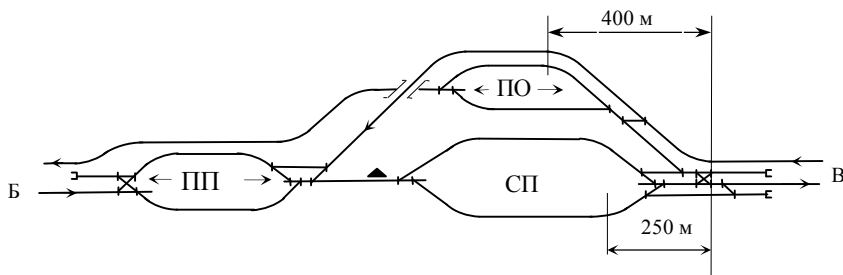


Рисунок 4.2 – Схема сортировочной станции К

Порядок маневровой работы: расстановка вагонов в группе назначением на станцию В; расстановка вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ в группе назначением на станцию Г с объединением двух групп на 10-м пути; подтягивание состава (рисунок 4.3).

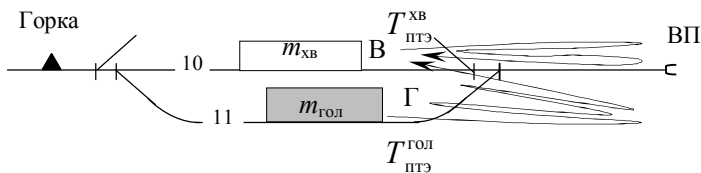


Рисунок 4.3 – Схема формирования группового поезда на станции К

Количество вагонов в группах  $m_{\text{гол}}$  и  $m_{\text{хв}}$  определяется пропорционально мощности соответствующих назначений по плану формирования с учетом среднего состава формируемых поездов.

Цикл операций по окончанию формирования и перестановки состава в парк отправления на станции К включает

$$T_{\text{оф}}^{\text{ГР}} = T_{\text{оф}}^{\text{В}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{закр}} + T_{\text{об}}, \quad (4.1)$$

где  $T_{\text{оф}}^{\text{В}}$  – время окончания формирования двухгруппного поезда на вытяжном пути, мин;  $T_{\text{пер}}$  – время перестановки состава из сортировочного парка (СП) в парк отправления (ПО), мин;  $T_{\text{закр}}$  – время закрепления состава в парке отправления, мин;  $T_{\text{об}}$  – время возвращения локомотива из ПО в СП, мин.

Технологическое время на окончание формирования двухгруппного состава на сортировочных путях с использованием двух путей для накопления вагонов (головная группа накапливается на одном пути, а хвостовая – на другом) и объединением на вытяжном пути, определяется по формуле

$$T_{\text{оф}}^{\text{В}} = T_{\text{птэ}}^{\text{гол}} + T_{\text{птэ}}^{\text{хв}} + T_{\text{подт}}, \quad (4.2)$$

где  $T_{\text{подт}}$  – время подтягивания состава, мин.

Время на расстановку вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ для части состава, остающейся на том же пути (группа В), определяется по формуле

$$T_{\text{птэ}}^{\text{хв}} = В + Е m_{\text{хв}}, \quad (4.3)$$

где В, Е – нормативные коэффициенты, значения которых зависят от среднего числа расцепок вагонов  $\rho_0$  в составах, подлежащих формированию; значения коэффициентов В и Е приведены в приложении В.

Среднее число расцепок вагонов (в примере  $\rho_0 = 0,4$ ) в группах состава устанавливается пропорционально числу вагонов  $m_{\text{гол}}$  и  $m_{\text{хв}}$ :

$$\rho_0^{\text{гол}} = \frac{\rho_0}{m} m_{\text{гол}}; \quad (4.4)$$

$$\rho_0^{\text{хв}} = \frac{\rho_0}{m} m_{\text{хв}}. \quad (4.5)$$

Время на расстановку вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ для части состава, переставляемой на путь сборки (группа Г), определяется по формуле

$$T_{\text{ПТЭ}}^{\text{ГОЛ}} = \text{Ж} + \text{И}m_{\text{ГОЛ}}, \quad (4.6)$$

где Ж, И – нормативные коэффициенты, значения которых зависят от числа операций по расцепке вагонов ( $\rho_0$ ) и затрат времени на перестановку головной части состава на путь сборки (приложение В).

Технологическое время на подтягивание вагонов со стороны вытяжных путей

$$T_{\text{ПОДТ}} = 0,08m, \quad (4.7)$$

где  $m$  – количество вагонов в сформированном составе ( $m = m_{\text{ГОЛ}} + m_{\text{ХВ}}$ ).

Время перестановки состава в парк отправления будет состоять из затрат времени на выполнение двух полу рейсов, времени на перемену направления движения и подготовительно-заключительные операции

$$T_{\text{ПЕР}} = T_{\text{П/Р}} + t_{\text{ПД}} + t_{\text{ПЗ}}, \quad (4.8)$$

где  $t_{\text{ПД}}$  – время на перемену направления движения, мин (в примере – 0,15);

$t_{\text{ПЗ}}$  – время на подготовительно-заключительные операции, мин (получение распоряжения на маневровую работу, доклад о выполнении маневровой работы) (в примере – 0,67).

Время на выполнение полу рейсов перестановки

$$T_{\text{П/Р}} = (t_{\text{П/Р}}^1 + t_{\text{П/Р}}^2)K_{\text{ВР}}, \quad (4.9)$$

где  $t_{\text{П/Р}}$  – технологическое время выполнения каждого маневрового полу рейса, мин,

$$t_{\text{П/Р}} = (0,0407 + 0,0017m_{\Phi})\frac{v}{2} + 0,06\frac{l_{\text{П/Р}}}{v}, \quad (4.10)$$

$v$  – скорость выполнения маневровых операций, км/ч;  $l_{\text{П/Р}}$  – длина полу рейса, м;  $K_{\text{ВР}}$  – коэффициент враждебности маршрутов перестановки (в примере – 1,13).

Затраты времени на закрепление состава

$$T_{\text{ЗАКР}} = 0,12B_{\text{T}} + 0,01l_{\text{ПРОХ}}, \quad (4.11)$$

где  $l_{\text{ПРОХ}}$  – расстояние прохода при укладке тормозного башмака, м (принимается 50 м);  $B_{\text{T}}$  – количество укладываемых башмаков под вагоны состава.

Время закрепления тормозными башмаками принимается из условия, что укладываются два тормозных башмака,  $B_{\text{T}} = 2$ .

Время возвращения локомотива будет состоять из времени выполнения двух холостых полу рейсов:

$$T_{об} = (t_{об}^1 + t_{об}^2)K_{вр} + t_{пд}. \quad (4.12)$$

Время на выполнение каждого полурейса при возвращении локомотива определяется по формуле (4.10).

На основании полученных норм времени на выполнение операций по формированию двухгруппного поезда на вытяжном пути на станции К разрабатывается технологический график, на котором указываются простой вагона под операциями и затраты, лок·мин, на вытяжном пути (рисунок 4.8).

### **Технология работы станции по обмену групп вагонов на примере станции В.**

До прибытия группового поезда ранее накопленные вагоны группы прицепки выставляются на путь в прямо-отправочном парке станции В. Групповой поезд принимается в прямо-отправочный парк на путь, смежный с путем нахождения группы прицепки. В примере маневровая работа по обмену групп в составе производится с одной стороны маневровым локомотивом станции.

Время на выполнение операций по обмену групп в поезде на станции В складывается из времени на подготовку группы прицепки и времени на обмен групп.

Время на подготовку группы прицепки

$$T_{подг} = T_{оф}^{пр} + T_{пер} + T_{закр} + T_{ПО}^{пр}, \quad (4.13)$$

где  $T_{оф}^{пр}$  – время окончания формирования группы прицепки на вытяжном пути, мин;  $T_{ПО}^{пр}$  – время выполнения технологических операций по подготовке группы прицепки к отправлению, мин.

Технологическое время на окончание формирования группы прицепки определяется по формуле

$$T_{оф}^{пр} = T_{птэ} + T_{подт}. \quad (4.14)$$

Время на расстановку вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ для группы прицепки определяется по формуле

$$T_{птэ} = B + Em_{пр}, \quad (4.15)$$

где  $m_{пр}$  – количество вагонов группы прицепки ( $m_{пр} = m_{хв}$ ).

Технологическое время на подтягивание вагонов со стороны вытяжных путей  $T_{подт}$  определяется по формуле (4.7).

Время на перестановку группы прицепки из сортировочного парка станции В в прямо-отправочный парк  $T_{пер}$  определяется по формуле (4.8), количество полурейсов зависит от типа станции и взаимного расположения

ПОП и СП. Затраты времени на закрепление состава определяются по формуле (4.11).

Время выполнения операций по подготовке группы прицепки

$$T_{\text{ПО}}^{\text{пр}} = t'_{\text{ПО}} m_{\text{пр}}, \quad (4.16)$$

где  $t'_{\text{ПО}}$  – время на подготовку одного вагона (в примере  $t'_{\text{ПО}} = 1$  мин).

Время на обмен групп в составе поезда

$$T_{\text{обм}} = T_{\text{отц}} + T_{\text{пр}} + t_{\text{тор}}, \quad (4.17)$$

где  $T_{\text{отц}}$  – продолжительность выполнения операций по отцепке группы от состава поезда, мин;  $T_{\text{пр}}$  – продолжительность выполнения операций по прицепке группы к составу поезда, мин;  $t_{\text{тор}}$  – время на опробование тормозов (в примере  $t_{\text{тор}} = 21$  мин).

Продолжительность выполнения маневровых операций по отцепке группы от поезда

$$T_{\text{отц}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{ман}} k_{\text{вр}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{расц}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{пд}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{закр}} + t_{\text{пз}}, \quad (4.18)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_{\text{ман}}$  – время на выполнение полу рейсов отцепки хвостовой группы вагонов, мин;

$t_{\text{расц}}$  – время на расцепление, сцепление вагонов, локомотива с вагонами (в примере на одну операцию – 0,08 мин);  $t_{\text{закр}}$  – время закрепления, снятия средств закрепления на приемо-отправочных путях, мин; определяется по формуле (4.11);  $n$  – количество выполняемых операций.

Время на выполнение каждого маневрового полу рейса по отцепке хвостовой группы вагонов  $\sum_{i=1}^n t_{\text{ман}}$  определяется по формуле (4.10), количество полу рейсов – по схеме полу рейсов (рисунок 4.4).

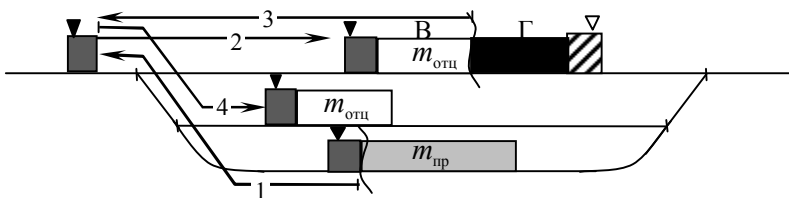


Рисунок 4.4 – Схема выполнения маневров по отцепке хвостовой группы вагонов от поезда на приемо-отправочных путях станции В

Продолжительность выполнения операций по прицепке группы к поезду

$$T_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{ман}} k_{\text{вр}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{расц}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{пд}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{зак}} + t_{\text{пз}}, \quad (4.19)$$

где  $\sum_{i=1}^n t_{\text{ман}}$  – время на выполнение полурейсов по прицепке группы вагонов, мин.

Время на выполнение каждого маневрового полурейса прицепки группы вагонов  $\sum_{i=1}^n t_{\text{ман}}$  – по формуле (4.10), количество и длина полурейсов – по схеме полурейсов (рисунок 4.5).

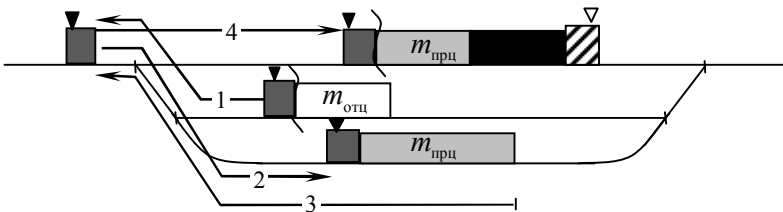


Рисунок 4.5 – Схема выполнения маневров по прицепке группы к поезду на прямо-отправочных путях станции В

На основании полученных норм времени на подготовку группы прицепки и времени на обмен групп на станции В разрабатывается технологический график, на котором указываются затраты времени на обработку группового поезда на станции В (рисунок 4.11).

Оценка эффективности организации групповых поездов осуществляется на основании сравнения приведенных вагоно-часов по вариантам плана формирования грузовых поездов (рисунок 4.6).

Приведенные вагоно-часы определяются суммированием вагоно-часов  $B_i$ , маневровых  $L_i^M$  и поездных локомотиво-часов  $L_i^П$ , умноженных на отношение стоимости локомотиво-часа к вагоно-часу,

$$B_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n B_i + \Theta \left( \sum_{i=1}^n L_i^M + \sum_{i=1}^n L_i^П \right). \quad (4.20)$$

Расчетные формулы для определения затрат приведенных вагоно-часов и локомотиво-часов по станциям при сравнении вариантов организации групповых поездов с одногруппными приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчетные формулы для определения затрат приведенных вагоно-часов и локомотиво-часов по станциям

Станция	Операция		Категории поездов		
			Групповые		Одногруппные
			При возрастающем вагонопотоке	При убывающем вагонопотоке	
<b>Вагоно-часы</b>					
Головная станция К	Накопление	Свободное расписание	$cm$	$cm \left( 1 + \frac{N_{\text{я}}}{N_{\text{я}} + N_{\text{п}}} \right)$	$2cm$
		Постоянное расписание	$cm \left( 2 - \frac{m}{N_{\text{o}}} \right)$	$cm \left( 1 + \frac{N_{\text{я}}(N_{\text{o}} - N_{\text{п}})}{N_{\text{o}}(N_{\text{я}} + N_{\text{п}})} \right)$	–
	Маневры по соединению групп		$(N_{\text{я}} + N_{\text{o}})t_{\text{фр}}$	$(N_{\text{я}} + N_{\text{п}})t_{\text{фр}}$	–
Станция обмена групп В	Накопление и ожидание расписания		$cm \left[ 1 - \frac{N_{\text{o}}N_{\text{я}}}{N_{\text{п}}(N_{\text{я}} + N_{\text{o}})} \right]$	$1,2cm \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{я}} + N_{\text{п}}}$	$cm$
	Расформирование и формирование	Станции с последовательным расположением парков	$\frac{N_{\text{o}}}{60} \left[ \left( 16,12 + 0,52 \frac{N_{\text{o}}m}{N_{\text{я}} + N_{\text{o}}} \right) + \frac{(N_{\text{п}} - N_{\text{o}})}{N_{\text{o}}} (13,56 + 0,044m) \right]$	$\frac{N_{\text{п}}}{60} \left[ \left( 16,12 + 0,52 \frac{N_{\text{п}}m}{N_{\text{я}} + N_{\text{п}}} \right) + \frac{(N_{\text{o}} - N_{\text{п}})}{N_{\text{п}}} (5,12 + 0,48m) \right]$	$\frac{N_{\text{o}}}{60} [(5,12 + 0,48m) + \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{o}}} (13,56 + 0,044m)]$
		Станции с параллельным расположением парков	$\frac{N_{\text{o}}}{60} \left[ \left( 16,28 + 0,52 \frac{N_{\text{o}}m}{N_{\text{я}} + N_{\text{o}}} \right) + \frac{(N_{\text{п}} - N_{\text{o}})}{N_{\text{o}}} (13,64 + 0,052m) \right]$	$\frac{N_{\text{п}}}{60} \left[ \left( 16,28 + 0,54 \frac{N_{\text{п}}m}{N_{\text{я}} + N_{\text{п}}} \right) + \frac{(N_{\text{o}} - N_{\text{п}})}{N_{\text{п}}} (5,28 + 0,49m) \right]$	$\frac{N_{\text{o}}}{60} [(5,28 + 0,49m) + \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{o}}} (13,64 + 0,052m)]$

Окончание таблицы 4.2

Станция	Операция		Категории поездов		
			Групповые		Одногруппные
			При возрастающем вагонопотоке	При убывающем вагонопотоке	
<b>Маневровые локомотиво-часы</b>					
Головная станция К	Маневры по соединению групп		$\frac{(N_{я} + N_{о})}{m} t_{фг}^{м.л}$	$\frac{(N_{я} + N_{п})}{m} t_{фг}^{м.л}$	-
Станция обмена групп В	Расформирование и формирование	Станции с последовательным расположением парков	$\frac{N_{я} + N_{о}}{60m} \left[ \left( 16,12 + 0,52 \frac{N_{о}m}{N_{я} + N_{о}} \right) + \frac{(N_{п} - N_{о})}{N_{я} + N_{о}} (16,12 + 0,044m) \right]$	$\frac{N_{я} + N_{п}}{60m} \left[ \left( 16,12 + 0,52 \frac{N_{п}m}{N_{я} + N_{п}} \right) + \frac{(N_{о} - N_{п})}{N_{я} + N_{п}} (7,68 + 0,48m) \right]$	$\frac{N_{о}}{60m} [(7,68 + 0,48m) + \frac{N_{п}}{N_{о}} (16,12 + 0,044m)]$
		Станции с параллельным расположением парков	$\frac{N_{я} + N_{о}}{60m} \left[ \left( 16,28 + 0,54 \frac{N_{о}m}{N_{я} + N_{о}} \right) + \frac{(N_{п} - N_{о})}{N_{я} + N_{о}} (16,28 + 0,052m) \right]$	$\frac{N_{я} + N_{п}}{60m} \left[ \left( 16,28 + 0,34 \frac{N_{п}m}{N_{я} + N_{п}} \right) + \frac{(N_{о} - N_{п})}{N_{я} + N_{п}} (7,92 + 0,49m) \right]$	$\frac{N_{о}}{60m} [(7,92 + 0,49m) + \frac{N_{п}}{N_{о}} (16,28 + 0,052m)]$
	Обмен групп групповых поездов	$\frac{(N_{я} + N_{о})}{m} t_{ог}$	$\frac{(N_{я} + N_{п})}{m} t_{ог}$	-	
<b>Поездные локомотиво-часы</b>					
Станция обмена групп В	Дополнительное ожидание отправления поездными локомотивами внутри участка обращения	Свободное расписание	$\frac{(N_{я} + N_{о})}{m} \left[ (t_{тех}^{гр} - t_{тех}^{од}) + \Delta t_{ож}^{от} \right]$	$\frac{(N_{я} + N_{п})}{m} \left[ (t_{тех}^{гр} - t_{тех}^{од}) + \Delta t_{ож}^{от} \right]$	-
		Постоянное расписание	$\frac{(N_{я} + N_{о})}{m} (t_{тех}^{гр} - t_{тех}^{од})$	$\frac{(N_{я} + N_{п})}{m} (t_{тех}^{гр} - t_{тех}^{од})$	-



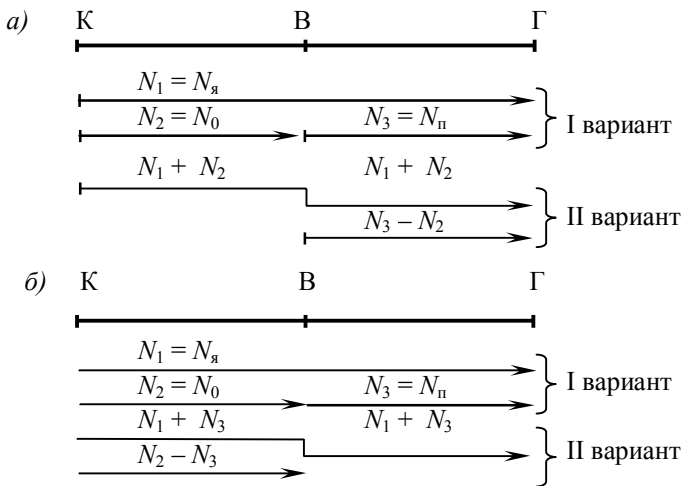


Рисунок 4.6 – Схемы вариантов плана формирования грузовых поездов при вагонопотоке: а – возрастающем; б – убывающем

### Пример расчета

Необходимо оценить эффективность назначения двухгруппных поездов на полигоне условной железной дороги по сравнению со следованием одногруппных поездов (рисунок 4.7).

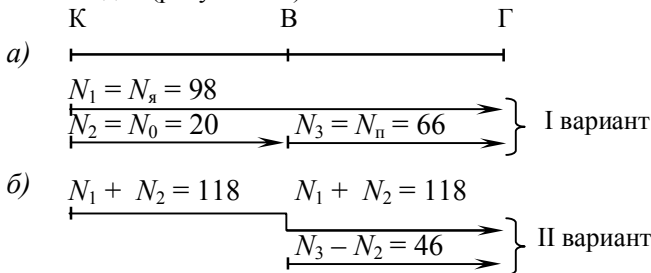


Рисунок 4.7 – Схема вариантов следования поездов при убывающем вагонопотоке на полигоне условной железной дороги:

а – в одногруппных поездах; б – в двухгруппных поездах

Число вагонов в составе поезда  $m = 58$ ; параметр накопления вагонов на станции К и В –  $c = 10$  ч; экономия времени от проследования станции В без переработки  $T_{эК} = 6,0$  ч. Станция обмена групп В – с параллельным расположением парков; расписание движения поездов свободное.

Для определения норм времени на формирование группового поезда на станции К и на обмен групп на станции В необходимо определить количество вагонов в группах  $m_{гол}$  и  $m_{хв}$ .

Для данных примера находим  $\alpha_{\text{гол}}$  и  $\alpha_{\text{хв}}$

$$\alpha_{\text{гол}} = \frac{N_1}{N_1 + N_2} = \frac{98}{118} = 0,83 ;$$

$$\alpha_{\text{хв}} = \frac{N_2}{N_1 + N_2} = \frac{20}{118} = 0,17 .$$

При  $m = 58$  количество вагонов составит в группах:

– формируемой на станцию Г

$$m_{\text{Г}} = \alpha_{\text{гол}} m = 0,83 \cdot 58 = 48 .$$

– формируемой на станцию В

$$m_{\text{В}} = \alpha_{\text{хв}} m = 0,17 \cdot 58 = 10 .$$

Размещение групп в составе двухгруппного поезда для условий примера показано на рисунке 4.8.

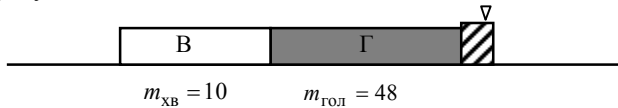


Рисунок 4.8 – Размещение групп в составе двухгруппного поезда

Среднее время окончания формирования двухгруппных поездов на станции К определяется по формулам (4.1)–(4.7).

Вначале определяется время на расстановку вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ для части состава, остающейся на том же пути (группа В),  $T_{\text{ПТЭ}}^{\text{хв}}$  по формуле (4.3).

Среднее число расцепок вагонов в группах состава пропорционально числу вагонов для группы  $m_{\text{хв}}$  (формула (4.5))

$$\rho_0^{\text{хв}} = 0,4 \frac{10}{58} = 0,07 .$$

Согласно приложению В коэффициент В = 0,22, Е = 0,03.

Тогда время для группы В

$$T_{\text{ПТЭ}}^{\text{хв}} = 0,22 + 0,03 \cdot 10 \approx 0,5 \text{ мин.}$$

Время на расстановку вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ для части состава, переставляемой на путь сборки (группа Г), определяется по формуле (4.6).

Среднее число расцепок вагонов в группах состава пропорционально числу вагонов для группы  $m_{\text{гол}}$

$$\rho_0^{\text{гол}} = 0,4 \frac{48}{58} = 0,33 .$$

Согласно приложению В коэффициент Ж = 2,55, И = 0,39.

Тогда время для группы Г

$$T_{\text{птэ}}^{\text{гол}} = 2,55 + 0,39 \cdot 48 = 21,3 \text{ мин.}$$

Технологическое время на окончание формирования двухгруппного состава на сортировочных путях с использованием двух путей для накопления вагонов определяется по формуле (4.2):

$$T_{\text{оф}}^{\text{в}} = 21,3 + 0,5 = 21,8 \text{ мин.}$$

Технологическое время на подтягивание вагонов со стороны вытяжных путей

$$T_{\text{подт}} = 0,08 \cdot 58 \approx 4,6 \text{ мин.}$$

Время перестановки состава в парк отправления, исходя из рисунка 4.2, будет определяться по двум полурейсам.

Технологическое время выполнения маневрового полурейса вытягивания вагонов с путей сортировочного парка определяется по формуле (4.10), скорость выполнения маневровых операций по перестановке состава  $v_{\text{пер}} = 15 \text{ км/ч}$ .

Длина маневрового полурейса вытягивания

$$l_{\text{п/р}}^1 = 200 + 14m = 1012 \text{ м.}$$

Тогда время выполнения маневрового полурейса вытягивания вагонов

$$t_{\text{п/р}}^1 = (0,0407 + 0,0017 \cdot 58) \cdot \frac{15}{2} + 0,06 \cdot \frac{1012}{15} = 5,1 \text{ мин.}$$

Технологическое время выполнения маневрового полурейса осаживания вагонов на пути приемо-отправочного парка определяется также по формуле (4.10), скорость выполнения маневровых операций по перестановке состава  $v_{\text{пер}} = 15 \text{ км/ч}$ .

Длина маневрового полурейса осаживания

$$l_{\text{п/р}}^2 = 400 + 14m = 1212 \text{ м.}$$

Тогда время выполнения маневрового полурейса осаживания вагонов

$$t_{\text{п/р}}^2 = (0,0407 + 0,0017 \cdot 58) \cdot \frac{15}{2} + 0,06 \cdot \frac{1212}{15} = 5,9 \text{ мин.}$$

Время на выполнение полурейсов перестановки определяется по формуле (4.9):

$$T_{\text{п/р}} = (5,1 + 5,9) \cdot 1,13 = 12,4 \text{ мин.}$$

Тогда время перестановки состава в парк отправления (см. формулу (4.8))

$$T_{\text{пер}} = 12,4 + 0,15 + 0,67 = 13,3 \text{ мин.}$$

Затраты времени на закрепление состава определяются по формуле (4.11) (при укладке двух тормозных башмаков с накатом),  $B_{\text{т}} = 2$ .

$$T_{\text{закр}} = 0,12 \cdot 2 + 0,01 \cdot 50 = 0,74 \text{ мин.}$$

Время возвращения локомотива состоит из времени выполнения двух холостых полуурейсов (формула (4.12)).

Технологическое время выполнения холостых полуурейсов определяется по формуле (4.10), скорость выполнения маневровых операций по перестановке состава  $v_{пер} = 25$  км/ч.

Длина холостых полуурейсов

$$l_{п/р}^1 = 400 \text{ м и } l_{п/р}^2 = 200 \text{ м.}$$

Тогда время выполнения холостых полуурейсов

$$t_{об}^1 = 0,0407 \cdot \frac{25}{2} + 0,06 \cdot \frac{400}{25} = 1,5 \text{ мин;}$$

$$t_{об}^2 = 0,0407 \cdot \frac{25}{2} + 0,06 \cdot \frac{200}{25} = 1,0 \text{ мин.}$$

Тогда время возвращения локомотива

$$T_{об} = (1,5 + 1) \cdot 1,13 + 0,15 = 3 \text{ мин.}$$

Таким образом, время окончания формирования двухгруппных поездов на станции К

$$T_{оф}^{ГР} = 21,8 + 4,6 + 13,3 + 0,7 + 3 = 43,4 \text{ мин.}$$

На основании полученных норм времени по окончании формирования двухгруппного поезда на вытяжном пути на станции К составляется технологический график (рисунок 4.9).



Рисунок 4.9 – Технологический график формирования двухгруппного поезда на вытяжном пути на станции К

На основании технологического графика простой вагонов и продолжительность маневров по формированию группового поезда, составят  $t_{\text{фр}} = 40,4$  мин;  $t_{\text{фр}}^{\text{М.Л}} = 43,4$  мин.

Время на подготовку группы прицепки и выполнение операций по обмену групп в поезде на станции В определяется по формулам (4.13)–(4.19).

Вначале определяется время на расстановку вагонов в соответствии с требованиями ПТЭ для группы прицепки по формуле (4.15), значения коэффициентов В и Е определяются так же, как и для станции В.

В этом случае

$$T_{\text{птэ}} = 0,22 + 0,03 \cdot 10 = 0,5 \text{ мин.}$$

Технологическое время на подтягивание вагонов со стороны вытяжных путей определяется по формуле (4.7):

$$T_{\text{подт}} = 0,08 \cdot 10 = 0,8 \text{ мин.}$$

Тогда технологическое время на окончание формирования группы прицепки по формуле (4.14)

$$T_{\text{оф}}^{\text{пр}} = 0,5 + 0,8 = 1,3 \text{ мин.}$$

Время на перестановку группы прицепки из сортировочного парка станции В в прямо-отправочный парк  $T_{\text{пер}}$  определяется по формуле (4.8), при параллельном расположении парков время состоит из времени на выполнение двух полурейсов (при последовательном – один полурейс) (рисунок 4.10).

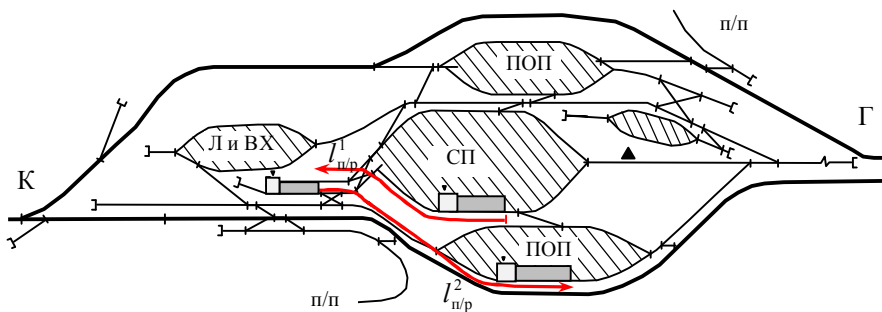


Рисунок 4.10 – Схемы выполнения маневровых операций по перестановке группы прицепки в прямо-отправочный парк при параллельном расположении парков станции В

Технологическое время выполнения маневровых полурейсов перестановки вагонов с путей сортировочного парка определяется по формуле (4.10), скорость выполнения маневровых операций по перестановке состава  $v_{\text{пер}} = 15$  км/ч, длина маневровых полурейсов составит

$$l_{п/р}^1 = 400 + 14m_{п/р} = 540 \text{ м};$$

$$l_{п/р}^2 = 600 + 14m_{п/р} = 740 \text{ м}.$$

Тогда время выполнения маневровых полурейсов

$$t_{п/р}^1 = (0,0407 + 0,0017 \cdot 10) \cdot \frac{15}{2} + 0,06 \cdot \frac{540}{15} = 2,6 \text{ мин};$$

$$t_{п/р}^2 = (0,0407 + 0,0017 \cdot 10) \cdot \frac{15}{2} + 0,06 \cdot \frac{740}{15} = 3,4 \text{ мин}.$$

Время на выполнение рейса перестановки определяется по формулам (4.8) – (4.9)

$$T_{п/р} = (2,6 + 3,4) \cdot 1,13 = 6,8 \text{ мин};$$

$$T_{пер} = 6,8 + 0,15 + 0,67 = 7,6 \text{ мин}.$$

Затраты времени на закрепление состава определяются по формуле (4.11) (при укладке двух тормозных башмаков с накатом),  $B_T = 2$ :

$$T_{закр} = 0,01 \cdot 50 + 0,12 \cdot 2 = 0,74 \text{ мин}.$$

Время выполнения технических операций по подготовке группы прицепки по формуле (4.16)  $T_{ПО}^{п/р} = 10 \text{ мин}.$

Исходя из полученных затрат времени определяется время на подготовку группы прицепки по формуле (4.13)

$$T_{подг} = 1,3 + 7,6 + 0,7 + 10 = 19,6 \text{ мин}.$$

Данные операции выполняются до прибытия поезда на станцию.

После прибытия поезда на станцию В маневровый локомотив станции выполняет операции по обмену группами.

Время на обмен группами определяется по формуле (4.17).

Время по отцепке группы от состава поезда определяется по формуле (4.18), время по прицепке групп к составу поезда – по формуле (4.19).

Время на выполнение маневровых полурейсов отцепки хвостовой группы вагонов  $\sum_{i=1}^n t_{ман}$  определяется по формуле (4.10), количество полурейсов – по

схеме, приведенной на рисунке 4.4.

В расчетах согласно схеме, представленной на рисунке 4.4, принимаются следующие длины полурейсов:

$$l_{п/р}^1 = l_{л} + 200 = 240 \text{ м};$$

$$l_{п/р}^2 = l_{л} + 100 = 140 \text{ м};$$

$$l_{п/р}^3 = l_{л} + 14m_{отц} + 70 = 250 \text{ м};$$

$$l_{п/р}^4 = l_{л} + 14m_{отц} + 170 = 350 \text{ м.}$$

На основании полученных длин определяется время выполнения маневровых полурейсов

$$\sum_{i=1}^4 t_{ман} = 1,0 + 0,9 + 1,4 + 1,8 = 5,1 \text{ мин.}$$

Продолжительность выполнения маневровых операций по отцепке группы от поезда

$$T_{отц} = 5,1 \cdot 1,13 + 3 \cdot 0,08 + 2 \cdot 0,15 + 0,67 + 2 \cdot 0,74 = 8,5 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом определяется время по прицепке группы к поезду (формула (4.19)).

Время на выполнение маневровых полурейсов прицепки группы вагонов  $\sum_{i=1}^n t_{ман}$  определяется по формуле (4.10). Количество и длина полурейсов определяется по схеме, приведенной на рисунке 4.5.

В расчетах, согласно схеме, представленной на рисунке 4.5, принимаются следующие длины полурейсов:

$$l_{п/р}^1 = l_{л} + 100 = 140 \text{ м;}$$

$$l_{п/р}^2 = l_{л} + 200 = 240 \text{ м;}$$

$$l_{п/р}^3 = l_{л} + 14m_{прц} + 170 = 350 \text{ м;}$$

$$l_{п/р}^4 = l_{л} + 14m_{прц} + 70 = 250 \text{ м.}$$

На основании полученных длин полурейсов определяется время выполнения маневровых полурейсов

$$\sum_{i=1}^4 t_{ман} = 0,9 + 1,0 + 1,8 + 1,4 = 5,1 \text{ мин.}$$

Продолжительность выполнения операций по прицепке группы к поезду

$$T_{приц} = 5,1 \cdot 1,13 + 3 \cdot 0,08 + 2 \cdot 0,15 + 0,67 + 2 \cdot 0,74 = 8,5 \text{ мин.}$$

Время на обмен группами

$$T_{обм} = 8,5 + 8,5 + 21 = 38 \text{ мин.}$$

На основании полученных норм времени на подготовку группы прицепки и времени на обмен групп на станции В разрабатывается технологический график (рисунок 4.11), на котором указывается время работы локомотива по обмену групп в составе группового поезда ( $t_{от}$ ) и технологическое время стоянки под обработкой на станции В группового поезда ( $t_{тех}^{ГР}$ ).

Операция	Время выполнения, мин	Продолжительность выполнения операций, мин		Исполнители
		до прибытия	после прибытия	
Подготовка группы прицепки, ее технический и коммерческий осмотр	19,6			ДСП, ДСЦ, составительская бригада, работники ПТО, ПКО
Выход к пути приема работников, участвующих в обработке поезда	5			Работники ПТО, ПКО, составительская бригада
Прием поезда в парк станции	2			ДСП
Закрепление состава, отцепка поездного локомотива, ограждение состава	2			ДСП, ТЧМ, составительская бригада
Получение документов от ТЧМ, их проверка, изъятие документов на отцепляемую группу вагонов, и добавление документов на прицепляемую. Составление нового натурного листа	15			Работники СТЦ
Технический и коммерческий осмотр остающейся в поезде группы вагонов	15			Работники ПТО, ПКО
Снятие ограждения, маневры по обмену групп	17			ДСП, составительская бригада
Уборка маневрового локомотива	1			ТЧМ
Прицепка поездного локомотива, снятие средств закрепления, опробование тормозов	24			ДСП, ТЧМ, работники ПТО
Получение документов, доклад ДСП о готовности состава	1			ДСП, ТЧМ бригадир ПТО
Время работы локомотива по обмену групп				18
Время обработки группового поезда на станции				62

Рисунок 4.11 – Технологический график обмена групп с использованием смежных путей парка станции В

На основании полученных норм времени на формирование группового поезда на станции К и на обмен групп на станции В, дается оценка эффективности организации групповых поездов. Эффективность организации групповых поездов определяется на основании сравнения приведенных вагоно-часов по вариантам плана формирования грузовых поездов по формуле (4.20).

В расчетах сведенных в таблицу 4.3, принимаются следующие значения величин:  $\Delta t_{\text{ож}}^{\text{от}} = 0,2$  ч,  $t_{\text{тех}}^{\text{од}} = 0,7$  ч,  $\Xi = 138$ .



Таблица 4.3 – Расчет затрат приведенных вагоно-часов и локомотиво-часов по вариантам формирования поездов

Станция	Операция		Категории поездов	
			Групповые	Одноручные
<b>Вагоно-часы</b>				
Головная станция К	Накопление	Свободное расписание	580	1160
	Маневры по соединению групп		81,2	–
Станция обмена групп В	Накопление и ожидание расписания		434	580
	Расформирование и формирование	Станции с параллельным расположением парков	19,9	29,6
<b>Маневровые локомотиво-часы</b>				
Головная станция К	Маневры по соединению групп		1,5	–
Станция обмена групп В	Расформирование и формирование	Станции с параллельным расположением парков	1,0	0,2
	Обмен групп групповых поездов		0,7	–
<b>Поездные локомотиво-часы</b>				
Станция обмена групп В	Дополнительное ожидание отправления поездными локомотивами внутри участка обращения	Свободное расписание	1,1	–
Приведенные вагоно-часы $V_{пр}$			1708,5	1797,2

На основании проведенных расчетов  $V_{пр}^{гр} < V_{пр}^{од}$ , т. е. приведенные затраты на организацию групповых поездов меньше, чем при организации одноручных, таким образом назначение групповых поездов на заданном железнодорожном полигоне эффективно.

#### Контрольные вопросы

1 На какие категории делятся групповые поезда в зависимости от размеров дальнего  $N_я$ , отцепляемого  $N_о$  и прицепляемого  $N_п$  вагонопотоков?

2 В чем заключается технология работы с групповыми поездами на станции формирования?

3 В чем заключается технология работы с групповыми поездами на станции обмена групп?

4 Как распределяются приведенные вагоно-часы по вариантам формирования грузовых поездов?

## ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ С ПРЕДПРИЯТИЙ МАССОВОЙ ПОГРУЗКИ ЭКСПОРТНЫХ ГРУЗОВ (НЕФТЕПРОДУКТЫ, УДОБРЕНИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ)

**Цель работы.** Ознакомиться с классификацией маршрутов. Изучить условия эффективности маршрутных назначений. Приобрести навыки выполнения инженерных расчетов по оценке организации логистических маршрутов с мест погрузки на Белорусской железной дороге.

### Сведения из теории

**Маршрутом** называется состав поезда установленного веса или длины, сформированный из вагонов, погруженных одним или несколькими грузоотправителями на одной или нескольких станциях назначением на одну станцию выгрузки или распыления (расформирования) с обязательным освобождением не менее одной технической станции от переработки такого поезда, предусмотренной планом формирования грузовых поездов.

Маршрутные перевозки грузов являются эффективным способом ускорения товаропродвижения на рынке, инновационным проявлением формирования логистических схем доставки грузов на железнодорожном транспорте.

Маршруты классифицируются: по условиям организации; условиям назначения и порядку расстановки в составе включаемых вагонов; условиям и полигонам обращения; принадлежности подвижного состава.

По условиям организации маршруты с мест погрузки, организуемые с участием грузоотправителей на основе заявок на перевозку грузов, подразделяются:

– на *отправительские*, сформированные на железнодорожном пути не общего пользования грузоотправителем либо владельцем железнодорожного пути не общего пользования на основании договора на эксплуатацию железнодорожных путей не общего пользования или договора на подачу и уборку вагонов, либо на путях железнодорожной станции по договору между грузоотправителем и перевозчиком. Отправительский маршрут может состоять из вагонов одной маршрутной отправки или из нескольких групповых или повагонных отправок;

– *ступенчатые*, сформированные из вагонов, погруженных разными грузоотправителями на местах общего или не общего пользования, примыкающих к одной железнодорожной станции (*станционный ступенчатый маршрут*), одним грузоотправителем (владельцем железнодорожных путей не общего пользования) или разными грузоотправителями (владельцами железнодорожных путей не общего пользования) на нескольких железнодорожных станциях участка или железнодорожного узла (*участковый* или *узловой ступенчатый маршрут*).

По назначениям включаемых вагонов маршруты подразделяются:

- на *прямые* – на одну железнодорожную станцию назначения в адрес одного или нескольких грузополучателей (грузовые вагоны в адрес каждого получателя должны находиться в составе отдельной группой);

- в *распыление* – назначением на определенные перевозчиком (в том числе по просьбе грузоотправителей, грузополучателей) по согласованию с владельцем инфраструктуры пункты (станции) распыления маршрутов, где производится заадресовка вагонов (указание станции назначения и грузополучателя) до станции выгрузки в адрес конкретных грузополучателей;

- *назначением на станцию расформирования* – при оформлении перевозочных документов до конечной станции (станции выгрузки груза) с расформированием такого поезда на попутной технической станции по плану формирования поездов, либо назначением на станции одного участка выгрузки с подборкой вагонов группами по станциям назначения.

При переломе весовых норм в сторону уменьшения допускается формирование маршрутов из двух групп: 1) «ядра» назначением на станцию выгрузки; 2) в расформирование на техническую станцию.

По условиям обращения выделяются маршруты:

- *кольцевые* с постоянными составами, которые после выгрузки возвращаются на ту же станцию, участок, узел или отделение железной дороги под повторную погрузку;

- *технологические*, которые обращаются по установленным ниткам графика между предприятиями-отправителями и получателями с технологическими процессами основного производства, требующими регулярной (ритмичной) доставки грузов;

- *сложные кольцевые*, курсирующие по определённой перевозчиком технологической схеме, предусматривающей обратную загрузку вагонов на станциях, лежащих в пределах порожнего рейса состава, определённого перевозчиком.

В зависимости от схемы обращения кольцевые маршруты подразделяются на четыре типа:

- первый – маршруты, обращающиеся между двумя станциями (погрузки и выгрузки);

- второй – маршруты, обращающиеся между одной станцией погрузки и несколькими станциями выгрузки;

- третий – маршруты, обращающиеся между несколькими станциями погрузки и одной станцией выгрузки;

- четвёртый – маршруты, обращающиеся между тремя и более станциями погрузки и выгрузки.

Схемы использования внутридорожных кольцевых маршрутов из вагонов общего парка для перевозки грузов между разными станциями устанавливаются начальником дороги.

По полигонам обращения маршруты подразделяются:

– на *межгосударственные*, следующие от станций отправления (погрузки или формирования) до станций назначения (выгрузки или распыления) по железным дорогам двух и более государств (железнодорожных администраций);

– *внутридорожные*, следующие в пределах одной железной дороги.

По принадлежности подвижного состава отправительские маршруты организуются из вагонов:

– *общего парка Белорусской железной дороги* и государств – участников соглашения о совместном пользовании грузовыми вагонами (в соответствии с действующими правилами эксплуатации вагонов других государств);

– *собственных и арендованных* одного или нескольких грузоотправителей, грузополучателей и экспедиторов;

– *разной принадлежности* – комбинированные;

По расстановке включаемых вагонов маршруты подразделяются:

– на *групповые* с подборкой вагонов по станциям, участкам или получателям;

– *однотипные* без указанной подборки.

Отправительские и ступенчатые маршруты организуются из однородных и разнородных грузов.

Эффективность маршрутов оценивается путем сопоставления суммарных затрат времени и эксплуатационных расходов, имеющих место на станциях и участках погрузки (формирования) и выгрузки (расформирования) маршрутов; на участках следования поездов, участковых и сортировочных станциях, освобождаемых от переработки вагонов; на станциях перелома веса и длины составов. При оценке эффективности учитываются технические возможности станций по переработке вагонопотоков, следующих вне маршрутов, а также ослабление струй вагонопотоков на попутных станциях при выделении маршрутных назначений. Кроме того, учитываются потери доходов железной дороги при установлении для грузоотправителей понижающих коэффициентов к провозной плате за организацию отправительских маршрутов и предоставляемого неоплачиваемого времени пользования вагонами общего парка.

Достаточным условием для включения в план маршрутизации отдельной корреспонденции грузов являются дополнительные затраты на организацию маршрутов по сравнению с немаршрутным отправлением на станции погрузки  $\Delta \mathcal{E}_{сп(i)}$  и, если маршруты прямые, на станции выгрузки  $\Delta \mathcal{E}_{св(j)}$  не должны превышать экономии в пути следования  $\mathcal{E}_{эк}^{след}$  по каждому  $(i, j)$ -му назначению с мощностью вагонопотока  $n_{ij}$ , т. е.

$$\Delta \mathcal{E}_{сп(i)} + \Delta \mathcal{E}_{св(j)} \leq \mathcal{E}_{эк}^{след}(ij), \quad (5.1)$$

где  $\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}(i)}$ ,  $\Delta \mathcal{E}_{\text{св}(j)}$  – дополнительные затраты на организацию маршрутов по сравнению с немаршрутным отправлением на станции соответственно погрузки и выгрузки;  $\mathcal{E}_{\text{эк}(ij)}^{\text{след}}$  – экономия в пути следования по каждому  $(i, j)$ -му назначению мощностью вагонопотока  $n_{ij}$ .

При оценке маршрутов в распыление (расформирование), дополнительные затраты на станции выгрузки равны нулю  $\Delta \mathcal{E}_{\text{св}(j)} = 0$ . В этом случае достаточное условие принимает вид

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}(i)} \leq \mathcal{E}_{\text{эк}(ij)}^{\text{след}}. \quad (5.2)$$

Для оценки эффективности пропуска вагонопотока по участкам маршрутами определяется исходный вариант продвижения вагонов маршруто-способных назначений  $(i, j)$  предусматривающий их пропуск по Белорусской железной дороге согласно плану формирования поездов, с определением приходящихся на один вагон расходов  $E_{(ij)}$ , времени  $t_{(ij)}$  и расстояния следования  $L_{(ij)}$ .

Для оцениваемого маршрутного назначения  $(i, j)$  устанавливается маршрут его следования по участкам инфраструктуры Белорусской железной дороги. По каждому маршруту определяется количество технических станций, которые отправительские маршруты проходят без переработки по сравнению со следованием заданных вагонопотоков по действующему плану формирования однопутных поездов. Далее определяется экономия в пути следования на его продвижение по сравнению с немаршрутизированным вариантом, а также экономия на участках погрузки и выгрузки, если станции погрузки (выгрузки) не выделены для расчета плана формирования

$$\mathcal{E}_{\text{эк}(ij)}^{\text{след}} = \sum_{k=1}^K E_{\text{трк}k} + (E_{\text{уп}} + E_{\text{ув}}), \quad (5.3)$$

где  $\sum_{k=1}^K E_{\text{трк}k}$  – экономия от проследования транзитом попутных технических станций, на которых по плану формирования предусмотрена переработка, руб.;  $E_{\text{уп}}$  – экономия на участке погрузки, если станция погрузки не выделена для расчета плана формирования, руб.;  $E_{\text{ув}}$  – экономия на участке выгрузки, если станция выгрузки является станцией, не выделенной для расчета плана формирования и маршрут прямой, руб.

Экономия от проследования транзитом попутных технических станций

$$\sum_{k=1}^K E_{\text{трк}k} = n_{ij} \sum_{k=1}^K T_{\text{эк}e_{\text{в-ч},q}}, \quad (5.4)$$

где  $n_{ij}$  – мощность  $(i, j)$ -го назначения с грузом  $q$ , подлежащего маршрутизации,

вагонов;  $\sum_{k=1}^K T_{\text{ЭК}}$  – приведенная экономия времени на 1 вагон при пропуске

грузового поезда через техническую станцию Белорусской железной дороги без переработки, ч;  $K$  – количество технических станций, освобождаемых от переработки вагонов при следовании вагонов в маршрутах;  $e_{\text{в-ч},q}$  – расходная ставка грузеного вагоно-часа, определяемая с учетом рода груза  $q$ , руб.

Экономия на участке погрузки, если станция погрузки (выгрузки) не является технической станцией, выделенной для расчета плана формирования, определяется экономией от проследования промежуточных станций, на которых предусмотрена остановка местного поезда, осуществляющего доставку вагонов на станцию формирования поезда.

$$E_{\text{уп}} = n_{ij} \Delta T_{\text{уп}} \left( e_{\text{в-ч},q} + \frac{e_{\text{л-ч}}}{m} \right), \quad (5.5)$$

где  $\Delta T_{\text{уп}}$  – экономия от проследования промежуточных станций, на которых предусмотрена остановка местного поезда, осуществляющего доставку вагонов на станцию формирования;  $m$  – число вагонов в составе поезда на рассматриваемом участке;  $e_{\text{л-ч}}$  – расходная ставка локомотиво-часа, руб.

Экономия на участке выгрузки рассчитывается аналогично экономии на участке погрузки.

Общие дополнительные затраты  $\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}(i)}$ , связанные с маршрутизацией на станции погрузки для  $(i, j)$ -го назначения,

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}(i)} = \Delta t_{\text{сп}(i)} \sum_i n_{ij} e_{\text{в-ч},q} \cdot \quad (5.6)$$

где  $\Delta t_{\text{сп}(i)}$  – дополнительное время простоя вагонов с грузом  $q$  на станциях погрузки  $i$  при маршрутизации по сравнению с немаршрутной погрузкой, ч.

Общие дополнительные затраты на станции выгрузки  $\Delta \mathcal{E}_{\text{св}(j)}$  при организации прямых маршрутов для  $(i, j)$ -го назначения

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{св}(j)} = \Delta t_{\text{св}(j)} \sum_i n_{ij} e_{\text{в-ч},q}, \quad (5.7)$$

где  $\Delta t_{\text{св}(j)}$  – средний дополнительный простой вагона с грузом  $q$  на станции выгрузки  $j$  при маршрутном прибытии по сравнению с немаршрутным, ч.

### Пример расчета

Дать оценку эффективности организации маршрутов со станции Барбаров. Плановые среднесуточные вагонопотоки, отправляемые со станции Барбаров, приведены в таблице 5.1.

**Таблица 5.1 – Среднесуточные плановые вагонопотоки отправляемые со станции Барбаров по назначениям**

Станция назначения	Пункт перехода	Дорога назначения	Число вагонов
Вентспилс	Бигосово	Латвийская ж. д.	114
Новолукомль	–	БЧ	20
Клайпеда	Гудогай	Литовская ж. д.	120
Белозерск	–	БЧ	20

В расчетах принимаются следующие параметры:

- дополнительное время простоя на станции Барбаров при маршрутизации по сравнению с немаршрутной погрузкой  $\Delta t_{\text{сп}} = 0,9$  ч;
- экономия времени на участке погрузки  $\Delta T_{\text{уп}} = 4,5$  ч;
- средний дополнительный простой вагона с грузом на станции выгрузки при маршрутном прибытии по сравнению с немаршрутным  $\Delta t_{\text{св}} = 2,5$  ч;
- экономия времени на участке выгрузки, если станция выгрузки промежуточная и маршрут прямой,  $\Delta T_{\text{ув}} = 3$  ч;
- приведенная экономия на 1 вагон при пропуске грузового поезда через техническую станцию Белорусской железной дороги без переработки (таблица 5.2).

Для оценки эффективности организации маршрутов со станции Барбаров, необходимо составить динамическую карту следования вагонопотоков (рисунок 5.1). Маршрут следования устанавливается на основе действующего плана формирования поездов в межгосударственном и внутриреспубликанском сообщениях (рисунок 5.2). На динамическую карту наносится маршрут следования грузовых поездов и отмечаются технические станции, освобождаемые от переработки вагонов при следовании вагонов в маршрутах.

Таким образом, согласно рисункам 5.1, 5.2 от переработки вагонов освобождаются следующие технические станции: маршрут № 1 Калинковичи – Могилев; маршрут № 2 Калинковичи – Могилев – Орша; маршрут № 3 Калинковичи – Жлобин – Осиповичи – Минск; маршрут № 4 Калинковичи – Лунинец – Брест.

**Таблица 5.2 – Приведенная экономия на 1 вагон при пропуске грузового поезда через техническую станцию Белорусской железной дороги без переработки**

Техническая станция	$T_{\text{экс}}$ , ч	Техническая станция	$T_{\text{экс}}$ , ч
Калинковичи	5,2	Брест	5,5
Жлобин	5,3	Витебск	5,1
Могилев	5,5	Полоцк	5,4
Лунинец	5,0	Крулевщина	4,8
Слуцк	5,1	Осиповичи	5,3
Лида	4,7	Орша	4,8
Волковыск	5,4	Минск	4,9
Барановичи	5,6	Молодечно	5,3



Рисунок 5.1 – Динамическая карта следования вагонопотоков со станции Барбаров

Далее, согласно условию (5.1), определяется эффективность маршрутных назначений.

Экономия в пути следования  $\mathcal{E}_{\text{ЭК}}^{\text{след}}$  для маршрутного назначения № 1

$\mathcal{E}_{\text{ЭК}}^{\text{след}}(ij) = n_{ij} \sum_{k=1}^K T_{\text{ЭК}} e_{\text{в-ч},q} + E_{\text{уп}}$ , так как станция выгрузки является технической ( $E_{\text{ув}} = 0$ ).

Экономия на участке погрузки определяется по формуле (5.5):

$$E_{\text{уп}} = 114 \cdot 4,5 \left( 1820 + \frac{37910}{59} \right) = 1263284 \text{ руб.}$$

Экономия в пути следования

$$\mathcal{E}_{\text{ЭК}}^{\text{след}}(ij) = 114(5,2 + 5,5) \cdot 1820 + 1263284 = 3483320 \text{ руб.}$$

Расходная ставка груженого вагоно-часа, определяется с учетом рода груза (нефтепродукты)  $e_{\text{в-ч},q} = 1820$  руб.



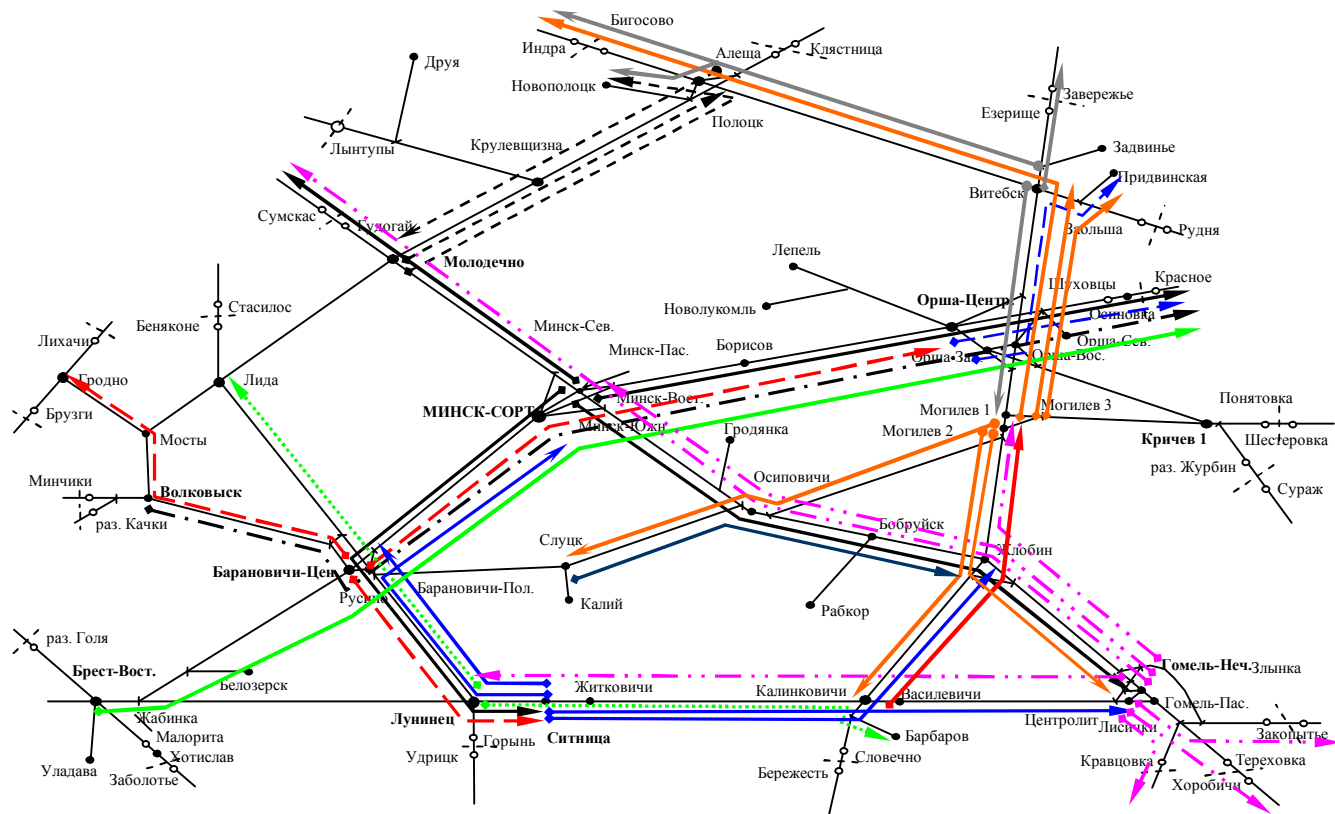


Рисунок 5.2 – План формирования сквозных поездов на Белорусской железной дороге

Общие дополнительные затраты, связанные с маршрутизацией на станции Барбаров,

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}}(i) = 0,9 \cdot 114 \cdot 1820 = 186732 \text{ руб.}$$

Общие дополнительные затраты на станции Вентспилс,

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{св}}(j) = 2,5 \cdot 114 \cdot 1820 = 51870 \text{ руб.}$$

Таким образом, выполняется условие (5.1):

$$186732 + 51870 < 3483320.$$

Следовательно, организация маршрута со станции Барбаров на станцию Вентспилс экономически эффективна.

Аналогично осуществляется оценка организации маршрута № 3 со станции Барбаров до станции Клайпеда.

### **Маршрут № 3:**

Экономия на участке погрузки

$$E_{\text{уп}} = 120 \cdot 4,5 \left( 1820 + \frac{37910}{59} \right) = 1329772 \text{ руб.}$$

Экономия в пути следования

$$\mathcal{E}_{\text{эк}}^{\text{след}} = 120(5,2 + 5,3 + 5,3 + 4,9) \cdot 1820 + 1329772 = 5850652 \text{ руб.}$$

Общие дополнительные затраты, связанные с маршрутизацией на станции Барбаров,

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}}(i) = 0,9 \cdot 120 \cdot 1820 = 196560 \text{ руб.}$$

Общие дополнительные затраты на станции Клайпеда,

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{св}}(j) = 2,5 \cdot 120 \cdot 1820 = 546000 \text{ руб.}$$

Таким образом, выполняется условие (5.1)

$$196560 + 546000 < 5850652.$$

Следовательно, организация маршрута на станцию Клайпеда экономически эффективна.

Для оценки организации маршрута № 2 (Барбаров –Новолукомль) необходимо определить экономию на участках погрузки и выгрузки, так как станции не являются техническими станциями Белорусской железной дороги.

Экономия на участке погрузки

$$E_{\text{уп}} = 20 \cdot 4,5 \left( 1820 + \frac{37910}{59} \right) = 221628 \text{ руб.}$$

Экономия на участке выгрузки определяется по формуле (5.5):

$$E_{\text{ув}} = 20 \cdot 3 \left( 1820 + \frac{37910}{50} \right) = 154692 \text{ руб.}$$

Экономия в пути следования

$$\mathcal{E}_{\text{эк}}^{\text{след}} = 20(5,2 + 5,5 + 4,8) \cdot 1820 + 221628 + 154692 = 940520 \text{ руб.}$$

Общие дополнительные затраты, связанные с маршрутизацией на станции Барбаров по маршруту № 2,

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}(i)} = 0,9 \cdot 20 \cdot 1820 = 32760 \text{ руб.}$$

Общие дополнительные затраты, на станции Новолукомль,

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{св}(j)} = 2,5 \cdot 20 \cdot 1820 = 91000 \text{ руб.}$$

Таким образом, выполняется условие (5.1):

$$32760 + 91000 < 940520.$$

Следовательно, организация маршрута со станции Барбаров на станцию Новолукомль экономически эффективна.

Аналогичным образом определяется целесообразность организации **маршрута № 4** (Барбаров – Белоозерск):

Экономия на участке погрузки

$$E_{\text{уп}} = 20 \cdot 4,5 \left( 1820 + \frac{37910}{59} \right) = 221628 \text{ руб.}$$

Экономия на участке выгрузки

$$E_{\text{ув}} = 20 \cdot 3 \left( 1820 + \frac{37910}{54} \right) = 151322 \text{ руб.}$$

Экономия в пути следования

$$\mathcal{E}_{\text{эж}}^{\text{след}} = 20(5,2 + 5,0 + 5,5) \cdot 1820 + 221628 + 151322 = 944430 \text{ руб.}$$

Общие дополнительные затраты, связанные с маршрутизацией на станции Барбаров по маршруту № 4,

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{сп}(i)} = 0,9 \cdot 20 \cdot 1820 = 32760 \text{ руб.}$$

Общие дополнительные затраты на станции Белоозерск

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{св}(j)} = 2,5 \cdot 20 \cdot 1820 = 91000 \text{ руб.}$$

Таким образом, выполняется условие (5.1):

$$32760 + 91000 < 944430.$$

Следовательно, организация маршрута со станции Барбаров на станцию Белоозерск экономически эффективна.

Таким образом, все рассматриваемые назначения, формируемые станцией Барбаров, можно эффективно организовать в маршрутах.

### Контрольные вопросы

- 1 Назовите признаки классификации маршрутов и их основные виды.
- 2 Сформулируйте достаточное условие эффективности назначения маршрутных назначений.
- 3 Как определяется экономия в пути следования, возникающая при организации маршрутных назначений?
- 4 Какие дополнительные затраты возникают при организации маршрутов?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Кузнецов, В. Г.** Организация работы железнодорожных вокзалов : учеб. пособие / В. Г. Кузнецов, Л. А. Редько, И. М. Литвинова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 247 с.
- 2 **Грунтов, П. С.** Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок / П. С. Грунтов. – М. : Транспорт, 1994. – 542 с.
- 3 **Кочнев, Ф. П.** Пассажи́рские перевозки на железных дорогах / Ф. П. Кочнев. – М. : Транспорт, 1980. – 406 с.
- 4 **Авдовский, А. А.** Организация железнодорожных пассажирских перевозок : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / А. А. Авдовский, А. С. Бадаев, К. А. Белов ; под ред. В. А. Кудрявцева. – М. : Академия, 2004. – 256 с.
- 5 **Пазойский, О. О.** Организация пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте (в примерах и задачах) / О. О. Пазойский, Л. С. Рябуха, В. Г. Шубко. – М. : Транспорт, 1991. – 240 с.
- 6 Совершенствование пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте / А. А. Колесов [и др.]. – М. : Транспорт, 1991. – 143 с.
- 7 **Сыцко, П. А.** Пассажи́рские перевозки : учеб. пособие / П. А. Сыцко, И. Г. Тихомиров, В. Е. Ярмоленко. – Гомель : БелИИЖТ, 1986. – 58 с.
- 8 **Колпаков, В. С.** Совершенствование пассажирских перевозок / В. С. Колпаков, В. Г. Шубко. – М. : Транспорт, 1983. – 191 с.
- 9 Пассажи́рские перевозки на железнодорожном транспорте : справ. / А. В. Крейнин [и др.]; под ред. Г. В. Фомина. – М. : Транспорт, 1990. – 224 с.
- 10 **Правдин, Н. В.** Технология работы вокзалов и пассажирских станций / Н. В. Правдин, Л. С. Рябуха, В. И. Лукашев. – М. : Транспорт. 1990. – 319 с.
- 11 Рекомендации по проектированию вокзалов / Минстрой России, ЦНИИП градостроительства. – М. : ГУП ЦПП, 1997. – 60 с.
- 12 Техническое нормирование маневровой работы : учеб.-метод. пособие по дипломному, курсовому проектированию и расчетно-графическим работам / В. Г. Кузнецов, Ф. П. Пищик ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – 2-е изд., стереотип. – Гомель : БелГУТ, 2006. – 83 с.
- 13 **Лемешко, В. Г.** Инновационные технологии на железнодорожном транспорте (теория, практика, перспективы) / В. Г. Лемешко, И. Н. Шапкин. – М. : ВИНТИ РАН, 2012. – 446 с.; ил.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

**Нормы времени и переводные коэффициенты на работы, выполняемые билетными кассирами в пунктах продажи проездных документов (билетов)**

Содержание работы	Норма времени, ч	Переводные коэффициенты
<i>Межрегиональное, международное сообщение (только страны СНГ и Балти)</i>		
1 Оформление проездных документов:		
– билет полный	0,050	1,00
– по воинским требованиям	0,062	1,24
– льготный, бесплатный	0,061	1,22
– по ранее принятому заказу	0,037	0,74
– групповой	0,125	2,50
2 Возврат проездных документов	0,058	1,16
3 Гашение проездных документов	0,035	0,70
4 Переоформление проездного документа	0,075	1,50
5 Бронирование проездного документа	0,029	0,58
6 Оформление проездных документов по безналичному расчету	0,107	2,14
7 Квитанция за провоз ручного багажа и живности	0,034	0,68
8 Выдача справки	0,015	0,30
<i>Международное сообщение (третьи страны, кроме стран СНГ и Балтии)</i>		
1 Оформление проездных документов:		
– билет полный (билет + плацкарта)	0,093	1,86
– билет	0,072	1,44
– плацкарта	0,078	1,56
– бронирование	0,047	0,94
<i>Региональное сообщение (пригородное)</i>		
1 Оформление проездного документа (билета) на билетопечатающей машине:		
– полного	0,0065	1,00
– льготного	0,0078	1,20
– гашение	0,0050	0,77
– бесплатного	0,0078	1,20
– транзитного	0,0181	2,79
2 Выдача справки пассажиру	0,0042	0,65
3 Оформление квитанции за провоз ручного багажа и живности	0,0133	2,05
4 Оформление проездного документа (билета) через систему «Экспресс»:		
– полного	0,031	4,77
– абонементного	0,038	5,85
– абонементного льготного	0,045	6,92
– выходного дня	0,016	2,46

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(справочное)

**Нормы площадей пассажирских помещений вокзалов**

Таблица Б.1 – Площади пассажирских помещений вокзалов дальнего следования

В метрах квадратных

Помещение	Расчетная вместимость вокзалов, чел.										
	25	50	100	200	300	500	700	900	1200	1500	2000
<b>Пассажирские помещения основного назначения</b>											
Вестибюль, операционный (кассовый) зал	–	–	–	–	189	315	441	529	706	882	1082
Вестибюль, операционный (кассовый) зал, зал ожидания (объединенный)	50	82	165	330	–	–	–	–	–	–	–
Зал (залы) ожидания	–	–	–	–	217	361	505	615	821	1026	1292
Комнаты (зал) для пассажиров с детьми	–	15	30	48	72	146	169	199	231	262	295
Кассы билетно-багажные (6 м <sup>2</sup> на 1 кассу)	6	6	6	12	–	–	–	–	–	–	–
	1	1	1	2	–	–	–	–	–	–	–
Кассы билетные (6 м <sup>2</sup> на 1 кассу)	–	–	–	–	18	24	30	36	42	48	66
	–	–	–	–	3	4	5	6	7	8	11
Кассы багажные (6 м <sup>2</sup> на 1 кассу)	–	–	–	–	6	6	6	12	12	12	18
	–	–	–	–	1	1	1	2	2	2	3
Справочное бюро (7 м <sup>2</sup> на 1 кабину)	–	–	–	–	7	7	7	14	14	21	21
	–	–	–	–	1	1	1	2	2	3	3
Камеры хранения	12	26	50	94	155	253	351	469	597	742	976
<b>Помещения дополнительного обслуживания пассажиров</b>											
Помещения для посетителей предприятий общественного питания	–	21	26	31	52	100	145	175	215	260	345
Буфет	–	–	–	–	12	15	25	30	35	40	50
Комнаты длительного пребывания пассажиров	–	–	–	–	–	128	166	257	338	425	508
Медицинский пункт	–	–	–	–	43	47	47	49	64	72	77
Отделение связи	–	–	26	26	26	26	26	52	78	78	104
Киоски печати (из расчета 10 м <sup>2</sup> на 1 киоск)	10	10	20	20	30	30	40	50	60	60	60
	1	1	2	2	3	3	4	5	6	6	6
Парикмахерские, туалеты, курительные	–	12	12	38	85	95	122	150	185	210	240
<b>Служебные и вспомогательные помещения</b>											
Служебные помещения	35	35	80	100	245	315	350	520	600	625	725
Производственные и вспомогательные помещения	–	10	10	12	80	119	158	332	392	417	473
<b>Итого</b>	<b>125</b>	<b>215</b>	<b>450</b>	<b>925</b>	<b>1230</b>	<b>2035</b>	<b>2696</b>	<b>3460</b>	<b>4390</b>	<b>5180</b>	<b>7240</b>

Таблица Б.2 – Площади пассажирских помещений вокзалов регионального сообщения

В метрах квадратных

Помещение	Расчетная вместимость вокзалов, чел.							
	100	200	300	500	700	900	1200	Св. 1200
Вестибюль, операционный или кассовый зал	20	40	60	90	135	160	210	ТЭО
Зал ожидания, включая площадь для камер хранения и для торговых предприятий	40	85	126	195	275	342	452	
Производственные и складские помещения	10	15	15	20	20	35	35	
Туалеты	13	18	24	30	35	42	48	
Радиоузел с дикторской	–	–	–	8	8	10	10	
Служебные помещения	–	–	10	10	10	12	12	
Прочие помещения	10	20	30	50	65	80	95	

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(справочное)

**Значения коэффициентов для определения технологического времени на расстановку вагонов в составе в соответствии с требованиями ПТЭ**

Среднее число расцепок вагонов в составах $\rho_0$	Значения коэффициентов			
	В	Е	Ж	И
0	–	–	1,80	0,300
0,05	0,16	0,03	1,91	0,314
0,10	0,32	0,03	2,02	0,328
0,15	0,48	0,03	2,13	0,342
0,20	0,64	0,04	2,24	0,356
0,25	0,80	0,05	2,35	0,370
0,30	0,96	0,06	2,46	0,384
0,35	1,12	0,07	2,60	0,398
0,40	1,28	0,08	2,68	0,412
0,45	1,44	0,09	2,79	0,426
0,50	1,60	0,10	2,90	0,440
0,55	1,76	0,11	3,01	0,454
0,60	1,92	0,12	3,12	0,468
0,65	2,08	0,13	3,23	0,482
0,70	2,24	0,14	3,34	0,496
0,75	2,40	0,15	3,45	0,510
0,80	2,56	0,16	3,56	0,524
0,85	2,72	0,17	3,67	0,538
0,90	2,88	0,18	3,78	0,552
0,95	3,04	0,19	3,89	0,566
1,00	3,20	0,20	4,00	0,580



Учебное издание  
*ЛИТВИНОВА Ирина Михайловна*

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА**  
Часть 1  
Практикум

Редактор *А. А. Павлюченкова*  
Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 14.04.2006 г. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 6,28. Уч. -изд. л. 5,64. Тираж 300 экз.  
Зак. № . Изд. № 4269