

**РОСЖЕЛДОР**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ростовский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО РГУПС)**

---

В.Н. Зубков, Н.Н. Мусиенко

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОЙ.**

**ПЛАН ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ**

Учебное пособие

Часть 3

*Утверждено учебно-методическим советом университета*

Ростов-на-Дону  
2016

УДК 656.22.07(0.7) + 06

Рецензенты: начальник технического отдела Северо-Кавказской дирекции управления движением И.А. Сарапулов;  
кандидат технических наук, профессор  
А.И. Филоненков (РГУПС)

**Зубков, В.Н.**

Управление эксплуатационной работой. План формирования поездов: учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 3 / В.Н. Зубков, Н.Н. Мусиенко; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2016. – 126 с.: ил. – Библиогр: с. 102.

ISBN 978-5-88814-472-5

Изложены основные принципы организации, управления и технологии работы железнодорожных участков и направлений с учетом максимального внедрения механизации и автоматизации в производственные процессы. Освещены вопросы совершенствования методов расчета плана формирования всех категорий поездов.

Рекомендации, содержащиеся в учебном пособии, могут быть полезными для специалистов транспортных отраслей, аспирантов, студентов всех курсов очной и заочной формы обучения специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» и аспирантов факультета «Управление процессами перевозок» при выполнении курсовых и дипломных работ, решении задач по совершенствованию организации перевозочного процесса на подразделениях железнодорожного транспорта и организации самостоятельной работы студентов.

Одобрено к изданию кафедрой «Управление эксплуатационной работой».

ISBN 978-5-88814-472-5

© Зубков В.Н., Мусиенко Н.Н., 2016  
© ФГБОУ ВО РГУПС, 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Как известно, на сети дорог продолжается концентрация грузопотоков на наиболее напряженных направлениях сети с почти исчерпанными пропускными способностями. Динамичный рост парка грузовых вагонов в условиях ограниченных пропускных способностей лимитирующих станций и участков сети привел к существенным потерям в перевозочном процессе. Увеличивается количество временно отставленных от движения поездов, значительную долю в числе которых составляют маршруты порожних вагонов различных собственников, не востребованные под погрузку. Значителен объем предъявления претензий, связанных с уплатой пени за просрочку доставки грузов.

В этих условиях не должна ослабевать системная работа по предотвращению эксплуатационных затруднений и минимизации экономических потерь. Прежде всего это дальнейшая практическая реализация Единого сетевого технологического процесса железнодорожных грузовых перевозок (ЕСТП), который предусматривает поэтапный переход на инновационную технологию организации движения грузовых поездов по расписанию. Соблюдение нитки грузового поезда должно обеспечиваться технологией организации вагонопотоков, поездообразованием в узле, планированием поездной работы в диспетчерском центре.

Комплексная интегрированная технология управления движением грузовых поездов по расписанию, полигон применения которой расширяется, увязывает все составляющие эксплуатационной работы. Предусматривается организация движения по суточным энергооптимальным графикам. Сегодня специализированные расписания выделены не только для устойчивых корреспонденций прямых отправительских маршрутов. На сети курсируют по расписанию ступенчатые и технические маршруты, организованные в узлах на базе календарного планирования и согласованного подвода вагонов. Продолжается работа с консолидированным парком полувагонов, который передан на технологический аутсорсинг, что приводит к улучшению показателей за счёт повышения уровня маршрутизации и оптимизации плана формирования поездов.

Совершенствование технологии организации вагонопотоков в поезда позволит обеспечить устойчивое положение железных дорог на рынке транспортных услуг и высокие финансовые результаты их деятельности.

Для этого, используя нормативную базу, на основе современных методов необходимо разработать: порядок направления вагонопотоков; планы формирования поездов и отправительских маршрутов и др.

При этом необходимо уделять внимание требованиям владельцев грузов к качеству перевозок, особенно по срокам доставки с учетом специфики их транспортировки, а также сокращению издержек сортировочной и поездной работы за счет взаимодействия железнодорожных узлов и направлений.

С целью сокращения расходов осуществляется концентрация переработки вагонов на крупных сортировочных станциях, изменяется их специализация:

- часть станций занимается переработкой вагонов по направлениям;
- другие – подготовкой и заменой групп подборки местных поездов для портов и подъездных путей.

Разработка плана формирования всех категорий поездов требует новой системы расчетных параметров, призванных учитывать нестабильность перевозок и стоимостные оценки транспортировки различных родов грузов, обеспечивающие возможность использования одних и тех же параметров для решения всего комплекса задач, связанных с организацией вагонопотоков.

Следует предусмотреть порядок оперативного планирования назначения поездов, согласованного подвода вагонов к станциям формирования.

Управление вагонопотоками на направлениях в условиях пропуска грузовых поездов по твердым расписаниям будет эффективным при комплексном планировании поездообразования, охватывающем одновременно все станции формирования в пределах реальной глубины информации.

# 1 ОРГАНИЗАЦИЯ ВАГОНПОТОКОВ

## 1.1 Общие сведения о плане формирования

### 1.1.1 Назначение и задачи плана формирования поездов

Как известно, в настоящее время существует единое транспортное пространство железных дорог России и стран СНГ. При этом около 7000 станций выполняют грузовые операции, некоторые из них корреспондируют с 10–25 станциями. В связи с этим нужна хорошо продуманная система перемещения вагонов от станции погрузки до станции выгрузки, которая определяла бы места зарождения поездов и порядок их формирования, пункты перехода вагонов из одной категории поездов в другую (рис. 1.1). Такая система носит название «план формирования поездов».

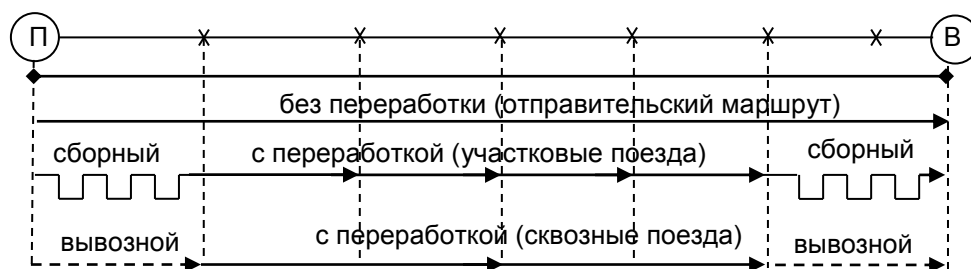


Рисунок 1.1 – Система организации вагонопотоков на направлении

План формирования – наиболее целесообразное объединение вагонов различных назначений в поезда определенных категорий. В нем указывается, какие поезда, из каких вагонов и на какие назначения должна формировать каждая станция, а также, какие поезда расформировывать или пропускать без переработки. Он является единым технологическим процессом работы станций всех железнодорожных направлений.

Организация и порядок направления вагонопотоков являются важнейшей технологической задачей эксплуатационной работы железнодорожного транспорта. Организация вагонопотоков в поезда должна обеспечивать устойчивое положение железных дорог на рынке транспортных услуг, минимальные расходы на перевозки, соблюдение нормативных сроков доставки грузов, а также запросы грузоотправителей и грузополучателей.

К **основным задачам**, решаемым планом формирования (ПФ) поездов, относятся:

- повышение транзитности вагонопотоков (т.е. уменьшение переработок в пути следования);
- сокращение простоя вагонов на станциях и прежде всего под накоплением;
- рациональное распределение сортировочной работы между техническими станциями;

- сокращение маневровой работы на технических станциях;
- выбор наиболее экономически выгодных маршрутов следования;
- снижение транспортных расходов;
- обеспечение доставки грузов в установленные сроки или время;
- оптимальное размещение и развитие технических станций и др.

При составлении плана формирования учитываются:

- установленные на дорогах направления следования грузов в местном и транзитном сообщениях;
- согласованные размеры движения грузовых поездов по междорожным и межгосударственным стыковым пунктам;
- перечень отправительских маршрутов;
- нормы длины и веса поездов;
- технология работы операторов – перевозчиков, осуществляющих перевозки на инфраструктуре дорог;
- техническое развитие станций;
- технологические процессы работы станций дорог;
- устройства и оборудование инфраструктуры дорог.

**Решению задач оптимальной организации вагонопотоков** предшествует:

- изучение факторов, влияющих на затраты, зависящие от организации вагонопотоков;
- разработка методики нормирования этих затрат;
- установление критериев оптимальной организации вагонопотоков;
- разработка методики расчета ПФ, позволяющей найти вариант с наименьшими затратами по принятым критериям.

**План формирования** должен обеспечить оптимальную и экономичную организацию вагонопотоков в поезда с максимальной концентрацией сортировочной работы на станциях, имеющих высокопроизводительную технологию работы. План формирования является связующим звеном между хозяйственными предприятиями и железной дорогой. Он увязывает грузопотоки с графиком движения поездов. Им в конечном итоге определяются методы эксплуатационной деятельности всех подразделений ж.-д. транспорта.

### 1.1.2 Исходные данные для расчета плана формирования

К **исходным данным** относятся:

- 1 План перевозок грузов в форме таблицы-«шахматки» межгосударственных вагонопотоков.
- 2 План перевозок в форме таблицы-«шахматки» междорожных вагонопотоков.
- 3 Среднесуточные межстанционные вагонопотоки, имеющие одну станцию зарождения и одну погашения.
- 4 Данные о техническом оснащении станций и участков.
- 5 Схемы обращения локомотивов и работы локомотивных бригад.

- 6 Число сортировочных путей по техническим станциям.
- 7 Технологические процессы станций.
- 8 Технологические нормативы: простои вагонов с переработкой, под накоплением.
- 9 Расчетные нормативы (средний состав поезда ( $m_c$ ), приведенная экономия от проследования одного вагона без переработки попутной технической станции ( $T_{эк}$ ), затраты вагоно-часов на накопление составов одного назначения ( $ct_i$ ), вес состава ( $Q$ ) и др.).
- 10 Перерабатывающая способность станции ( $N_{пер}$ ).
- 11 Анализ действующего ПФ (выявление недостатков, диспропорций, отступлений от ПФ, изменений ПФ и др.)

### 1.1.3 Последовательность расчета плана формирования

Различают межгосударственный, внутрисетевой и внутридорожный ПФ поездов. Расчет ПФ поездов ведется в следующей последовательности:

- 1 Установление исходных данных (груженых и порожних вагонопотоков, нормативов).
- 2 Распределение вагонопотоков по параллельным ж.-д. ходам.
- 3 Разработка ПФ с мест погрузки.
- 4 Разработка ПФ из порожних, скорых и ускоренных поездов.
- 5 Разработка ПФ для опорных технических станций (сетевой ПФ).
- 6 Разработка внутридорожного ПФ.
- 7 Оформление ПФ.

### 1.1.4 Классификация грузовых поездов

Впервые система организации вагонопотоков зародилась в России. Первоначально она сводилась к тому, что поезда останавливались на каждой станции, затем часть поездов стали обращаться без остановки между двумя соседними крупными станциями (т.о. появились сборные и участковые поезда).

В настоящее время грузовые поезда классифицируются: по условиям формирования и проследования до станций назначения, состоянию включаемых в них вагонов, числу групп в составе, по роду перевозок и скорости движения.

**По условиям формирования грузовые поезда** делят на:

- поезда, формируемые на сортировочных, участковых и грузовых станциях без участия грузоотправителя;
- **маршруты** установленного веса и (или) длины, организованные с мест погрузки (выгрузки), с обязательным освобождением не менее одной станции от переработки вагонов, предусмотренной планом формирования грузовых поездов.

**По условиям формирования маршруты** подразделяются на тех-

### **нические и отправительские.**

**Технические** – сформированные на путях общего пользования, следующие на одну станцию назначения из вагонов, объединенных по конкретному признаку (род груза, род или принадлежность подвижного состава и др.).

#### **Отправительские:**

а) **прямые** – сформированные на одной станции погрузки одним грузоотправителем назначением на одну станцию выгрузки в адрес одного или нескольких грузополучателей (вагоны в адрес каждого получателя должны находиться в составе маршрута отдельной группой);

б) **кольцевые** – с постоянными составами, которые после выгрузки возвращаются на ту же станцию или подразделение дороги под повторную погрузку;

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

г) **в расформирование** – сформированные на одной станции погрузки одним грузоотправителем и направляемые на станции расформирования с включением вагонов на станции выгрузки в соответствии с планом формирования грузовых поездов;

д) **в распыление** – сформированные на одной станции погрузки одним грузоотправителем назначением на определенные перевозчиком (в том числе по просьбе грузоотправителей, грузополучателей) по согласованию с владельцем инфраструктуры станции распыления маршрутов, на которых будет производиться «заадресовка» (указание станции и конкретного грузополучателя) вагонов.

#### **Ступенчатые:**

а) **прямые** – сформированные на одной станции несколькими грузоотправителями назначением на одну станцию выгрузки в адрес одного или нескольких грузополучателей (вагоны в адрес каждого получателя должны находиться в составе маршрута отдельной группой);

б) **в расформирование** – сформированные на одной или нескольких станциях железной дороги, одним или несколькими грузоотправителями, направляемые на станции расформирования с включением вагонов на станции выгрузки в соответствии с планом формирования грузовых поездов.

Величина и масса маршрутов должны соответствовать нормативам, установленным графиком движения поездов. Допускается, в исключительных случаях, отклонение от установленных норм в сторону уменьшения длины маршрута не более чем на один физический вагон.

**Поезда**, формируемые без участия грузоотправителя на сортировочных, участковых, а также на грузовых станциях, **по условиям проследования от станции формирования до станции назначения** подразделяются на:

а) **сквозные** – следующие без переработки через одну или несколько участковых или сортировочных станций;

б) **участковые** – следующие без переформирования по одному



участку;

в) **сборные** – для развоза и сбора вагонов по промежуточным станциям.

Сборные поезда формируются с подборкой вагонов по станциям участка. Схема их формирования и порядок работы на промежуточных станциях устанавливается в соответствии с технологическим процессом организации местной работы начальником службы движения с учетом наименьшей маневровой работы на промежуточных станциях и дифференцированных перегонных весовых норм.

**Разновидностями сборных поездов являются:**

-**зонные** – с работой на нескольких промежуточных станциях одного участка;

-**удлиненные** – с работой на промежуточных станциях двух смежных участков;

-**сборно-участковые** – следующие по нескольким участкам, с работой на промежуточных станциях одних участков и проходящие транзитом другие участки. Сборно-раздаточные вагоны для приема и выдачи мелких отправок на промежуточных станциях ставятся в сборные поезда отдельной группой. Погрузка и выгрузка этих вагонов на станциях участка, как правило, производится в пределах времени стоянки сборного поезда;

г) **вывозные** – следующие с сортировочной или участковой до отдельных промежуточных (грузовых) станций примыкающего участка или обратно с отдельных промежуточных (грузовых) станций до ближайшей сортировочной или участковой станции;

д) **передаточные** – следующие между станциями, входящими в один узел, и обслуживаемые парком специальных передаточных локомотивов;

е) **диспетчерские локомотивы** – назначаемые при незначительной погрузке и выгрузке на промежуточных станциях участка, а также в дополнение к сборным поездам.

**По состоянию включаемых вагонов поезда формируются:**

- **из груженых вагонов;**

- **из порожних вагонов** – отдельно по роду подвижного состава, а цистерн – по виду налива;

- **комбинированные** – из груженых и порожних вагонов.

Специальные порожние вагоны и цистерны, а также вагоны, принадлежащие странам СНГ, следующие на дороги приписки при перевозочных документах, включаются в грузовые поезда по плану формирования.

**По числу групп в составе поезда подразделяются на:**

- **однотупные** – на одну станцию назначения (выгрузки или расформирования);

- **групповые** – из двух или более подобранных групп вагонов на разные станции назначения.

В необходимых случаях устанавливается формирование групповых поездов из вагонов назначением на одну станцию с подборкой по маневровым районам, сортировочным системам, по роду и состоянию подвижного состава и другим признакам. Количество групп и порядок их расположения в составе устанавливается планом формирования поездов.

**По роду перевозок и скорости движения** формируются **скорые и ускоренные поезда** (унифицированные по всему пути следования весовой нормой) с повышенной маршрутной скоростью, к которым относятся поезда для перевозки: контейнеров, контрейлеров, скоропортящихся грузов в рефрижераторных вагонах и рефрижераторных контейнерах, живности, овощей и фруктов в крытых вагонах, а также вагонов с другими грузами повышенной срочности доставки.

Ускоренные грузовые поезда формируются и пропускаются на всем пути следования установленной нормой веса и (или) длины для каждого назначения.

**Контейнерный поезд** – поезд установленной длины, сформированный из вагонов с груженными и (или) порожними контейнерами.

Контейнерный поезд может формироваться из контейнеров, погруженных одним или несколькими грузоотправителями на грузовых, припортовых и пограничных станциях, имеющих контейнерные пункты, в том числе на местах необщего пользования, в адрес одного или нескольких получателей.

**По числу групп в составе контейнерные поезда подразделяются на:**

- **одногруппные** – на одну станцию назначения;
- **групповые** – из основного ядра, назначением на конечную станцию, и прицепных групп вагонов с контейнерами на станции по маршруту следования поезда.

**Контрейлерный поезд** – поезд установленной длины, сформированный из специализированных вагонов-платформ для перевозки автотранспортных средств и пассажирских вагонов (предназначенных для сопровождающего персонала), загруженных на станции отправления на одну или несколько станций назначения без переработки в пути следования на сортировочных станциях, с возможностью прицепки и отцепки в пути следования прицепной группы.

**Организация движения контрейлерного поезда может осуществляться по следующим видам маршрутов:**

- **между двумя станциями** – станцией отправления (загрузки) и станцией назначения (выгрузки);
- **между несколькими станциями** – станцией отправления (загрузки), с погрузкой/выгрузкой на установленных станциях по маршруту следования поезда и станцией назначения (выгрузки).

Маршрут следования международных контейнерных, контрейлерных поездов и условная длина поезда согласовываются причастными структурными подразделениями.

Отправление и пропуск ускоренных грузовых, контейнерных, контрейлерных поездов производится по расписаниям, установленным для этих поездов.

Порожние и груженые маршруты в составе 28–30 изотермических вагонов (7 пятивагонных рефрижераторных секций) на всем пути следования не пополняются другими вагонами и не учитываются в числе неполновесных и неполносоставных.

Отдельные рефрижераторные секции, сцепы из рефрижераторных контейнеров, вагоны-термосы, цистерны-термосы, ИВ-термосы, крытые со скоропортящимся грузом в груженом и порожнем состоянии должны следовать по установленному порядку направления вагонопотоков и плану формирования грузовых поездов. Массовая перевозка живности производится, как правило, в специально оборудованных вагонах. Маршрут следования вагонов с живностью согласовывается перевозчиком с учетом возможности поения животных водой.

### 1.1.5 Вес и длина грузовых поездов

**Поезда** формируются из вагонов определенных назначений и установленными графиком движения нормой веса и длины. В зависимости от рода и назначения поездов нормы веса и длины подразделяются на:

- **унифицированные** – для пропуска сквозных поездов без переломов веса и длины на направлении;

- **параллельные** (повышенные или пониженные) – для пропуска без переломов веса и длины отправительских маршрутов, ускоренных контейнерных, контрейлерных, рефрижераторных и для поездов определенных назначений;

- **критические** – устанавливаемые по мощности локомотива для данного участка.

Унифицированные и параллельные нормы веса и длины грузовых поездов устанавливаются в пределах структурных подразделений.

В международном сообщении вес и длина грузовых поездов устанавливаются Дирекцией Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества по согласованию с причастными железнодорожными администрациями. Допускается в исключительных случаях отклонение от установленных норм в сторону уменьшения веса и длины поезда не более чем на 90 тонн либо на один физический вагон.

Вывозные, передаточные, сборные поезда отправляются с начальных станций независимо от числа накопившихся вагонов по установленным ниткам графика.

**Пополнение до весовой нормы, установленной графиком движения, отправительских маршрутов и сквозных поездов** в пунктах перелома веса и длины, а также при отцепке вагонов с коммерческими и техническими неисправностями производится вагонами в соответствии с назначением поездов, а при отсутствии таких вагонов – вагонами по плану формирования поездов, установленному для данной станции, **без изменения индекса поезда.**

**Пополнение маршрутов из порожних вагонов** в пунктах перелома длины производится порожними вагонами соответствующего рода подвижного состава и государства-собственника.

Поезда, для которых установлены параллельные нормы веса и длины, пропускаются через пункты их перелома без изменения состава.

Обработка транзитных поездов, связанная с изменением веса или длины, устанавливается порядком, предусмотренным структурным под-

разделением, с учетом особенностей работы станции и вносится в технологический процесс, при этом запрещается изменение первоначального индекса поезда.

Порядок формирования и пропуска транзитных поездов повышенного веса и длины, следующих по двум и более дорогам, устанавливается в графике движения или предусматривается при сменно-суточном планировании работы по согласованию с причастными структурными подразделениями. При необходимости увеличения длины или веса сверх установленной по графику для данного участка унифицированной нормы транзитные поезда и отправительские маршруты, следующие за пределы дороги, пополняются вагонами в соответствии с назначением поезда. Запрещается такие поезда пополнять вагонами назначением ближе станции расформирования.

Отцепленные от сквозных поездов и отправительских маршрутов вагоны с коммерческими и техническими неисправностями, после их устранения, а также вагоны, отцепленные по уменьшению веса и длины, отправляются в поездах по плану формирования станции, отцепившей вагоны. При отцепке по технической или коммерческой неисправностям одного или двух вагонов разрешается передача поездов по межгосударственному стыковому пункту без пополнения до установленной графиком нормы веса или длины.

При постановке в грузовые поезда вагонов с негабаритными грузами следует учитывать, что маршруты следования грузов нижней и боковой негабаритности 4–6-й степеней (по отдельным участкам и верхней 3-й степени), сверхнегабаритными во многих случаях не совпадают с установленным планом формирования поездов. Вагоны с такими негабаритными грузами дальних назначений допускается включать в поезда ближних назначений. Во всех случаях станция расформирования поезда должна быть заблаговременно извещена о предстоящей работе с поездом, имеющим в составе негабаритный груз.

В случаях, когда маршруты следования вагонов с опасными грузами отличаются от установленных действующим планом формирования, порядок их включения в поезда устанавливается соответствующим распоряжением структурного подразделения.

### 1.1.6 Определение плановых вагонопотоков и их графическое изображение

Для установления вагонопотоков между сортировочными станциями пользуются учетными формами ДО-16 (отчет о грузеных потоках по назначению), ДО-17 (отчет о выполнении вагонопотоков по назначению ПФ), ГО-12 (планом перевозок). В последнем указан род груза, станция и дорога назначения. Зная это, определяется среднее число вагонов, потребное для перевозки определенного груза:

$$n = \frac{\Gamma_m K_{\text{пер}}}{365(\alpha_4 p_4 \gamma_4 + \alpha_6 p_6 \gamma_6 + \alpha_8 p_8 \gamma_8)}, \text{ ваг. в сутки,}$$

где  $\Gamma_m$  – годовой грузопоток, т;

$K_{\text{нер}}$  – коэффициент неравномерности,

$$K_{\text{нер}} = \frac{\Gamma_{\text{max}}}{\Gamma_{\text{cp}}};$$

$\alpha$  – доля соответственно 4-, 6-, 8-осных вагонов в рабочем парке,

$$\alpha = \frac{n_4}{n_{\phi}};$$

$p$  – грузоподъемность соответственно 4-х, 6-ти, 8-осных вагонов, т;

$\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности,  $\gamma = 0,7 - 0,9$ .

На основе плана перевозок устанавливается:

1 Общий поток погрузки дороги с распределением погрузки по дорогам, в том числе и на себя.

2 Стыковые пункты перехода вагонопотока с дороги на дорогу.

3 Процент проходящего через стыковой пункт вагонопотока от общей погрузки.

Подготовка информации о вагонопотоках предусматривает составление таблицы-«шахматки» груженых вагонопотоков подразделения дороги (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Вагонопотоки подразделения дороги

Из \ На	Д	А	Г	АБ	Б	БВ	В	Е	Ж	Итого (погрузка)	Порожние	
											изб.	нед.
Д	-	290	-	34	10	17	90	110	150	701	66	-
А	160	-	-	-	-	8	90	180	50	488	342	-
Г	-	-	-	-	-	11	330	400	520	1261	-	29
АБ	14	12	6	-	-	-	8	21	27	88	1	-
Б	35	-	-	-	-	-	190	230	390	845	-	75
БВ	18	18	6	-	-	-	4	21	43	110	-	20
В	160	120	350	-	70	4	-	180	360	1244	-	22
Е	80	190	400	22	390	26	200	-	140	1448	-	206
Ж	300	200	470	33	300	24	310	100	-	1737	-	57
Итого (выгрузка)	767	830	1232	89	770	90	1222	1242	1680	7922	409	409

В ней производится сложение данных о вагонах по каждой технической станции и участку по горизонтали и вертикали. Итого по строкам – погрузка, а по столбцам – выгрузка вагонов. Сопоставляя количество погруженных и выгруженных вагонов по каждой станции и участку, устанавливают недостаток или избыток порожних вагонов:

$$n_{\text{пор}} = n_{\text{в}} - n_{\text{п}}, \text{ ваг.},$$

где  $n_{\text{пор}}$  – число порожних вагонов по станции подразделения;

$n_{\text{в}}$  – число вагонов выгрузки по данной станции подразделения;

$n_{\text{п}}$  – число вагонов погрузки по той же станции.

Если:                    выгрузка > погрузки → избыток;  
                              погрузка > выгрузки → недостаток.

На основании табл. 1.1 составляется корреспонденция грузеных вагонопотоков между техническими станциями. Для этого (рис. 1.2):

1 Вагонопоток, следующий на промежуточные станции участков, должен быть включен в вагонопоток назначением на ближайшую, предшествующую этим станциям техническую станцию.

2 Зарождающийся вагонопоток на промежуточных станциях должен включаться в вагонопоток, зарождающийся на ближайшей попутной технической станции.

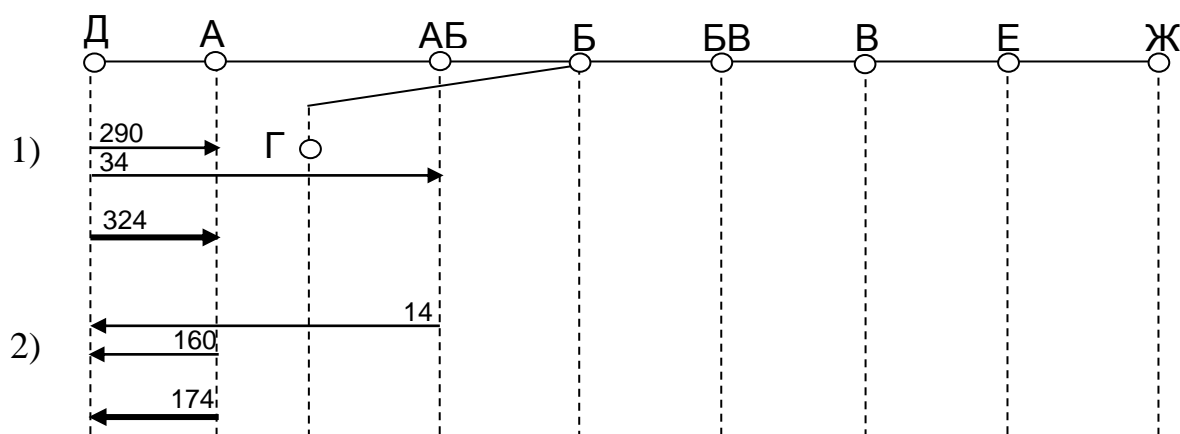


Рисунок 1.2 – Корреспонденция местных вагонопотоков между техническими станциями

Результаты обработки табл. 1.1 представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2 – Вагонопотоки между техническими станциями

Из \ На	Д	А	Г	Б	В	Е	Ж	Итого (погрузка)	Порожние	
									изб.	нед.
Д	-	324	-	27	90	110	150	701	66	-
А	174	-	-	8	90	180	50	502	350	-
Г	-	-	-	11	330	400	520	1261	-	29
Б	53	18	12	-	198	251	417	949	-	88
В	160	120	350	70	-	201	403	1304	-	36
Е	80	190	400	412	226	-	140	1448	-	206
Ж	300	200	470	333	334	100	-	1737	-	57
Итого (выгрузка)	767	852	1232	861	1268	1242	1680	7902	416	416

### 1.1.7 Расчет плана формирования порожних вагонопотоков

При условии консолидированного парка порожних вагонов на сети железных дорог, переданного их собственниками на условиях аутсорсинга ОАО «РЖД», используется балансовый способ регулирования вагонов. Для чего, зная пункты зарождения и погашения грузеных вагонопотоков по роду подвижного состава, определяют пункты образования порожних вагонопотоков и направления их следования.

По данным граф «избыток» и «недостаток» табл. 1.1 составляется схема распределения порожних вагонопотоков (рис. 1.3).

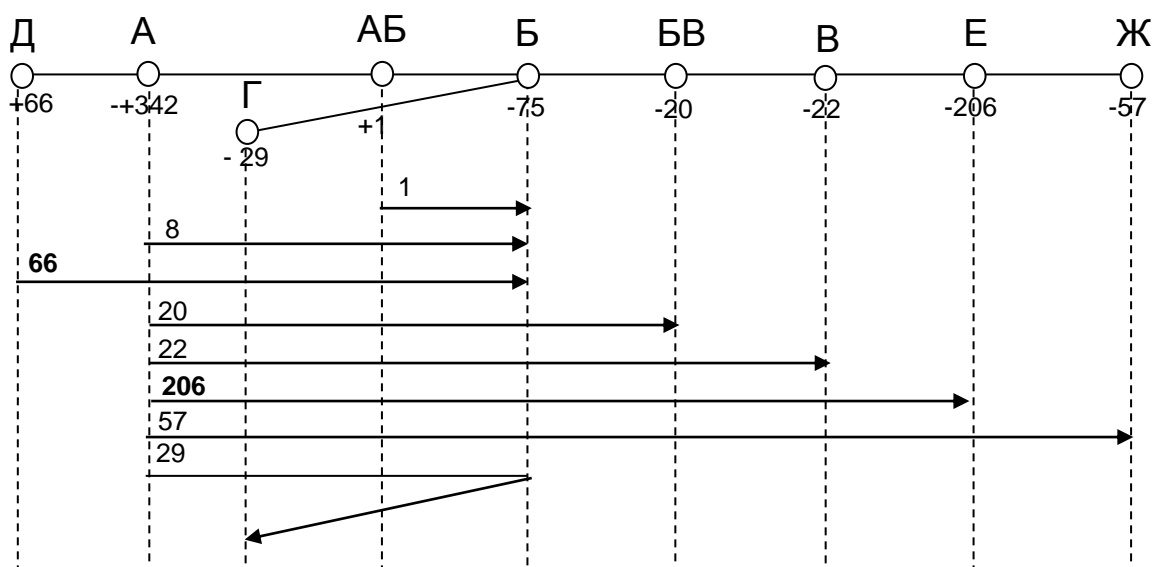


Рисунок 1.3 – Схема регулировки порожних вагонопотоков

При этом необходимо обеспечить:

- движение порожних вагонов от пунктов выгрузки до пунктов погрузки по кратчайшим направлениям;
- сокращение встречного пробега порожнего подвижного состава;
- максимальное использование взаимозаменяемости вагонов.

Пользуясь данными схемы распределения порожних вагонопотоков, составляют план формирования поездов из порожних вагонов.

Целесообразность организации порожних вагонов одного рода в маршруты устанавливается следующими условиями:

при возрастании порожних вагонопотоков

$$\sum n_{\text{пор}} \cdot T_{\text{эк}} \geq C_{\text{пор}} \cdot m_{\text{пор}},$$

где  $\sum n_{\text{пор}}$  – среднесуточный порожний вагонопоток (см. рис. 1.3, целесообразно рассматривать вагонопоток мощностью более одного маршрута);

$T_{\text{эк}}$  – общая приведенная экономия на один вагон при пропуске его без переработки на попутных технических станциях;

$C_{\text{пор}}$  – параметр накопления составов из порожних вагонов,  $C_{\text{пор}} = 6 \dots 7$  ч;

$m_{\text{пор}}$  – количество порожних вагонов в составе маршрута.

Целесообразность маршрутизации порожнего вагонопотока на направлении при убывании порожних вагонопотоков устанавливается по условию

$$n_{\text{пор}} \cdot \min t_{\text{назн}} \geq C_{\text{пор}} \cdot m_{\text{пор}},$$

где  $\min t_{\text{назн}}$  – норма экономии вагоно-часов при поступлении порожних вагонов на станцию назначения в маршрутах.

Исходя из данных, на рис. 1.3 при однородном подвижном составе можно проверить возможность формирования порожних маршрутов из струй, например:

$$\text{назначение ДБ: } 66 \cdot 6 \geq 6 \cdot 58;$$

$$\text{назначение АЕ: } 206 \cdot 5 \geq 6 \cdot 58.$$

Вывод: Рекомендуется порожние струи вагонов ДБ и АЕ отправлять маршрутами, а остальные порожние вагоны отправлять вместе с груженными.

### 1.1.8 Построение диаграммы груженых и порожних вагонопотоков

Построение диаграммы груженых и порожних вагонопотоков (рис. 1.4) выполняется по данным табл. 1.1 и рис. 1.3 и начинается с начальных станций: для нечетного направления – со станций Д, Г, для четного – со станции Ж. Сначала на диаграмму наносятся груженные вагонопотоки. Из таблицы видно, что со станции Д в нечетном направлении отправляется 701 груженный вагон. От этого потока по станции А отцепляется для выгрузки 290 (из Д на А) и прицепляется  $8 + 90 + 180 + 50 = 328$  (из А на (АБ + Б + Г + БВ + В + Е + Ж)) вагонов.

Тогда со станции А отправится  $701 - 290 + 328 = 739$  вагонов. На участок АБ из этого вагонопотока под выгрузку поступило 34 вагона (из (Д + А) на АБ), а погрузка в нечетном направлении составила  $6 + 8 + 21 + 27 = 62$  вагона (из АБ на (Б + Г + БВ + В + Е + Ж)). Таким образом, с участка АБ на станцию Б прибудет  $739 - 34 + 62 = 767$  вагонов. Такая же процедура расчетов по станции Б – выгрузка 10 вагонов (из (Д + А + АБ + Г) на Б), погрузка в нечетном направлении  $190 + 230 + 390 = 810$  груженых вагонов (из Б на (БВ + В + Е + Ж)). По узловой станции Б следует показать отклонение вагонопотоков на примыкающие участки БВ и БГ. При этом выгрузка по станции Г составит 6 вагонов (из (Д + А + АБ + Б) на Г), погрузка 1261 (из Г на (Б + БВ + В + Е + Ж)). Итого со станции Б на примыкающий участок БВ отправится  $767 - 10 + 810 - 6 + 1261 = 2822$  вагона.

Аналогично указанной методике разработки диаграммы вагонопотоков показывается продвижение вагонопотока до конечной станции Ж в нечетном направлении. При этом под выгрузку на станцию Ж поступит 1680 вагонов согласно табл. 1.1. В четном направлении построение диаграммы начинается со станции Ж и производится аналогично.

Затем на диаграмму груженых вагонопотоков наносятся порожние вагонопотоки (дробью под груженными), взятые из схемы рис. 2.4. Так, со



станции Д было отправлено 66 порожних вагонов. На станции А прицепили 342 вагона и отправили всего 408 вагонов на участок АБ и т. д.

Для того чтобы не допустить ошибки и не пропустить числа табл. 1.1, рекомендуется при разработке диаграммы на каждом этапе учтенные числа в табл. 1.1 зачеркивать мягким карандашом разными знаками. После построения диаграммы эти знаки снять. Затем следует проверить по каждому участку суммарные вагонопотоки в нечетном и четном направлениях, они должны быть одинаковыми. Например, на участке Д – А в нечетном направлении следует 701 груженых и 66 порожних вагонов. Итого 767 вагона. Столько их следует и в четном направлении.

### 1.1.9 Расчет плана отправительской маршрутизации

Разработка плана отправительской маршрутизации осуществляется для обеспечения:

- повышения транзитности вагонопотоков по сортировочным станциям и уменьшения числа переработок вагонов в пути следования;
- ускорения доставки грузов;
- роста производительности вагонов и поездных локомотивов;
- снижения себестоимости перевозок и др.

При разработке плана отправительской маршрутизации (табл. 1.3) необходимо обеспечить наибольшую дальность пробега маршрута (*не менее одной технической станции без переработки*). Маршрутизацией должны быть охвачены крупные партии суточной погрузки мощностью не менее чем на два состава. Если размер данного вагонопотока недостаточен для формирования отправительского маршрута, можно планировать календарное формирование отправительских и ступенчатых маршрутов.

Эффективность организации отправительских маршрутов осуществляется сопоставлением дополнительных затрат на станциях погрузки ( $t_{\text{пм}}$ ) и выгрузки ( $t_{\text{вм}}$ , графа 5) с получаемой экономией от проследования маршрутом попутных технических станций без переработки ( $\sum T_{\text{эк}}$ , графа 4). Если  $t_{\text{пм}} + t_{\text{вм}} \leq \sum T_{\text{эк}}$ , то вагонопоток целесообразно включить в отправительскую маршрутизацию.

Дополнительные затраты времени на организацию отправительского маршрута на станции погрузки определяется по формуле:

$$t_{\text{пм}} = t_{\text{п}} \left( \frac{m_{\text{м}}}{m_{\text{п}}} - 1 \right) - t_{\text{мп}},$$

где  $t_{\text{п}}$  – время на подачу, ч;

$m_{\text{м}}$  – количество вагонов в маршруте, равное величине состава груженого поезда, ваг.;

$m_{\text{п}}$  – количество вагонов соответственно в одной подаче, ваг.;

$t_{\text{мп}}$  – экономия времени на маневровой работе на станции, ч.

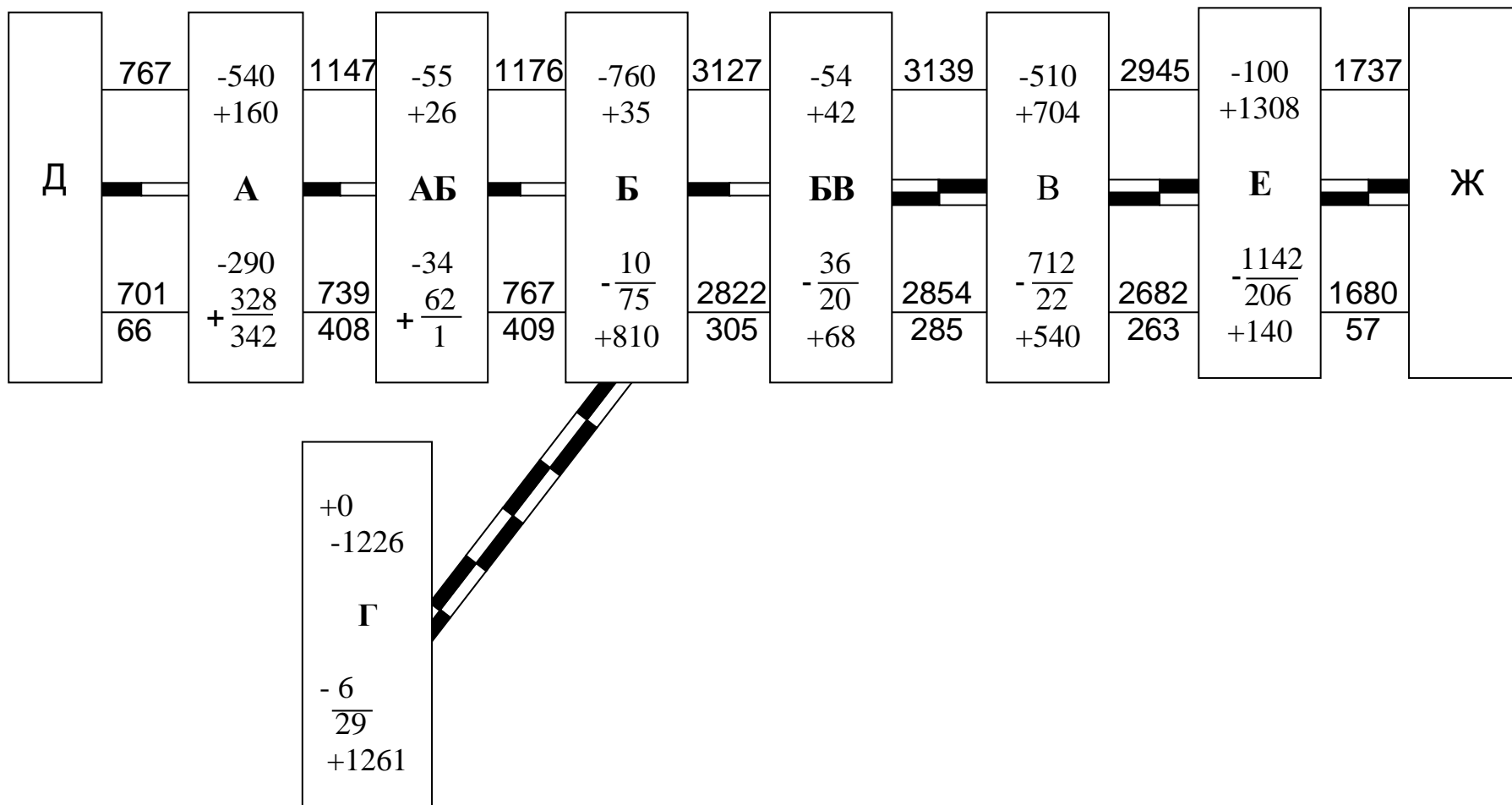


Рисунок 1.4 – Диаграмма грузеных и порожних вагонопотоков: + – погрузено вагонов; - – выгружено вагонов;  
 $\frac{328}{342}$  – числитель – число грузеных вагонов, знаменатель – число порожних вагонов

Таблица 1.3 – Характеристика отправительских маршрутов

Назначение вагонопотока	Общий вагонопоток	Технические станции на рейсе	Экономия от проследования станций	Затраты на маршрут	Выделение в маршрут вагонов	Расстояние, проходимое маршрутом	Общий пробег маршрутов
1	2	3	4	5	6	7	8
Из Д на Е	110	А,Б,В	16	13,5	-	-	-
Из Д на Ж	150	А,Б,В,Е	21	13,5	70	797	55790
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Из Ж на В	310	Е	5	13,5	-	-	-
					1120		786100

Пункты погрузки и выгрузки отправительских маршрутов, дальность пробега и получаемая экономия определяются по корреспонденциям в четном и нечетном направлениях, для чего в табл. 1.3 из табл. 1.1 вносятся все назначения мощностью 100 и более вагонов (графа 2). Из данного вагонопотока не менее одного состава включается в перерабатываемый вагонопоток на станции погрузки, а остальной вагонопоток – в маршруты (графа 6).

Необходимо, чтобы вагонопоток, включаемый в отправительские маршруты, был кратен величине состава поезда, чтобы получить целое число маршрутов.

Если при организации маршрута затраты больше экономии, следовательно, маршруты не назначаются. В графе 7 для выбранных маршрутов рассчитывается расстояние, проходимое ими, и общий пробег маршрутов (графа 8). По результатам расчета определяется процент отправительской маршрутизации

$$M = \frac{\sum m_{от}}{\sum m_{общ}} \cdot 100 \% ,$$

где  $\sum m_{от}$  – суммарный вагонопоток, выделенный в отправительскую маршрутизацию (итог графы 6 табл. 1.3);

$m_{общ}$  – общая погрузка на подразделении (итог табл. 2.1).

Средняя дальность пробега маршрута определяется по формуле:

$$L_{ср} = \frac{\sum Lm_{от}}{\sum m_{от}} , \text{ км,}$$

где  $\sum Lm_{от}$  – общий пробег груженых вагонов отправительских маршрутов, км (итог графы 8 табл. 1.3)

Охваченные отправительской маршрутизацией вагонопотоки из графы 6 табл. 1.3 сводятся в табл. 1.4.

Таблица 1.4 – Вагонопотоки, охваченные отправительской маршрутизацией

Из \ На	Д	А	Г	Б	В	Е	Ж	Итого (погрузка)
Д	-	-	-	-	-	-	70	70
А	-	-	-	-	-	-	-	-
Г	-	-	-	-	-	-	420	420
Б	-	-	-	-	-	-	-	-
В	-	-	-	-	-	-	-	-
Е	-	-	-	-	-	-	-	-
Ж	210	70	350	-	-	-	-	630
Итого (выгрузка)	210	70	350	-	-	-	490	1120

#### 1.1.10 Обеспечение выполнения плана формирования грузовых поездов

**К нарушениям плана формирования** относятся:

а) включение в поезд вагонов, станция назначения которых не соответствует назначению поезда, в том числе:

- включение вагонов, для которых путь следования поезда является кружным, если это не предусмотрено планом формирования;

- включение вагонов более ближнего назначения (обратного назначения), если это не предусмотрено планом формирования;

- включение в поезд ближнего назначения вагонов дальнего назначения, которые по действующему плану формирования должны следовать через станцию назначения данного поезда в транзитных поездах;

- включение в порожние маршруты вагонов, не соответствующих по роду подвижного состава (цистерн – по роду налива) и их принадлежности (государству – собственнику и предприятию – собственнику);

- отправление порожних вагонов инвентарного парка в составах груженых или комбинированных поездов вместо формирования их отдельными маршрутами или включения в поезда по назначению (кроме постановки вагонов прикрытия и крытых вагонов для проезда нарядов ведомственной охраны);

- включение в прямые отправительские и ступенчатые маршруты вагонов назначением на другие станции;

- включение в отправительские и ступенчатые маршруты, следующие на станцию расформирования или в распыление, вагонов, которые по плану формирования должны включаться в поезда разных назначений на попутных станциях, расположенных ближе станции расформирования;

- включение в поезд вагонов с особо опасными грузами, станция назначения которых не соответствует назначению поезда;

- включение в поезд вагонов, межгосударственный пункт перехода которых не соответствует назначению поезда;

- включение в поезд вагонов, признаки которых (код груза, код грузополучателя, примечание строки натурального листа) не соответствует назначению поезда (если по плану формирования вагоны с разными при-

знаками должны следовать на одну станцию назначения в разных поездах);

б) несоответствие подбора групп вагонов, следующих в групповых поездах, установленному порядку их формирования и расположения в составе поезда;

в) преждевременное расформирование поездов и отправительских маршрутов;

г) пропуск станцией поезда, подлежащего расформированию;

д) пропуск станцией группового поезда без отцепки предназначенной для нее поезда группы;

е) несоблюдение установленного порядка пополнения в пути следования отправительских маршрутов и поездов;

ж) постанковка в поезда груженых вагонов, не имеющих перевозочных документов.

В плане формирования поездов указывают все поезда, сформированные на станциях без участия грузоотправителей (отправителей порожних вагонов), а также отправительские маршруты и поезда, следующие кружностью. В случае поступления транзитного поезда на дорогу неразрешенной кружностью он должен быть направлен в соответствии с установленным порядком следования вагонопотоков для данной дороги. Отправительские маршруты, которые не поименованы в книге «План формирования грузовых поездов», должны формироваться весом и длиной, установленными графиком движения поездов и следовать по пунктам перехода, установленным для груженого вагонопотока.

## **1.2 Распределение вагонопотоков по параллельным ходам**

### **1.2.1 Общие положения**

Любое железнодорожное направление содержит несколько параллельных ходов, по которым могут следовать вагонопотоки от начальной до конечной станции. Как правило, вагонопотоки следуют по кратчайшему пути.

Каждое из таких параллельных направлений имеет разное техническое оснащение и, следовательно, разную пропускную способность (число поездов, которое может быть пропущено через участок за сутки). Поэтому не всегда может быть оправдано направление транзитного вагонопотока по кратчайшему пути из-за недостаточной пропускной способности или неэкономичности использования данного направления.

Таким образом, распределение транзитных вагонопотоков по параллельным ходам представляет собой комплексную технико-экономическую задачу, решение которой предусматривает рассмотрение всех возможных вариантов с их технико-экономической оценкой. Последняя может быть выполнена посредством расчета приведенных народнохозяйственных затрат по вариантам.

Для оценки каждого варианта устанавливаются исходные данные: время оборота вагона, вес поезда, размеры движения, грузооборот, про-

пусковая и провозная способности. Принципиальная оценка каждого варианта может быть оценена следующими показателями: капитальными, эксплуатационными и приведенными затратами. Рассмотрим их.

### 1.2.2 Определение капитальных затрат на поездной локомотивный парк

**Капитальные затраты в локомотивный парк** определяются из следующего условия:

$$K_{\text{лок}}^{\text{гр}} = \frac{1}{24} \left( \frac{2L_{\text{обр}}}{V_{\text{гр}}} + T_{\text{д}} \right) \frac{L_{\text{п}}}{L_{\text{обр}}} \cdot \frac{\Gamma' \cdot k_{\text{нер}}}{\varphi Q'_{\text{бр}} \cdot 365} \cdot \gamma_{\text{л}} \cdot N_{\text{к}}^{\text{гр}} \cdot C_{\text{м}},$$

где  $L_{\text{обр}}$  – участок обращения локомотивов, км;

$L_{\text{п}}$  – общая длина направления, км;

$V_{\text{гр}}$  – среднеходовая скорость движения, км/ч;

$T_{\text{д}}$  – время простоя локомотивов в пунктах оборота и смены локомотивных бригад, ч;

$\Gamma'$  – годовой грузопоток в грузовом направлении, т;

$k_{\text{нер}}$  – коэффициент неравномерности перевозок;

$Q'_{\text{бр}}$  – масса поезда брутто в грузовом направлении, т;

$\varphi$  – отношение массы нетто поезда к массе брутто;

$\gamma_{\text{л}}$  – коэффициент учета нерабочего парка локомотивов;

$N_{\text{к}}^{\text{гр}}$  – касательная мощность грузового локомотива, кВт;

$C_{\text{м}}$  – стоимость одной единицы мощности локомотива, руб.

### 1.2.3 Капитальные вложения в инвентарный парк грузовых вагонов

**Капвложения в инвентарный парк грузовых вагонов** учитывают рабочий парк и массу груза

$$K_{\text{ваг}}^{\text{гр}} = \Theta_{\text{в}} \cdot U_{\text{р}} \cdot q_{\text{т}} \cdot C_{\text{ваг}}^{\text{гр}} \cdot \gamma_{\text{в}},$$

где  $\Theta_{\text{в}}$  – оборот вагона, сут;

$U_{\text{р}}$  – работа подразделения, дороги, ваг;

$q_{\text{т}}$  – средний вес тары грузового вагона, т;

$C_{\text{ваг}}^{\text{гр}}$  – стоимость 1 т тары грузового вагона, руб;

$\gamma_{\text{в}}$  – коэффициент, учитывающий нерабочий парк вагонов,  $\gamma_{\text{в}} = 1,1$ .

**Стоимость грузовой массы** на колесах определяется по формуле:

$$K_{\text{м}}^{\text{гр}} = \Theta_{\text{в}} \frac{\Gamma' \cdot k_{\text{нер}}}{365} \cdot C_{\text{т}} (1 + \gamma_{\text{н}}),$$

где  $C_{\text{т}}$  – средняя стоимость 1 т груза;

$\gamma_n$  – коэффициент непарности размеров движения на рассматриваемом параллельном направлении

$$\gamma_n = \frac{N_{гр}''}{N_{гр}'} = \frac{\Gamma'' k_{нер} : \varphi \cdot Q_{бр}''}{\Gamma' k_{нер} : \varphi \cdot Q_{бр}'} < 1,$$

где  $N_{гр}''$ ,  $N_{гр}'$  – число поездов нечетного и четного направлений.

#### 1.2.4 Капитальные затраты в парк маневровых локомотивов

**Затраты в парк маневровых локомотивов** определяются по формуле:

$$K_{мл} = \sum_{i=1}^n M_{ман} \cdot N_k^{ман} \cdot C_m,$$

где  $\sum_{i=1}^n M_{ман}$  – потребное количество маневровых локомотивов для работы

на  $n$  технических станциях полигона, лок;

$N_k^{ман}$  – средняя мощность маневрового локомотива, кВт;

#### 1.2.5 Определение эксплуатационных расходов

а) на содержание **поездных локомотивных бригад**:

$$E_{бр}^{лок} = \left( \frac{2L_{п}}{V_{гр}} + T_{доп} \right) \frac{\Gamma' \cdot k_{нер}}{Q_{бр}'} \cdot \frac{L_{п}}{L_{т}} \gamma_{лб} e_{лб},$$

где  $L_{т}$  – длина участка обслуживания локомотивной бригадой, км;

$\gamma_{лб}$  – коэффициент, учитывающий внепоездную работу локомотивной бригады;

$T_{доп}$  – время нахождения локомотивной бригады в основном и оборотном депо, ч;

$e_{лб}$  – расходная ставка 1 ч работы локомотивной бригады.

б) эксплуатационные расходы, связанные с **энергетическими затратами в грузовом движении** на каждом направлении:

$$E_m = \left[ \begin{aligned} & (P + Q_{бр}') \cdot (\omega_0 + i_{эк}) \frac{\Gamma'}{Q_{бр}'} + (P + Q_{бр}'') \cdot (\omega_0 + i_{эк}) \frac{\Gamma''}{Q_{бр}''} + \\ & + 365(P + Q) \cdot (\omega_0 + i_{эк}) N_{пор} \end{aligned} \right] \cdot 10^{-3} L_{п} \cdot C_{эк}$$

где  $\omega_0$  – основное удельное сопротивление движению поезда, Н/кН.

$i_{эк}$  – эквивалентный уклон, ‰;

$C_{эк}$  – расчетная ставка на единицу энергетических затрат, руб./МДж;

$N_{\text{пор}}$  – суточные размеры движения порожних поездов в негрузовом направлении:

$$N_{\text{пор}} = N'_{\text{гр}} - N''_{\text{гр}}.$$

в) расходы на пробег резервных локомотивов в негрузовом направлении:

$$E_{\text{рез}} = 365P(\omega_0 + i_{\text{эк}})M_{\text{рез}} \cdot 10^{-3} L_{\text{п}} C_{\text{эк}},$$

где  $M_{\text{рез}}$  – число резервных локомотивов в сутки

$$M_{\text{рез}} = N'_{\text{гр}} - (N''_{\text{гр}} + N_{\text{пор}}).$$

г) расходы на переработку вагонов:

$$E_{\text{ман}} = 365n_{\text{пер}} \cdot t_{\text{ман}} \cdot e_{\text{лч}}^{\text{ман}},$$

где  $n_{\text{пер}}$  – объем переработки, ваг.;

$t_{\text{ман}}$  – среднее время маневровой работы, затрачиваемое на 1 вагон;

$e_{\text{лч}}^{\text{ман}}$  – расходная ставка 1 ч маневровой работы, руб.

### 1.2.6 Выбор оптимального варианта распределения вагонопотоков по параллельным ходам

Выбор оптимального варианта распределения вагонопотоков по параллельным ходам осуществляется по минимуму приведенных затрат или по минимальному сроку окупаемости.

$$E_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{общ}}}{t_{\text{ок}}} + E_{\text{общ}}^{\text{эк}}; \quad E_{\text{пр}} = E_{\text{н}} \cdot K_{\text{общ}} + E_{\text{общ}}^{\text{эк}},$$

где  $K_{\text{общ}}$  – капиталовложения по вариантам, руб.;

$E_{\text{общ}}^{\text{эк}}$  – эксплуатационные расходы по вариантам, руб.;

$E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент эффективности,  $E_{\text{н}} = \frac{1}{t_{\text{ок}}}$ ;

$t_{\text{ок}}$  – срок окупаемости

$$t_{\text{ок}} = \frac{K'_{\text{общ}} - K''_{\text{общ}}}{E''_{\text{общ}} - E'_{\text{общ}}}; \quad t_{\text{ок}} \leq 8 \text{ лет.}$$

## 1.3 Основные понятия и принципы расчета плана формирования

### 1.3.1 Целесообразность выделения вагонопотока в самостоятельное назначение

Для рассмотрения вопросов, связанных с разработкой плана формирования, используются следующие понятия и определения: **вагонопоток** – количество вагонов, следующих по железнодорожной линии в каком-либо



направлении за определенный промежуток времени, обычно за сутки. **Струя вагонопотока** – группа вагонов, имеющая одну станцию зарождения и одну станцию назначения (погашения), то есть *среднесуточная корреспонденция между техническими станциями вагонов* своей погрузки и прибывших с разборочными поездами на станцию. Струи бывают смежные – рядом стоящие и несмежные. Так, на рис. 1.5, струи  $n_1$  и  $n_2$  являются смежными, а струи  $n_1$  и  $n_3$  – несмежными.

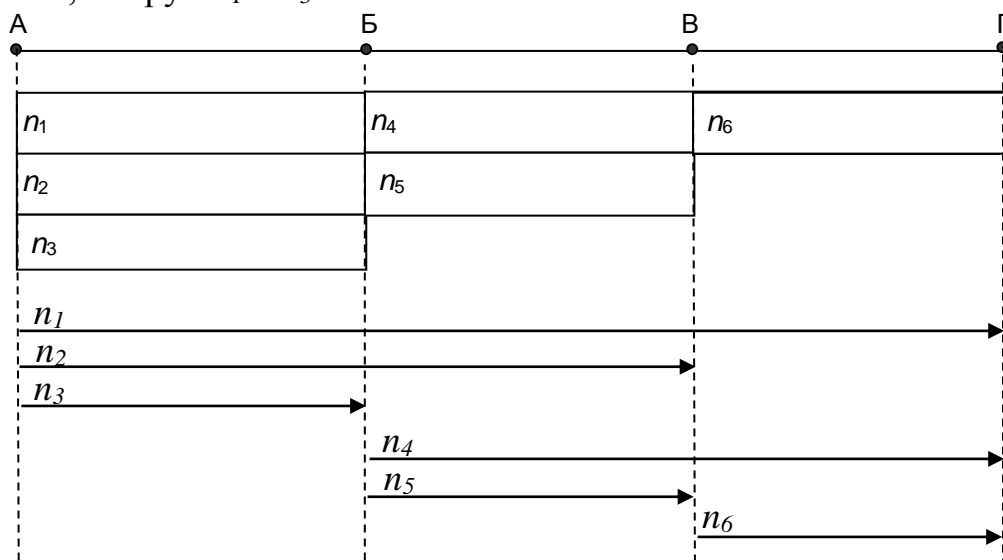


Рисунок 1.5 – Разновидности струй вагонопотоков

Каждая струя характеризуется мощностью, т.е. размерами вагонопотока.

**Мощность струи** – количество вагонов в струе.

**Назначение плана формирования** – одна или несколько струй, из которых формируются поезда. Оно характеризуется станциями отправления (формирования) и назначения (расформирования), а в необходимых случаях – и маршрутом следования.

Назначение, которое не может быть усилено другими вагонопотоками от первой (головной) станции до последней (крайней) станции рассматриваемого направления, носит название **одноструйного**.

Назначение, которое усиливается другими вагонопотоками, называется **многоструйным**.

**Объединение струй вагонопотоков** – организация многоструйных назначений за счет включения в них нескольких струй вагонопотоков. Пункт назначения такого объединения определяется станцией назначения самой короткой из входящих в него струй. Часто вместо термина «объединение» употребляют термин «усиление».

При формировании поездов на технической станции возможны различные варианты следования вагонопотоков – самостоятельное или в объединении с другими струями. В результате чего зарождаются одноструйные и групповые, сквозные и участковые поезда.

Число вариантов плана формирования при объединении только смежных струй вагонопотоков определяется по формуле:

$$P_{n.ф.} = 2^{\frac{(n-1)(n-2)}{2}},$$

где  $n$  – число станций на направлении.

Так, например, при 4 станциях  $P = 2^{\frac{3 \cdot 2}{2}} = 2^3 = 8$ ; при 5 – 150; при 6 – 7800 вариантов.

На рис. 1.6 показано 2 крайних варианта на полигоне из 4 станций: 1 вариант – все струи выделены в отдельные назначения, 2 вариант – в ПФ сквозных назначений нет, и все назначения плана формирования следуют в участковых поездах.

Расчет плана формирования поездов сводится к отысканию наиболее рационального варианта, обеспечивающего минимальные затраты на перемещение вагонопотоков от станции зарождения до станции назначения.

Как видно из рис. 1.6, выделение каждой струи в отдельное назначение (1 вариант) потребует большего числа путей на станциях формирования А и затрат на накопление вагонов каждого назначения, а при отсутствии сквозных назначений (II вариант) – дополнительной переработки на попутных технических станциях. Следовательно, оптимальный вариант должен быть между ними.

Каждый вариант формирования поездов предусматривает определенные затраты на станциях формирования и на попутных станциях.

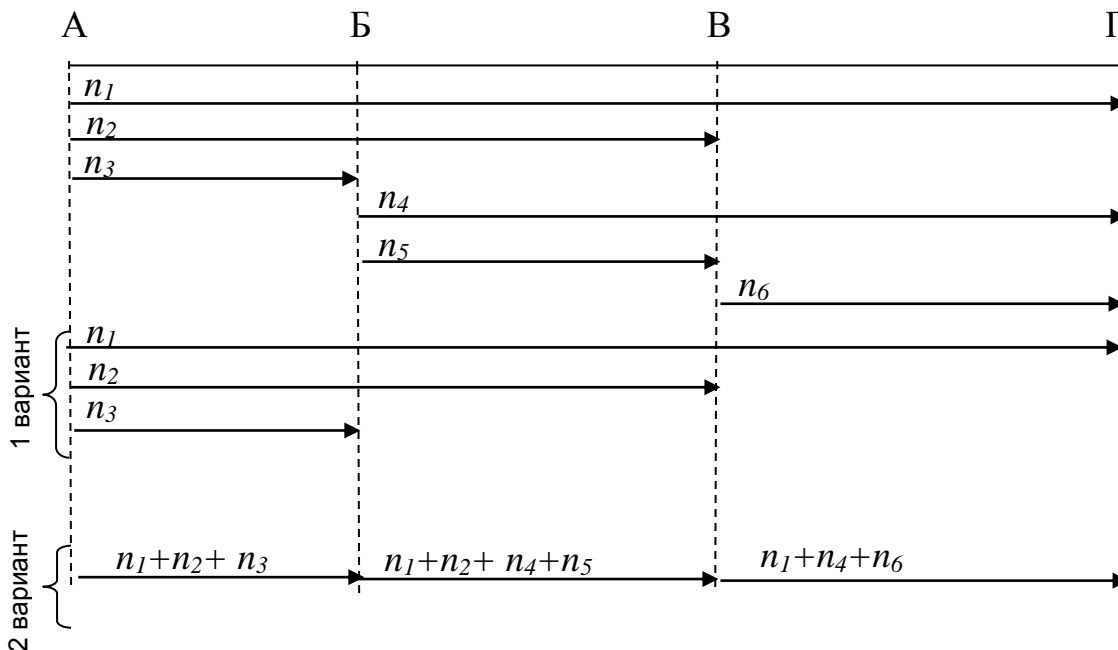


Рисунок 1.6 – Варианты объединения вагонопотоков

На рис. 1.7 для станций показаны затраты на накопление по каждому варианту.

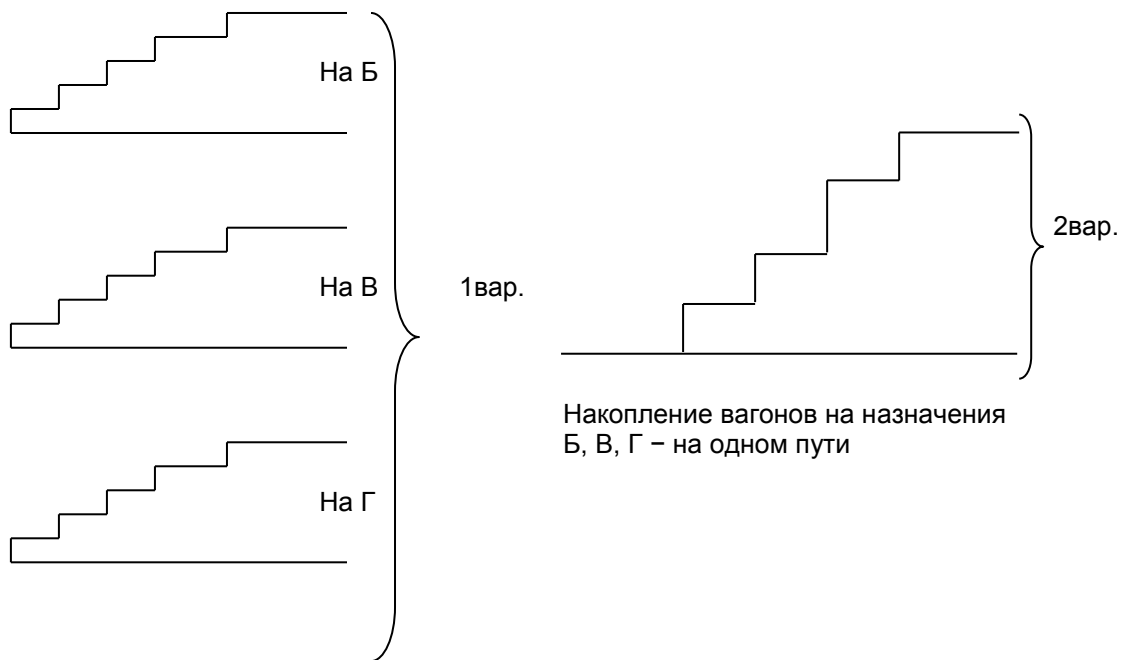


Рисунок. 1.7 – Накопление вагонопотоков по вариантам

Рассмотрим, как изменяются затраты на накопление составов на станции А по вариантам. Вагоно-часы накопления по I варианту, когда все струи формируются отдельными назначениями ( $k$ ), определяется:

$$B_H^I = kcm.$$

В этом случае простой вагонов под накоплением

$$t_H^I = \frac{kcm}{n_1 + n_2 + n_3}.$$

В то же время этот выделенный вагонопоток пройдет одну или несколько попутных технических станций без переработки, т.е. на этих станциях будет меньше простой вагонов, меньше затраты, связанные с их переработкой.

При объединении струй вагонопотоков по II варианту вагоно-часы накопления

$$B_H^{II} = cm.$$

Простой вагонов под накоплением

$$t_H^{II} = \frac{cm}{n_1 + n_2 + n_3}.$$

Во II варианте будут дополнительные затраты по каждой попутной станции, но значительно меньше затраты на станции формирования.

$$B_H^I > B_H^{II}.$$

Дополнительный простой под накоплением по станции формирования будет оправдан, если он меньше, чем общая экономия вагоно-часов на попутных технических станциях.

При расчетах выясняется, что выгодно: накапливать вагоны и затем пропускать их до станции назначения без переработки на попутных технических станциях или включать в поезда, которые затем будут перерабатываться?

Если экономия вагоно-часов по попутным техническим станциям будет больше, нежели затраты на станции формирования, то рассматриваемый вариант называется рациональным (оптимальным).

В общем виде целесообразность выделения вагонопотока в отдельное назначение можно представить

$$n_{\text{сут}} \left[ \sum (t_{\text{эк}} \cdot e_{\text{вч}} + e_{\text{пер}}^3 - e_{\text{тр}}^3) + \frac{1}{m} \sum (t_{\text{лок}} \cdot e_{\text{лч}} + t_{\text{бр}} e_{\text{бч}}) \right] \geq c m e_{\text{вч}},$$

где  $n_{\text{сут}}$  – мощность струи или объединения струй;

$t_{\text{эк}}$  – норма экономии, приходящаяся на 1 вагон при пропуске его без переработки через одну попутную техническую станцию, ч;

$e_{\text{вч}}, e_{\text{лч}}, e_{\text{бч}}$  – расходные ставки, соответственно 1 вагоно-, лок-, бригадо-часа;

$e_{\text{пер}}^3, e_{\text{тр}}^3$  – зависящие от вагонопотока доли стоимости соответственно переработки вагона и пропуска транзитного вагона без переработки;

$t_{\text{лок}}, t_{\text{бч}}$  – сокращение соответственно стоянок локомотивов и времени работы бригад при пропуске поездов без переработки через попутные технические станции по сравнению с поездом, поступающим в расформирование.

$$t_{\text{эк}} = t_{\text{пер}} - t_{\text{тр}} - t_{\text{н}},$$

где  $t_{\text{пер}}$  – простой транзитного вагона с переработкой;

$t_{\text{тр}}$  – простой транзитного вагона без переработки;

$t_{\text{н}}$  – среднее время под накоплением одного вагона, ч.

Если разделить обе части неравенства на  $e_{\text{вч}}$  и сделать замену отдельных элементов, то его можно привести к более упрощенному виду.

$$\text{Обозначим } \frac{e_{\text{пер}}^3 - e_{\text{тр}}^3}{e_{\text{вч}}} = r_{\text{в}},$$

где  $r_{\text{в}}$  – эквивалент переработки вагонов, характеризующий сокращение затрат на содержание постоянных средств и выполнение операций с поездами и вагонами, т.е. экономия от сокращения переработки одного вагона.

$$\text{Обозначим } r_{\text{л}} = \frac{t_{\text{лок}} \cdot e_{\text{лч}} + t_{\text{бр}} \cdot e_{\text{бч}}}{m e_{\text{вч}}},$$

где  $r_{\text{л}}$  – эквивалент экономии локомотиво- и бригадо-часов (приведенная к стоимости 1 вагоно-ч экономия от сокращения простоя ло-

комотива и времени работы бригады на станции перецепки локомотивов от одних поездов к другим), ч. То есть экономия, полученная за счет ликвидации перецепки поездных локомотивов в случае пропуска поездов без переработки.

Тогда

$$n_{\text{сут}}(t_{\text{эк}} + r_{\text{л}} + r_{\text{в}}) \geq cm.$$

Обозначим содержание в скобках  $T_{\text{эк}}$ , тогда

$$n_{\text{сут}} \cdot T_{\text{эк}} \geq cm.$$

Соблюдение этого неравенства оправдывает самостоятельное накопление и формирование поездов из вагонов рассматриваемой струи.

Следовательно, задача заключается в том, чтобы найти такой вариант формирования поездов, в котором затраты вагоно-часов на накопление и переработку всех вагонов будут минимальными.

### 1.3.2 Расчетные нормативы плана формирования

При разработке плана формирования необходимо определить расчетные нормативы для всех основных и районных станций:

$m_c$  – средний состав поезда;

$c$  – параметр накопления;

$T_{\text{эк}}$  – общую приведенную экономию от проследования вагонов без переработки.

### 1.3.3 Определение длины составов поездов

Составы поездов по направлениям следования категорий поездов определяются по унифицированным весовым нормам, принятым для графика движения поездов.

При ограниченной длине станционных путей число вагонов в составе корректируется

$$m_c = \frac{Q}{\gamma_4 P_4 \alpha_4 + \gamma_6 P_6 \alpha_6 + \gamma_8 P_8 \alpha_8}.$$

$$Q = \frac{F_k - P(w'_0 + i_{\text{сп}})}{(w''_0 + i_p)}.$$

### 1.3.4 Определение параметра накопления

**Параметр накопления** на конкретных станциях определяется как средневзвешенная величина достаточно представительной статистической выборки по формуле:

$$c = \frac{\sum B_{\text{н}}}{a \cdot m \cdot K},$$

где  $\sum V_n$  – фактические вагоночасы простоя вагонов под накоплением за наблюдаемый период в целом по станции;  
 $\alpha$  – число суток статистической выборки;  
 $K$  – число назначений.

Согласно Инструктивным указаниям по организации вагонопотоков на железных дорогах параметр накопления для сквозных и участковых одногруппных поездов определяется в зависимости от числа назначений, мощности вагонопотока по назначениям  $n_i$  и ряда других факторов.

$$\text{В целом по станции } c = 12 \left( 1 - \frac{2}{k + 10} \right).$$

При расчете по отдельным назначениям мощностью:

$$\text{- до 110 вагонов } c = 11,92(1 - \Delta c_1);$$

$$\text{- от 110 до 200 вагонов } c = 9(1 + \Delta c_2);$$

$$\text{- свыше 200 вагонов } c = 10,9(1 + \Delta c_3);$$

$$\text{- для детальных расчетов } c = 12 \left( 1 - B \frac{m_{\text{гр}}}{m_{\text{от}}} \right),$$

где  $B$  – коэффициент, зависящий от допустимого колебания величины отправляемых составов (0,4 – 0,7);

$m_{\text{гр}}$  – средняя величина группы накопления составов данного назначения;

$m_{\text{от}}$  – средняя величина отправляемого поезда.

Значения поправок приводятся в Инструктивных указаниях.

### 1.3.5 Расчет экономии вагоно-часов от проследования технических станций без переработки

При следовании вагонов в транзитных поездах без переработки через попутные технические станции получается экономия, связанная с уменьшением простоя вагонов, уменьшением размеров их переработки, а также уменьшением простоя поездных локомотивов при следовании их без отцепки от транзитных поездов.

$$T_{\text{эк}} = t_{\text{эк}} + r_{\text{в}} + r_{\text{л}}.$$

Рассмотрим слагаемые величины  $t_{\text{эк}}$ .

Экономия на 1 вагон от уменьшения простоя вагонов согласно вариантам (рис. 1.8) определяется следующим образом.

Если на станции А какая-либо струя  $n$  выделена в самостоятельное назначение, то на попутной технической станции Б экономия вагоно-часов от устранения переработки будет равна

$$t'_{\text{эк}} = n_1 (t_{\text{пер}} - t_{\text{тр}}).$$

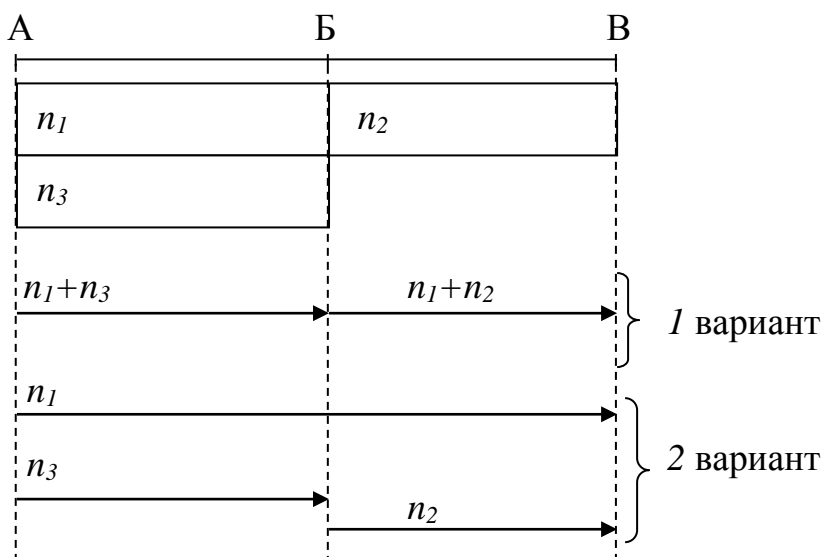


Рисунок 1.8 – Варианты формирования поездов

Вместе с тем на станции Б вагонопоток переработки вместо  $n_1 + n_2$  будет равен  $n_2$ , т.е. наряду с экономией будут и потери вагоно-часов. Это связано с тем, что при выделении струи  $n_1$  увеличивается время под накоплением вагонов по станции Б, т.к. в накоплении участвуют вагоны только струи  $n_2$ .

**При объединении струи** средний простой одного вагона под накоплением на станции Б составит

$$t_{\text{н}} = \frac{cm}{(n_1 + n_2)}.$$

**При раздельном формировании** после выделения струи  $n_1$  в самостоятельное назначение средний простой под накоплением на станции Б возрастает

$$t'_{\text{н}} = \frac{cm}{n_2}.$$

Откуда видно, что  $t_{\text{н}} < t'_{\text{н}}$ .

Следовательно, общие потери вагоно-часов на станции Б в варианте 2 составят

$$(n_1 + n_2 - n_1) \left( \frac{cm}{n_2} - \frac{cm}{n_1 + n_2} \right) = n_2 cm \frac{n_1 + n_2 - n_2}{n_2(n_1 + n_2)} = n_1 \frac{cm}{n_1 + n_2} = n_1 t_{\text{н}}.$$

То есть следование струи  $n_1$  без переработки по станции Б дает общую экономию:

$$T_{\text{эк}} = n_1 (t_{\text{пер}} - t_{\text{тр}}) - n_1 t_{\text{н}} = n_1 (t_{\text{пер}} - t_{\text{тр}} - t_{\text{н}}) = n_1 t'_{\text{эк}},$$

$$T_{\text{эк}} = t_{\text{пер}} - t_{\text{н}} - t_{\text{тр}}.$$

## 1.4 Основы расчета плана формирования одногруппных поездов

### 1.4.1 Постановка вопроса о выборе оптимального варианта плана формирования одногруппных поездов

Расчет плана формирования поездов на технических станциях сводится к отысканию наиболее рационального варианта организации разрозненных вагонопотоков в поезда, обеспечивающего минимальные затраты на транспортировку и своевременную доставку грузов.

Критериями выбора оптимального варианта являются минимальные затраты приведенных вагоно-часов на накопление составов и переработку вагонов на станциях расчетного полигона или наибольшие сбережения приведенных вагоно-часов, определяющиеся разностью вагоно-часов экономии от пропуска вагонов без переработки в пути следования и затратами на накопление на станции, где формируются вагонопотоки.

$$nt_{\text{затр}} = \sum_p^q kcm + \sum_{p+1}^{q-1} n_{pq}^{\text{пер}} \cdot t_i^{\text{ЭК}} - \text{min затраты,}$$

$$nt_{\text{ЭК}} = \sum_{p+1}^{q-1} n_{pqi}^{\text{ТР}} \cdot t_{\text{Эки}} - \sum_{q-1}^{q-2} kcm - \text{max сбережения.}$$

Задача определения оптимального варианта ПФ решается с помощью *специальных методов*, которые позволяют установить наиболее целесообразное объединение струй вагонопотоков и сократить число возможных вариантов. При этом для небольшого числа технических станций расчет ведется вручную, а для всей сети на ЭВМ с достаточной для практических целей точностью.

Существуют следующие методы расчета плана:

- метод абсолютного расчета (проф. А.П. Петров, К.А. Бернгард);
- метод совмещенных аналитических сопоставлений (К.А. Бернгард). Используется для небольшого количества станций;
- метод последовательного улучшения плана формирования одногруппных поездов для полигона сети (проф. С.В. Дувалян);
- метод последовательного приближения (доц. В.А. Покавкин).

Как правило, расчеты планов формирования выполняются с помощью ЭВМ с достаточной для практических целей точностью.

Наибольшее из этих методов распространение получил метод С.В. Дуваляна. Его используют для большого числа технических станций.

В основу всех методов положены 3 условия, которые позволяют выбрать вариант плана формирования путем сопоставления затрат вагоно-часов накопления и экономии от сокращения переработки в пути следования:

$$n \sum T_{\text{ЭК}} > cm.$$



В зависимости от того, по каким станциям суммируются приведенные вагоно-часы, различают:

- необходимое (НУ);
- достаточное (ДУ);
- общее достаточное условие (ОДУ).

#### 1.4.2 Условия для выделения струи вагонопотока в отдельное назначение

**1 Необходимое условие** для выделения струи вагонопотока в отдельное назначение.

Сущность этого условия заключается в том, что экономия приведенных вагоно-часов, полученных от проследования вагонопотоками попутных технических станций в поездах без переработки, должна быть не меньше затрат вагоно-часов на начальной станции для накопления составов этого назначения. Это условие можно записать:

$$n \sum T_{\text{эк}} - ct \geq 0,$$

или

$$n \sum T_{\text{эк}} \geq ct.$$

То есть если устанавливается суммарная экономия по всем попутным техническим станциям, то рассматриваемая струя отвечает НУ

$$n_{pq} \sum_{p+1}^{q-1} T_{\text{эк}} > (ct)_p,$$

где  $p$  – станция формирования поезда рассматриваемого назначения;  
 $q$  – станция назначения поезда.

При соблюдении этого неравенства струю рассматривают как конкурентоспособную в дальнейших расчетах объединения струй, выходящих со станций. Любую конкурентоспособную струю можно выделить в самостоятельное назначение или объединить с другой.

Рассмотрим использование этого условия на примере (рис. 1.9).

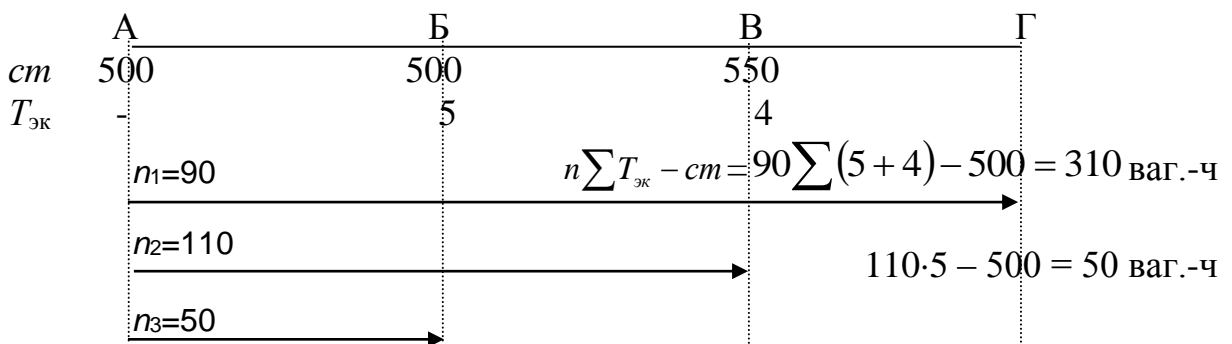


Рисунок 1.9 – Проверка соответствия струй необходимому условию

Вывод: струи  $n_1$  и  $n_2$  отвечают необходимому условию.

Если суммарная экономия вагоно-часов по всем попутным техническим станциям превышает или равна затратам вагоно-часов на накопление, то рассматриваемое назначение можно выделить в оптимальный вариант плана формирования. Однако необходимое условие не во всех случаях является достаточным (окончательным) для принятия решения о выделении рассматриваемого вагонопотока в самостоятельное назначение. Так как возможен более выгодный вариант, предусматривающий объединение рассматриваемого вагонопотока с другим, более коротким, имеющим общий маршрут следования. В этом случае возникает необходимость проверки такого варианта следования вагонопотоков на достаточное условие. Допустим, что имеем 2 варианта следования вагонопотоков от станции зарождения до станции назначения. Определим по каждому варианту сбережения вагоно-часов (рис. 1.10).

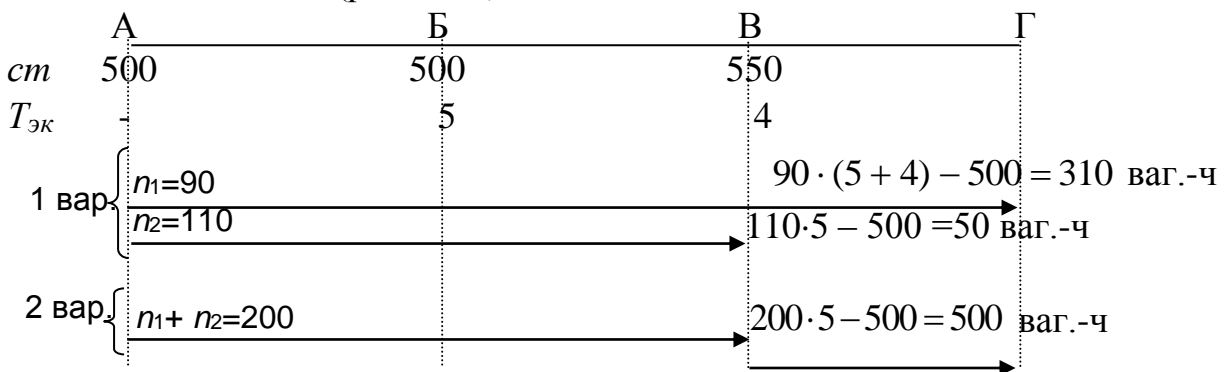


Рисунок 1.10 – Установление эффективности объединения струй вагонопотоков

Если в нашем примере объединить обе струи в одно назначение, то получим большую экономию. Возникает вопрос, что выгоднее: выделить  $n_1$  и  $n_2$  в самостоятельные назначения или объединить их. Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо знать достаточное условие.

2 **Достаточное условие** для выделения струи в самостоятельное назначение. Достаточное условие используется тогда, когда требуется сравнение двух вариантов: выделение дальней струи и объединение её с ближней струей. Для того чтобы представить это условие в виде формулы, рассмотрим 2 варианта (рис. 1.11).

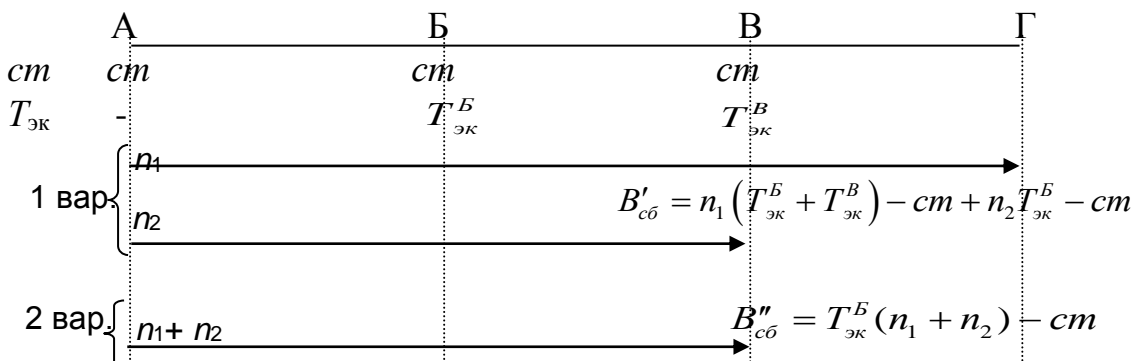


Рисунок 1.11 – Проверка более дальней струи на достаточное условие

Оба назначения отвечают необходимому условию. Однако окончательного решения по выделению обоих назначений принять нельзя, так как, возможно, их объединение даст больше экономии, или, наоборот, следует выделить более дальние назначения. Для решения этого вопроса используется достаточное условие.

**1 вариант:**

$$B'_{сб} = n_1 (T_{эк}^B + T_{эк}^B) - cm + n_2 T_{эк}^B - cm = n_1 T_{эк}^B + n_1 T_{эк}^B + n_2 T_{эк}^B - 2cm .$$

**2 вариант:** из вагонопотоков  $n_1$  и  $n_2$  по ст. А формируются поезда назначением на ст. В. Тогда вагонопоток  $n_1$  будет перерабатываться по ст. В с потерей  $n_1 T_{эк}^B$ , но по ст. А затраты на накопление составят  $cm$  (вместо  $2cm$  в 1 варианте):

$$B''_{сб} = T_{эк}^B (n_1 + n_2) - cm = n_1 T_{эк}^B + n_2 T_{эк}^B - cm .$$

Очевидно, выделение более дальней струи в самостоятельное назначение выгодно при условии:

$$B'_{сб} \geq B''_{сб} .$$

Тогда запишем эти сбережения в развернутом виде:

$$n_1 T_{эк}^B + n_2 T_{эк}^B + n_1 T_{эк}^B - 2cm \geq n_1 T_{эк}^B + n_2 T_{эк}^B - cm .$$

После преобразования выражения получим  $n_1 T_{эк}^B \geq cm$ .

Назначение  $n_1$  по отношению к  $(n_1 + n_2)$  является более дальней струей. В конкретном случае новое неравенство говорит о следующем: если более дальнее назначение при проследовании без переработки по станции уступа имеет большую экономию, чем затраты на накопление, то оно выделяется в оптимальный вариант, если не отвечает условию, то в оптимальный вариант включается **исходное** назначение

$$n_{дал} T_{эк}^{усм} \geq cm .$$

Последнее условие носит название достаточного условия целесообразного выделения более дальней струи вагонопотоков в самостоятельное назначение,

где  $T_{эк}^{усм}$  – экономия вагоно-часов по станции назначения (станции уступа) ближайшей, более короткой, струи (или экономия по попутным станциям, лежащим вне маршрута короткой струи, с которой сопоставляется более дальнее назначение).

Таким образом, выделение дальней струи в самостоятельное назначение ПФ (вместо объединения с ближней струей) выгодно в том случае, если экономия от проследования станции (станций) уступа без переработки будет больше или равна затратам по станции формирования. Возможны **головной и хвостовой уступы** (рис. 1.12, хвостовой уступ).

Таким образом, струи  $n_1$  и  $n_2$  необходимо объединить в одно назначение.

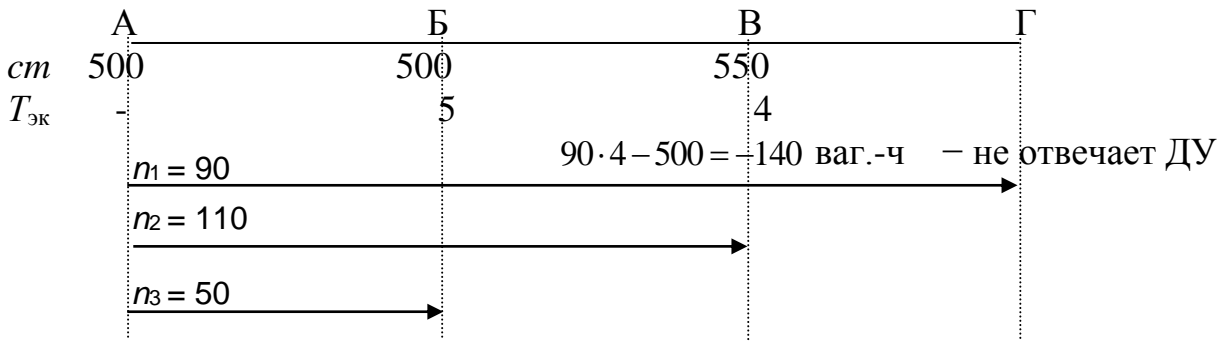


Рисунок 1.12 – Проверка соответствия струи достаточному условию

**3 Общее (абсолютное) достаточное условие.** В случае, когда имеются струи большой мощности, для их выделения в оптимальный вариант плана формирования необходима проверка на общее достаточное условие

$$n_i \min T_{\text{эк}} > ct,$$

где  $\min T_{\text{эк}}$  – экономия по станции, имеющей минимальную экономию, приходящуюся на 1 вагон.

Если струя по каждой попутной технической станции имеет экономию больше, нежели затраты на накопление вагонов по станции формирования, то она отвечает общему достаточному условию. Как правило, на это условие проверяются одноструйные назначения. В целях сокращения времени расчета ПФ проверка на ОДУ осуществляется только по станции, имеющей минимальную экономию. В нашем случае – проверка по станции В (рис. 1.13).

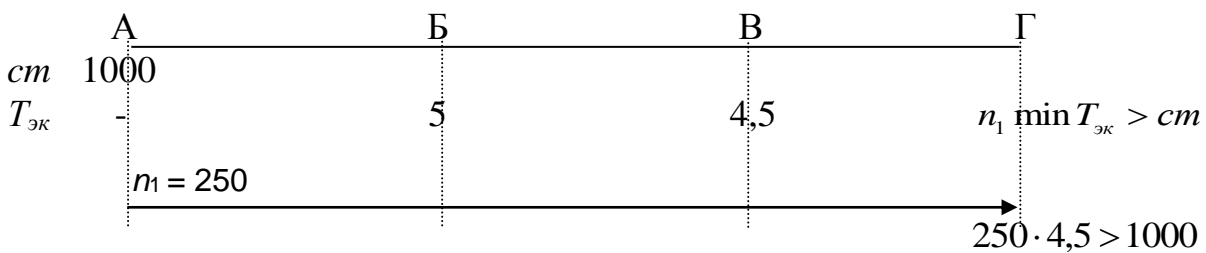


Рисунок 1.13 – Проверка струи на общее достаточное условие

## 1.5 Расчет плана формирования одноструйных поездов способом совмещенных аналитических сопоставлений

### 1.5.1 Основные положения, принципы и сущность способа совмещенных аналитических сопоставлений расчета ПФ

Способ (метод) разработан профессором К.А. Бернгардом. В основу метода положены: необходимое, достаточное и общее достаточное условия. Данная методика весьма удобна, наглядна и позволяет вести расчет плана формирования на направлениях с 8-ю – 9-ю техническими

станциями. Принципиальные особенности метода: путем аналитических сопоставлений отбираются оптимальные назначения плана формирования.

Расчет ведется в три этапа:

- 1 Составление графика возможных сквозных назначений.
- 2 Анализ графика назначений и выбор назначений, отвечающих ДУ.
- 3 Определение оптимального варианта ПФ.

Критерием выбора является  $\max V_{\text{св}}$ .

### 1.5.2 Расчет оптимального плана формирования однотипных поездов

Оптимальный вариант плана формирования однотипных поездов рассчитывается в четном или нечетном направлениях. Для этого из общего вагонопотока (табл. 1.2) исключается вагонопоток, включенный в отправительскую маршрутизацию (табл. 1.4) и порожние маршруты (см. раздел 1.1.7). Из оставшегося вагонопотока составляется табл. 1.5.

Таблица 1.5 – Вагонопотоки, не охваченные маршрутизацией

Из \ На	Д	А	Г	Б	В	Е	Ж	Итого (погрузка)
Д	-	324	-	27	90	110	80	631
А	174	-	0/29	8/28	90/22	180	50/57	502/136
Г	-	-	-	11	330	400	100	841
Б	53	18	12	-	198	251	417	949
В	160	120	350	70	-	201	403	1304
Е	80	190	400	412	226	-	140	1448
Ж	90	130	120	333	334	100	-	1107
Итого (выгрузка)	557	782	882/29	861/28	1268/22	1242	1190/57	6782/136

Расчет плана формирования методом **совмещенных аналитических сопоставлений** осуществляется в следующей последовательности:

1 Изображается схема нечетного или четного железнодорожного направления (рис. 1.14) с указанием на ней затрат вагоно-часов на накопление по станциям формирования ( $cm$ ) и приведенной экономии вагоно-часов при пропуске вагонопотока без переработки по каждой попутной технической станции ( $T_{\text{эк}}$ ).

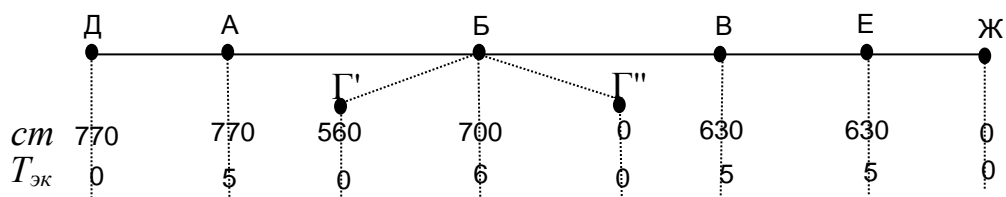


Рисунок 1.14 – Схема нечетного железнодорожного направления

Для примера выбран разветвленный участок с отклонением по станции Б. При этом станция Г условно представляется как Г' – станция формирования, Г'' – станция назначения.

2 На основании вагонопотоков, не охваченных маршрутизацией (см. табл. 1.5), составляется **совмещенный ступенчатый график** вагонопотоков (рис. 1.16). Ступенчатый график вагонопотоков со станции формирования Д представлен на рис. 1.15. При согласовании с собственником подвижного состава суммируются груженные и порожние вагонопотоки, указанные в таблице для нечетного направления.

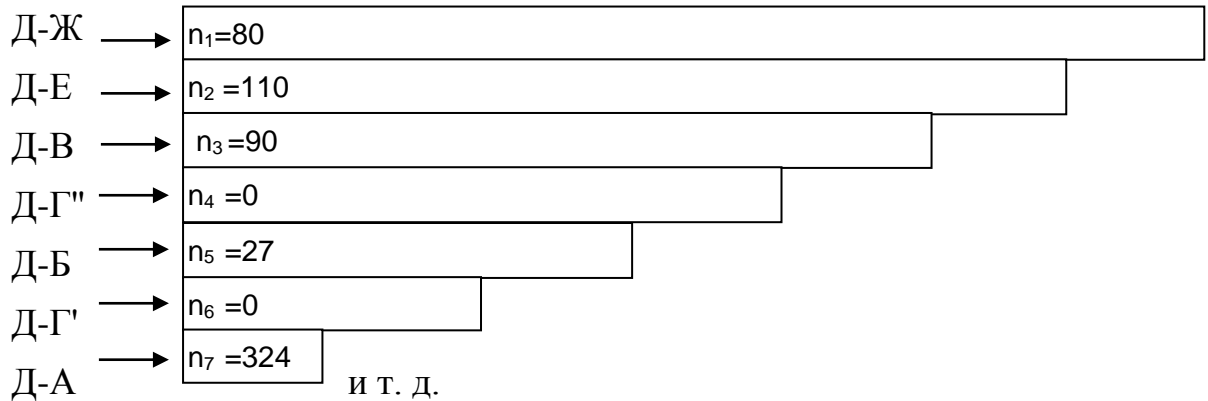


Рисунок 1.15 – Ступенчатый график вагонопотоков со станции формирования Д

3 Сквозные (проходящие хотя бы одну станцию без переработки). Например, из вышеуказанных назначений, формируемых по станции Д, Д–А не является сквозным и называется участковым назначением) одноструйные назначения проверяются на **общее достаточное условие (ОДУ)**, когда сбережения вагоно-часов от проследования без переработки по любой из технических станций больше или равны затратам на накопление на станции формирования (рис. 1.16)

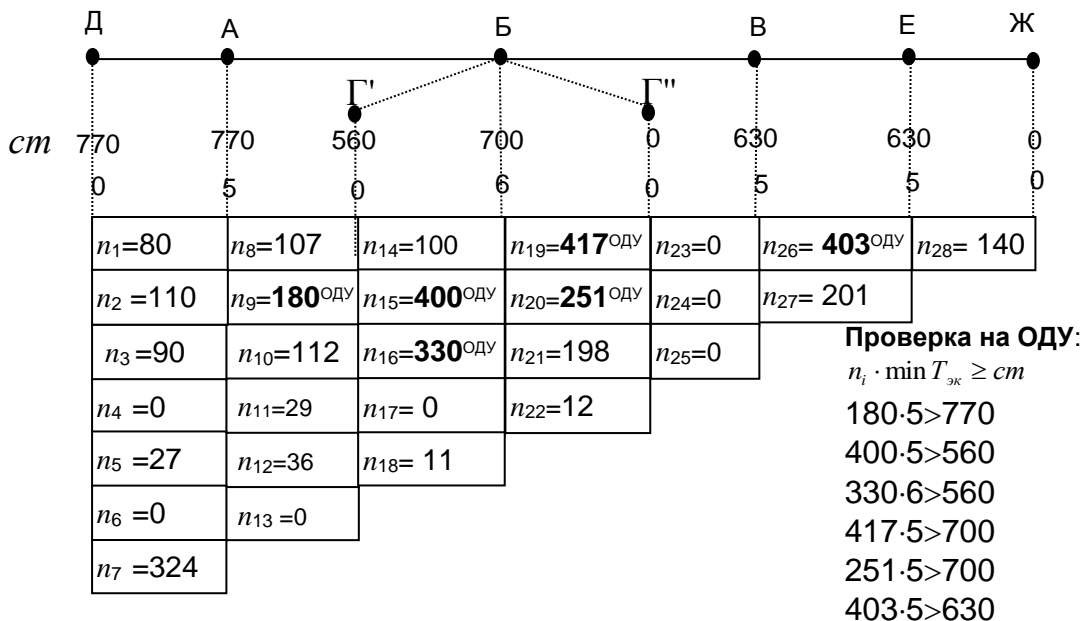


Рисунок 1.16 – Совмещенный ступенчатый график вагонопотоков

$$n_i \cdot \min T_{\text{эк}} \geq ct, \text{ ваг.-ч,}$$

где  $n_i$  – вагонопоток  $i$ -й струи совмещенного ступенчатого графика вагонопотоков, ваг.;  
 $\min T_{\text{эк}}$  – минимальная экономия от проследования без переработки попутных технических станций, ч.

Проверка струй, отвечающих ОДУ, показывается на графике –  $n_{15}=400^{\text{ОДУ}}$ .

4 Самые дальние струи, отвечающие ОДУ, выделяются в **оптимальный вариант плана формирования (ОВПФ)**. Если такие струи не являются дальними, то они включаются в график возможных сквозных назначений. В нашем примере самыми дальними на направлении являются только струи Д–Ж и Г–Ж, но так как они не отвечают ОДУ, то в ОВПФ не выделяются. Таким образом, после проверки на ОДУ в нашем примере ни одна струя не выделена в ОВПФ.

5 Составляется **график возможных сквозных назначений**, предусматривающий объединение сквозных струй, имеющих общий маршрут следования (рис. 1.17).

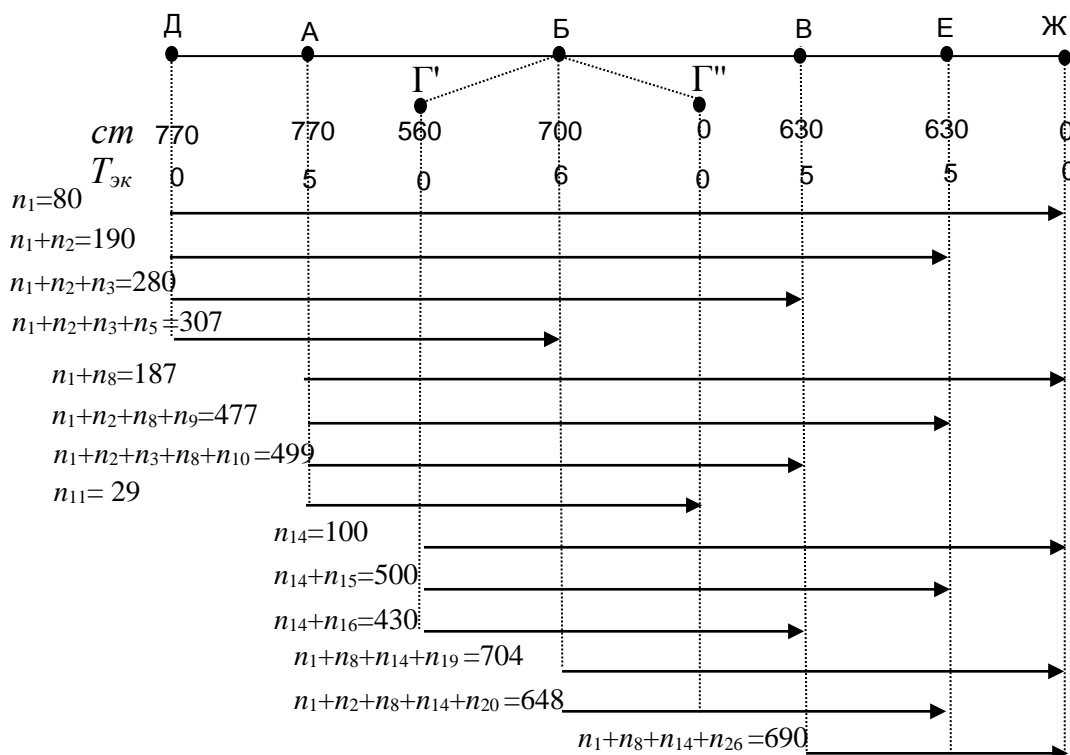


Рисунок 1.17 – График возможных сквозных назначений

Рассмотрим струи первой станции участка – Д. Струя Д–Ж ( $n_1$ ) является сквозной и в график возможных сквозных назначений выносится без объединения с другими струями, т. к. является самой дальней и не имеет общего маршрута следования ни с одной струей. Струя Д–Е ( $n_2$ ) объединяется со струей Д–Ж, т. к. имеет общий маршрут следования Д–Е и т. д. Участковые струи в график возможных сквозных назначений не вносятся. При этом струи, отвечающие ОДУ, рассматриваются с более

дальними, не отвечающими ОДУ, но не рассматриваются с более короткими струями. Например, струя Г–В ( $n_{16}$ ) может объединиться только со струей Г–Ж ( $n_{14}$ ), т. к. она имеет общий маршрут следования на участке Г–В, является более дальней и не отвечает ОДУ. Однако Г–В не может объединиться со струей Г–Е ( $n_{15}$ , несмотря на то что они имеют общий маршрут следования), т. к. Г–Е отвечает ОДУ и является более дальней.

6 По каждому назначению определяются сбережения вагоно-часов по **необходимому условию (НУ)**

$$\sum n_i \sum T_{эк} - ct \geq 0,$$

где  $\sum T_{эк}$  – суммарная экономия от проследования без переработки попутных технических станций, ч;

$\sum n_i$  – объединенный вагонопоток сквозных струй, имеющих общий маршрут следования, ваг.

Сущность этого условия заключается в том, что суммарная экономия приведенных вагоно-часов, полученных от проследования вагонопотоками попутных технических станций в поездах без переработки, должна быть не меньше затрат вагоно-часов на начальной станции для накопления составов этого назначения (рис. 1.18)

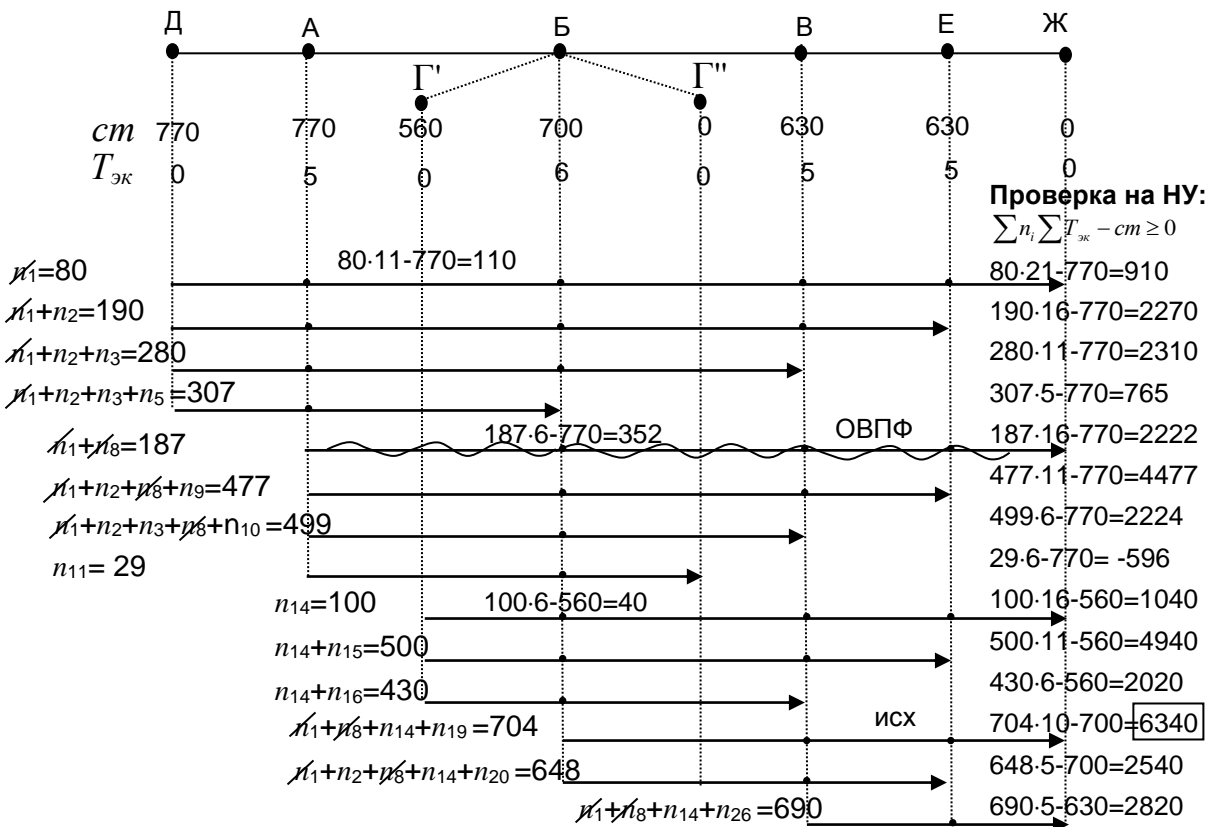


Рисунок 1.18 – Проверка струй графика возможных сквозных назначений на необходимое и достаточное условия

7 Для каждого назначения определяется размер сбережений вагоно-часов, что дает основание сразу исключить из дальнейшего рассмотрения одноструйные и многоструйные назначения, не дающие сбережения



вагоно-часов, т.е. не удовлетворяющие необходимому условию (в нашем случае это струя  $n_{11}$ ). Струи, не отвечающие НУ, включают в участковые поезда.

8 Устанавливается многоструйное назначение, дающее наибольшие сбережения приведенных вагоно-часов, т. е.

$$\sum n_i \sum T_{\text{эк}} - Cm = \max B_{\text{сб}} .$$

9 Назначение, отвечающее этому условию и имеющее наибольшие сбережения вагоно-часов, называется **исходным**. Однако необходимое условие не во всех случаях является достаточным (окончательным) для принятия решения о выделении вагонопотока в самостоятельное назначение, потому что возможен более выгодный вариант, а именно: объединение этого вагонопотока с другим более коротким, имеющим общий путь следования с этим вагонопотоком.

10 Исходное назначение сопоставляется со всеми одноструйными и многоструйными назначениями, которые являются более дальними по отношению к исходному. При этом последние проверяются на **достаточное условие на уступе** (рис. 1.19)

$$n_o \cdot \sum T_{\text{эк}}^{\text{уч}} - cm \geq 0,$$

где  $\sum T_{\text{эк}}^{\text{уч}}$  – сумма расчетной экономии от проследования более дальнего вагонопотока без переработки через попутные технические станции, расположенные вне маршрута исходного назначения, ч;

$n_o$  – вагонопоток более дальней струи по отношению к исходной, ваг.

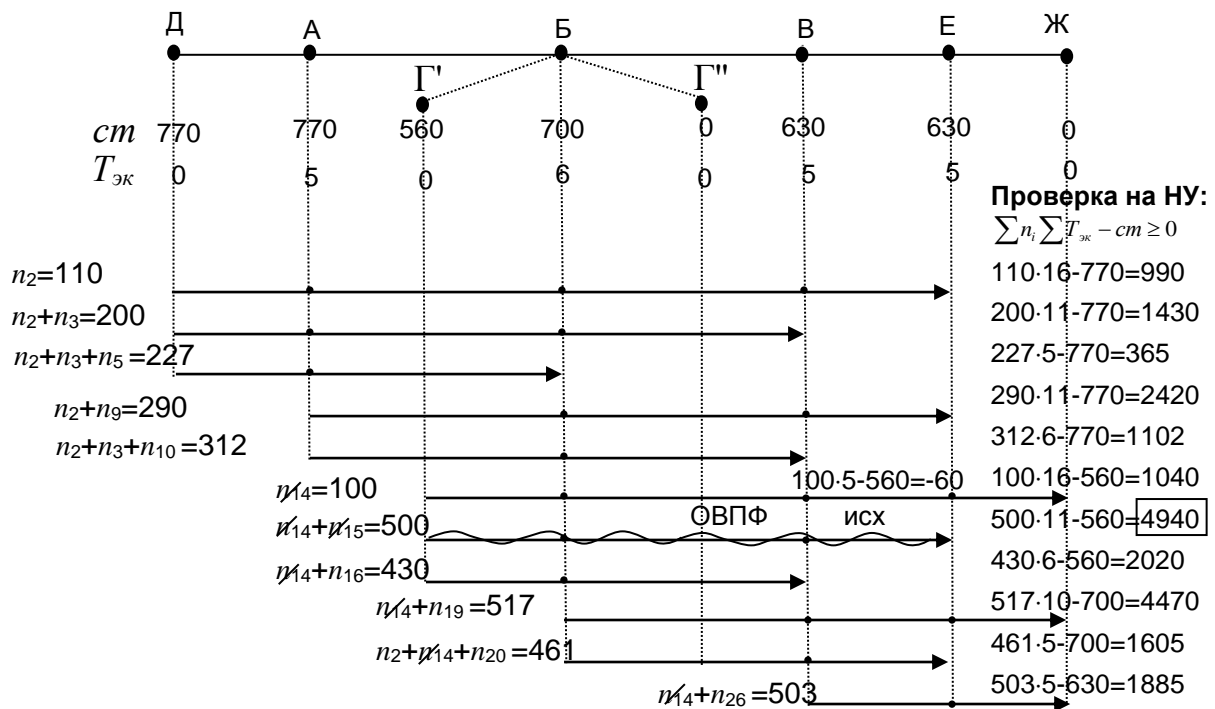


Рисунок 1.19 – Первая корректировка графика возможных сквозных назначений

На рис. 1.19 станция Г' не является станцией уступа для струй Д–Е и А–Е, т. к. она находится вне маршрута их следования, поэтому проверка на ДУ этих струй по данной станции не производится.

Если более дальнее назначение имеет по станциям уступа экономию больше, чем затраты на накопление по станции формирования (возможны **головной или хвостовой уступы**), то оно включается в оптимальный вариант плана формирования. Если таких назначений несколько, в оптимальный вариант ПФ включается более дальнее назначение, обеспечивающее наибольшие сбережения вагоно-часов и в графике назначений расположено выше других. Если таких назначений нет, то в ОВПФ включается исходное назначение.

11 После выделения назначения в ОВПФ осуществляется **корректировка графика назначений**, т.е. вагонопотоки, вошедшие в ОВПФ, исключаются из дальнейшего рассмотрения на всем пути их следования, пересоставляется график сквозных назначений, и производится та же процедура выбора назначения, отвечающего ДУ (см. рис. 1.19).

12 Если струя, отвечающая ОДУ, не объединилась с более дальними струями и в результате корректировок снова стала одноструйным назначением, то ее включают в ОВПФ без проверок на НУ и ДУ (рис. 1.20).

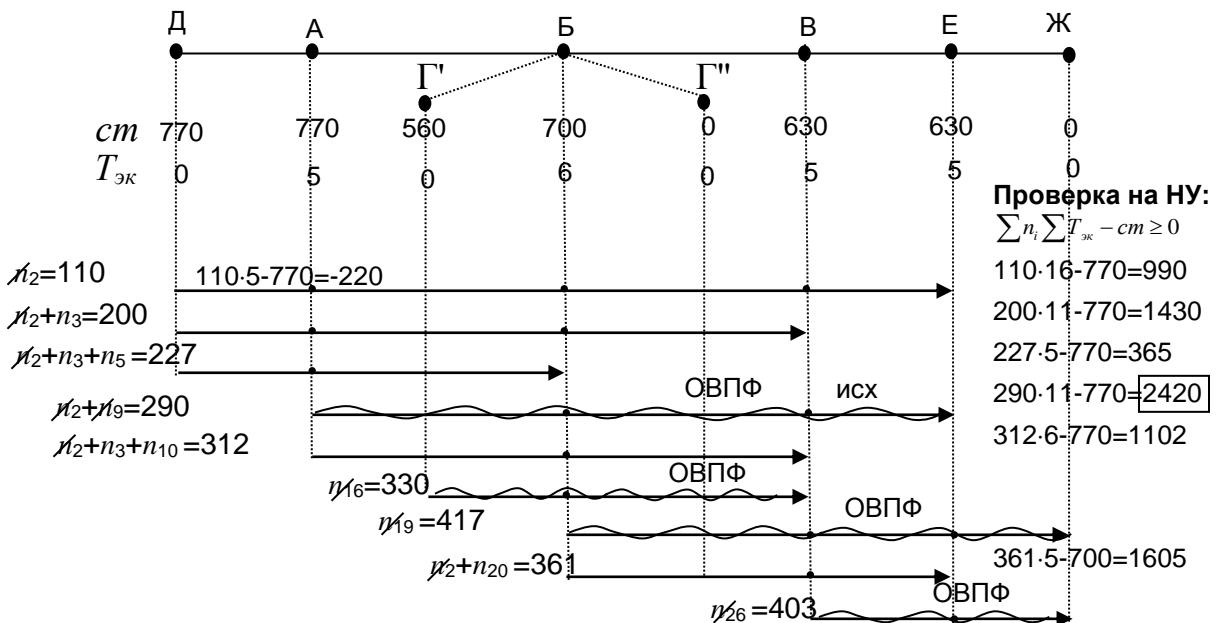


Рисунок 1.20 – Вторая корректировка графика возможных сквозных назначений

13 Расчет ведется до тех пор, пока не останется назначений, отвечающих НУ (рис. 1.21).

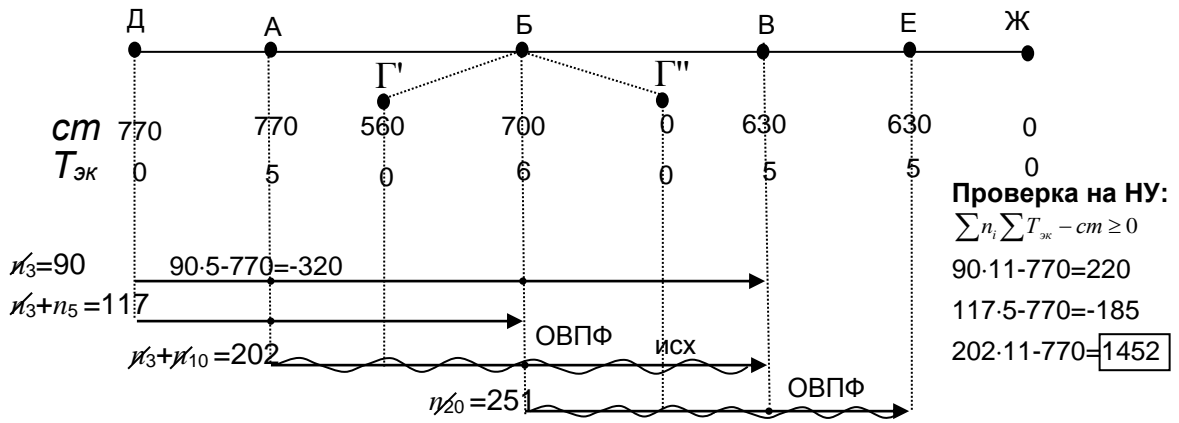


Рисунок 1.21 – Третья корректировка графика возможных сквозных назначений

14 Все выделенные сквозные назначения сводим в массив – ОВПФ, который дополняется участковыми назначениями. При этом необходимо убедиться, что все вагонопотоки с начальных до конечных станций включены в те или иные назначения поездов (рис. 1.22, 1.23).

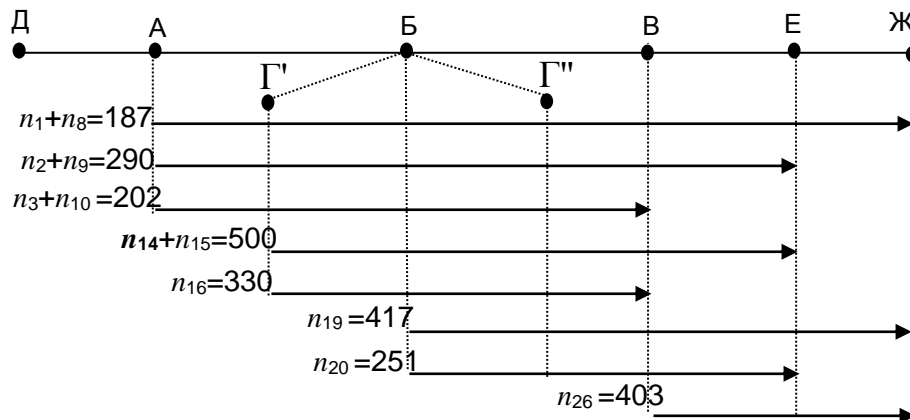


Рисунок 1.22 – ОВПФ сквозных назначений

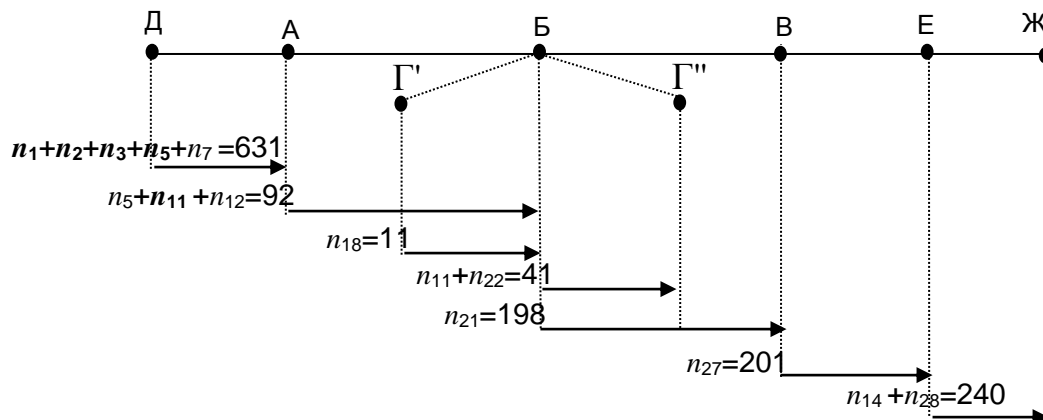


Рисунок 1.23 – ОВПФ участковых назначений

15 После расчета ПФ определяются его показатели (табл. 1.6):  
 - число назначений ПФ как суммарное число сквозных и участковых

назначений, формируемых каждой станцией направления (графа 2 табл. 1.6);

- количество перерабатываемых вагонов на попутных станциях участка (графа 3 табл. 1.6, на данном направлении станциями переработки могут быть А, Б, В, Е, т. к. Д, Г' – станции формирования, Ж, Г'' – станции назначения. Переработка возникает при переходе вагонов из одной категории поездов в другую, например, с участкового на сквозное). В нашем примере вагонопоток  $n_1$  со станции Д до станции А следует в участковом поезде, а по станции А перерабатывается и включается в сквозной поезд, следующий до конечной станции Ж. Так, по станции А перерабатываются вагонопотоки –  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$  и  $n_5$  (см. рис. 1.22, 1.23), а общий перерабатываемый вагонопоток по этой станции равен 307 вагонов);

- затраты вагоно-часов на накопление по каждой станции формирования;

- затраты вагоно-часов на переработку по каждой станции на направлении;

- суммарные затраты вагоно-часов накопления и переработки.

Таблица 1.6 – Показатели плана формирования поездов

Станции формирования поездов	Количество формируемых назначений, $K$	Количество перерабатываемых вагонов, $n_{пер}$	Затраты вагоно-часов		
			на накопление, $cm \cdot K$	на переработку, $n_{пер} \cdot t_{эж}$	<b>ИТОГО</b>
1	2	3	4	5	6
Д	1	0	770	0	770
А	4	307	3080	1535	4615
Г	3	0	1680	0	1680
Б	4	29	2800	174	2974
В	2	0	1260	0	1260
Е	1	100	630	500	1130
<b>ИТОГО</b>	15	436	10220	2209	12429

### 1.5.3 Расчет ПФ одnogруппных поездов с помощью ЭВМ

При разработке ПФ с помощью ЭВМ используется программа, предложенная кафедрой «УЭР» РГУПС. Для расчета необходимо внести необходимые данные в С: \PROGR\_KF \FOR \VVOD.

Алгоритм выполнения предусматривает последовательность действий, согласно которому студент отвечает на вопросы:

1 Введите имя файла для подготовки исходных данных (вводится номер группы и порядковый номер по журналу).

2 Введите фамилию, имя, отчество и группу (при распечатке на принтере эти данные должны быть на результатах расчета ПФ).

3 Введите число станций на полигоне (для нашего примера – 8).

- 4 Введите значения  $st$  с первой до предпоследней станции (рис. 1.14).  
 5 Введите значения, начиная со второй станции  $T_{эк}$  (см. рис. 1.14).  
 6 Введите величины струй вагонопотоков в виде совмещенной диаграммы вагонопотоков (см. рис. 1.17):  
 - значения струй вагонопотоков, идущих на станцию 8 ( $n_1, n_8, n_{14}, n_{19}, n_{23}, n_{26}, n_{28}$ );  
 - значения струй вагонопотоков, идущих на станцию 7 ( $n_2, n_9, n_{15}, n_{20}, n_{24}, n_{27}$ );  
 - значения струй вагонопотоков, идущих на станцию 6 ( $n_3, n_{10}, n_{16}, n_{21}, n_{25}$ );  
 - значения струй вагонопотоков, идущих на станцию 5 ( $n_4, n_{11}, n_{17}, n_{22}$ );  
 - значения струй вагонопотоков, идущих на станцию 4 ( $n_5, n_{12}, n_{18}$ );  
 - значения струй вагонопотоков, идущих на станцию 3 ( $n_6, n_{13}$ );  
 - значения струй вагонопотоков, идущих на станцию 2 ( $n_7$ ).  
 7 Проверьте правильность ввода данных.

Для автоматического расчета необходимо выбрать C: \ PROGR\_KF \ FOR \ PLFOR и ответить на вопросы:

- 1 Введите имя файла с исходными данными.
- 2 Введите печать на экран – 0, на принтер – 1.

Результаты расчета ОВПФ с помощью ЭВМ представлены на рис. 1.24.

### Расчет плана формирования поездов на ЭВМ

#### Исходные данные

	1	2	3	4	5	6	7	8
$st$	770	770	560	700	560	630	630	
$T_{эк}$	0	5	0	6	0	5	5	

80	107	100	417	0	403	140
110	180	400	251	0	201	
90	112	330	198	0		
0	29	0	12			
27	36	11				
0	0					
324						

#### Оптимальный вариант плана формирования

	1	2	3	4	5	6	7	8
$st$	770	770	560	700	560	630	630	
$T_{эк}$	0	5	0	6	0	5	5	

0	187	0	417	0	403	240
---	-----	---	-----	---	-----	-----

Рисунок 1.24 – Результаты расчета ОВПФ с помощью ЭВМ

0	290	500	251	0	201
0	202	330	198	0	
0	0	0	41		
0	92	11			
0	0				
631					

### Показатели плана формирования

№ станции	число формир. назнач.	число перераб. вагонов	Затраты вагоно-часов		
			накопление	переработ.	итого
1	1	0	770	0	770
2	4	307	3080	1535	4615
3	3	0	1680	0	1680
4	4	29	2800	174	2974
5	0	0	0	0	0
6	2	0	1260	0	1260
7	1	100	630	500	1130
всего	15	436	10220	2209	12429

Рисунок 1.24 – Результаты расчета ОВПФ с помощью ЭВМ (окончание)

ОВПФ, рассчитанный вручную, должен совпадать с расчетом ПФП на ЭВМ.

## 1.6 План формирования групповых поездов

### 1.6.1 Разновидности групповых поездов

Ослабление мощности назначений поездов требует нового подхода к организации вагонопотоков в поезда. Все большую роль начинают играть групповые поезда.

**Групповыми** называются поезда, сформированные из вагонов нескольких назначений, каждое из которых подобрано в отдельную группу и следует на свою станцию назначения. Организация групповых поездов сокращает простой вагонов под накоплением, не уменьшая в то же время число назначений, а значит, не увеличивая объем сортировочной работы.

Различают следующие виды групповых поездов:

- 1 Без постоянной массы групп, не прикрепленные к определенным расписаниям.
- 2 С постоянной массой групп, не прикрепленные к определенным расписаниям.
- 3 Без постоянной массы групп, прикрепленные к определенным расписаниям.
- 4 С постоянной массой групп, прикрепленные к определенным расписаниям.

Наиболее распространены групповые поезда без постоянной массы, прикрепленные к определенным расписаниям. В последнее время получают распространение групповые поезда с постоянной массой групп, прикрепленные к определенным расписаниям.

Разновидностями групповых поездов с постоянной массой и без постоянной массы групп, прикрепленных к определенным расписаниям, являются *участково-групповые*, следующие в пределах дороги (для развоза местного груза), и *ступенчатые сквозные поезда*.

Целесообразность формирования участково-групповых и ступенчатых сквозных поездов, по сравнению с другими категориями (однотруппными), определяется сравнением затрат приведенных вагоно-часов. Выбор того или иного вида групповых поездов зависит от мощности вагонопотоков, составляющих ядро ( $n_{я}$ ), отцепляемую ( $n_{от}$ ) и прицепляемую ( $n_{пр}$ ) части поезда, и осуществляется на основании сопоставляющих вагоно-часов, затраченных при следовании вагонов в таких поездах или в поездах других категорий. По сравнению с однотруппными поездами, формируемыми на технических станциях, вагоны групповых поездов простаивают дополнительно на попутных технических станциях под обработкой. Вагоны, подлежащие прицепке, например, дополнительно простаивают под накоплением и в ожидании поездов, с которыми будут отправлены. Поэтому целесообразность формирования групповых поездов определяют расчетами, сопоставляя затраты на их формирование с затратами на формирование однотруппных поездов. Разработаны специальные методы для расчета эффективности групповых поездов по сравнению с однотруппными.

### 1.6.2 Назначение групповых поездов без постоянной массы групп, не прикрепленных к определенным расписаниям

Назначение групповых поездов без постоянной массы групп, не прикрепленных к определенным расписаниям, устанавливается технико-экономическими расчетами, сопоставляя затраты на формирование групповых и однотруппных поездов. Вариант, обеспечивающий минимальные затраты вагоно-часов на накопление, формирование и ожидание отправления, считается лучшим. Рассмотрим методику целесообразности групповой маршрутизации по сравнению с однотруппной на элементарном примере. Определим приведенные вагоно-часы на выполнение маневровой и поездной работы по каждому варианту:

$$E_{np} = Nt_{np} + Mt_m \cdot \frac{C_{лок-ч}^m}{C_{ваг-ч}} + Mt_n \cdot \frac{C_{лок-ч}^n}{C_{ваг-ч}},$$

где  $Nt_{np}$  – затраты локомотиво-часов;

$Mt_m \cdot \frac{C_{лок-ч}^m}{C_{ваг-ч}}$  – затраты локомотиво-часов маневровых локомотивов;

$Mt_n \cdot \frac{C_{\text{лок-ч}}^n}{C_{\text{ваг-ч}}}$  – затраты локомотиво-часов поездных локомотивов;

$\Theta = \frac{C_{\text{лок-ч}}}{C_{\text{ваг-ч}}}$  – эквивалент приведения локомотиво-часа к вагоно-часу.

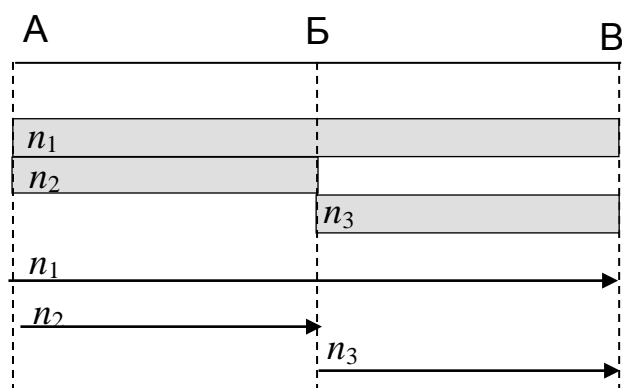


Рисунок 1.25 – Схема организации вагонопотоков в поезда

При назначении одногруппных поездов по станции А, согласно схеме (рис. 1.25), затраты на накопление составят

$$B_n^A = 2cm_A.$$

Затраты на формирование по станции А (сумма вагоно-часов формирования и локомотиво-часов работы маневровых локомотивов при формировании)

$$B_\phi^A = \frac{n_1 + n_2}{m} \cdot t_\phi^{\text{одн}} + \Theta t_\phi^{\text{одн}} \frac{n_1 + n_2}{m}.$$

Затраты на накопление по станции Б

$$B_n^B = cm_B.$$

Затраты на формирование по станции Б

$$B_\phi^B = \frac{n_3}{m} \cdot t_\phi^{\text{одн}} + \Theta t_\phi^{\text{одн}} \frac{n_3}{m}.$$

Общие затраты в физических вагоно-часах составят

$$B_{\text{общ}} = B_n^A + B_\phi^A + B_n^B + B_\phi^B.$$

Затраты в денежном выражении составят

$$\sum E_{\text{одн}} = C_{\text{ваг-ч}} (2cm_A + cm_B + \frac{n_1 + n_2}{m} t_\phi^{\text{одн}} + \frac{n_3}{m} t_\phi^{\text{одн}}) + C_{\text{лок-ч}} (\frac{n_1 + n_2}{m} t_\phi^{\text{одн}} + \frac{n_3}{m} t_\phi^{\text{одн}}).$$

В зависимости от соотношения прицепляемой и отцепляемой групп возможны 3 различных варианта организации групповых поездов.

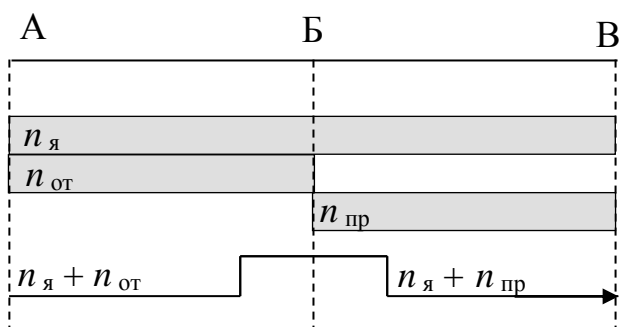


Рисунок 1.26 – Первый вариант организации групповых поездов

Первый вариант предусматривает равенство отцепляемой и прицепляемой групп (рис. 1.26)

$$n_2 = n_3 \text{ или } n_{\text{от}} = n_{\text{пр}}.$$

При назначении групповых поездов по станции А затраты на накопление, согласно первому варианту схемы (рис. 1.27), составят  $B_n^A = 2cm_A$ .



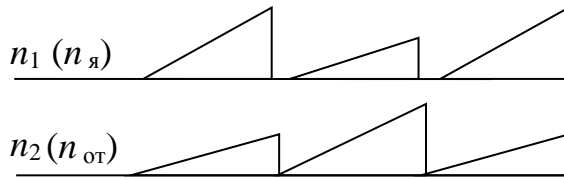


Рисунок 1.27 – Схема накопления групповых поездов по первому варианту

Затраты на формирование по станции А

$$B_{\phi}^A = \frac{n_1 + n_2}{m} \cdot t_{\phi}^{zp} + \mathcal{E} t_{\phi}^{zp} \frac{n_1 + n_2}{m}.$$

Затраты на накопление по станции Б

$$B_n^B = c m_{zp},$$

где  $m_{zp}$  – число вагонов в прицепляемой группе для группового поезда

$$m_{zp} = \frac{n_2}{N_{om}},$$

где  $N_{om}$  – количество групповых поездов, отправленных за сутки.

$$N_{om} = \frac{n_1 + n_2}{m}.$$

$$m_{zp} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \cdot m.$$

$$B_n^B = c m \frac{n_2}{n_1 + n_2}, \text{ т. к. } n_2 = n_3, \text{ то } B_n^B = c m \frac{n_3}{n_1 + n_3}.$$

Затраты на *формирование* по станции Б по первому варианту составят

$$B_{\phi}^B = \frac{n_2}{m_{zp}} (t_p^{zp} + t_{om}^{zp}) + \frac{n_3}{m_{zp}} (t_{\phi}^{zp} + t_{np}^{zp}).$$

Заменим  $m_{zp} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \cdot m$  и получим

$$B_{\phi}^B = \frac{n_1 + n_2}{m} (t_{om}^{zp} + t_p^{zp} + t_{\phi}^{zp} + t_{np}^{zp}).$$

Кроме того, при отсутствии расписания прицепляемые группы по станции Б будут ожидать прибытия группового поезда

$$B_{ож}^B = c' m_{zp} = c' m \frac{n_3}{n_1 + n_3},$$

где  $c'$  – параметр, учитывающий простой вагонов в ожидании отправления,  $c' = 0,75$  с.

Как показала практика, чтобы не сорвать отправление прицепляемых групп, нужно заранее формировать эти группы. В результате, если  $B_{гр} < B_{одн}$ , то следует формировать групповые поезда.

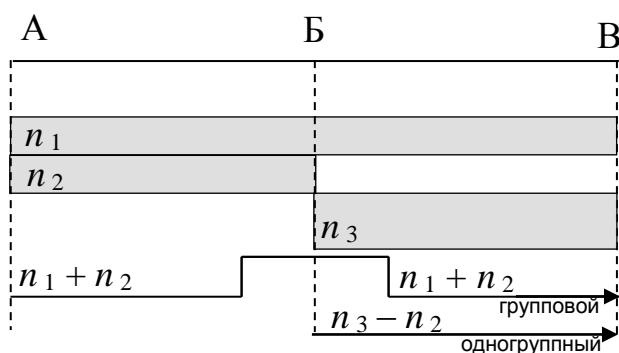


Рисунок 1.28 – Второй вариант организации групповых поездов

При втором варианте (рис. 1.28) отцепляемая группа меньше прицепляемой

$$n_2 < n_3 \text{ или } n_{от} < n_{пр}.$$

По станции А формируются только групповые поезда, а по станции Б прицепные группы из  $n_2$  и одногруппные поезда из  $n_3 - n_2$ .

Затраты на накопление по станции А, согласно второму варианту схемы, составят

$$B_n^A = cm_A.$$

Затраты на формирование по станции А

$$B_\phi^A = \frac{n_1 + n_2}{m} \cdot t_\phi^{gp} + \Xi t_\phi^{gp} \frac{n_1 + n_2}{m}.$$

Затраты на накопление по станции Б

$$B_n^B = cm_{cp},$$

где  $m_{cp}$  – среднее число вагонов для группового и одногруппного поездов

$$m_{cp}^{gp} = \frac{n_2}{N_{gp}},$$

где  $N_{gp}$  – количество групповых поездов, отправленных за сутки,

$$N_{gp} = \frac{n_1 + n_2}{m}.$$

$$m_{cp}^{одн} = \frac{n_3 - n_2}{N_{одн}},$$

где  $N_{одн}$  – количество одногруппных поездов, сформированных из  $(n_3 - n_2)$  вагонов за сутки по станции Б

$$N_{одн} = \frac{n_3 - n_2}{m}.$$

Тогда величина  $m_{cp}$  будет равна

$$\begin{aligned} m_{cp} &= \frac{m_{cp}^{gp} \cdot N_{gp} + m_{cp}^{одн} \cdot N_{одн}}{N_{gp} + N_{одн}} = \frac{\frac{n_2}{N_{gp}} \cdot N_{gp} + \frac{n_3 - n_2}{N_{одн}} \cdot N_{одн}}{\frac{n_1 + n_2}{m} + \frac{n_3 - n_2}{m}} = \\ &= \frac{(n_2 + n_3 - n_2)m}{n_1 + n_2 + n_3 - n_2} = \frac{n_3}{n_1 + n_3} \cdot m. \end{aligned}$$

Получим затраты на накопление по станции Б

$$B_n^B = cm \frac{n_3}{n_1 + n_3}.$$

Затраты на ожидание прибытия группового поезда прицепляемой группы по станции Б

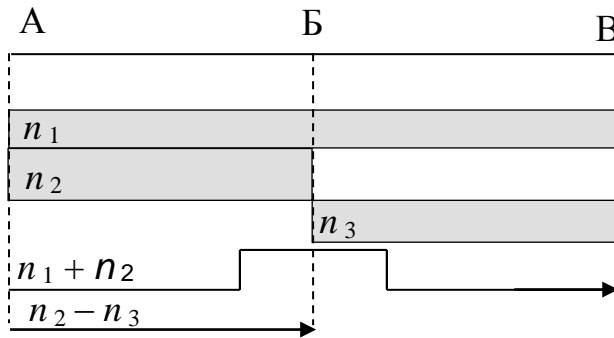
$$B_{ож}^B = c' m_{cp}^{zp} = c' m \frac{n_2}{n_1 + n_2}.$$

Затраты на формирование по станции А (приведенные вагоно-часы) по второму варианту составят

$$B_{\phi}^A = \frac{n_1 + n_2}{m} t_{\phi}^{zp} + \frac{n_1 + n_2}{m} t_{\phi}^{zp} \cdot \mathcal{E}.$$

Затраты на формирование по станции Б (приведенные вагоно-часы) по второму варианту составят

$$B_{\phi}^B = \frac{n_1 + n_2}{m} (t_p^{zp} + t_{om}^{zp}) + \frac{n_1 + n_2}{m} (t_{\phi}^{zp} + t_{np}^{zp}) + \frac{n_3 - n_2}{m} t_{\phi}^{одн} + \frac{n_3 - n_2}{m} t_{\phi}^{одн} \cdot \mathcal{E}.$$



При третьем варианте (рис. 1.29) отцепляемая группа больше прицепляемой

$$n_2 > n_3 \text{ или } n_{om} > n_{np}.$$

Так как по станции Б обмен групп осуществить практически невозможно из-за недостатка вагонопотока  $n_3$ , то по станции А групповые поезда не формируются.

Рисунок 1.29 – Третий вариант организации групповых поездов

### 1.6.3 Назначение поездов с постоянным весом групп, не прикрепленных к определенным расписаниям

Назначение поездов с постоянным весом групп, не прикрепленных к определенным расписаниям, рекомендуется на направлениях с убывающим вагонопотоком, а также при уменьшении массы поезда. Как показала практика, групповые поезда с постоянной массой групп по затрате приведенных вагоно-часов равноценны такому варианту без постоянной массы. Поэтому задача сводится к определению величин групп.

Величина групп постоянной массы двухгруппных поездов устанавливается в зависимости от соотношения величин вагонопотоков, объединяемых в групповой поезд по начальной станции формирования, и вагонопотоки по станции перецепки групп (постоянный вес групп более строго регламентирует работу станции на направлении).

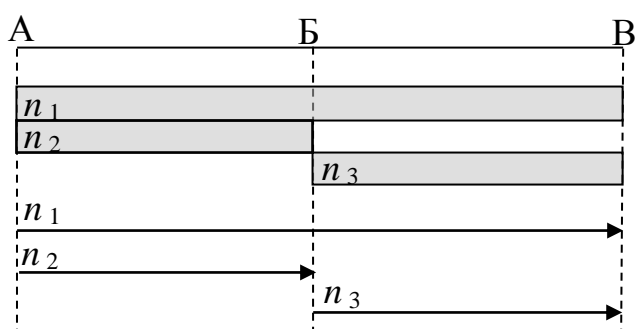


Рисунок 1.30 – Первый вариант организации групповых поездов с постоянным весом групп вагонов

Величина отцепляемой группы

$$m_{om} = m - m_{я} = m \left(1 - \frac{n_1}{n_1 + n_2}\right) = m \frac{n_2}{n_1 + n_2}.$$

При втором варианте отцепляемая группа меньше прицепляемой

$$n_2 < n_3.$$

По станции А величина ядра группового поезда и отцепляемой на станции Б группы определяется как в предыдущем случае. Из вагонопотока  $(n_3 - n_2)$  по станции Б будут сформированы одногруппные поезда.

При третьем варианте отцепляемая группа больше прицепляемой

$$n_2 > n_3.$$

Среднесуточное число групповых поездов

$$N_{ep} = \frac{n_1 + n_3}{m},$$

а величина основной группы

$$m_{яд} = \frac{n_1}{N_{ep}} = m \frac{n_1}{n_1 + n_3}.$$

Величина отцепляемой группы

$$m_{om} = \frac{n_3}{N_{ep}} = m \frac{n_3}{n_1 + n_3}.$$

Кроме того, по станции А будут сформированы одногруппные поезда из вагонопотока  $(n_2 - n_3)$ .

При фиксированной массе групп такая организация вагонопотоков, то есть формирование по станции А одногруппных и двухгруппных поездов из вагонопотоков  $n_1$  и  $n_2$  легко может быть осуществлена на практике, нежели при непостоянном весе групп.

При  $n_2 > n_3$  может оказаться целесообразной организация групповых поездов с постоянной массой групп по сравнению с групповыми поездами с непостоянной массой групп.

Однако, как показала практика, вагонопотоки непостоянны. Невозможно предугадать, какое количество вагонов будет фактически на

Первый вариант предусматривает равенство отцепляемой и прицепляемой групп (рис. 1.30)

$$n_2 = n_3 \text{ или } n_{om} = n_{пр}.$$

Среднесуточное число групповых поездов

$$N_{ep} = \frac{n_1 + n_2}{m},$$

а величина основной группы

$$m_{яд} = \frac{n_1}{N_{ep}} = m \frac{n_1}{n_1 + n_2}.$$

момент прибытия группового поезда на станцию Б. Например, в первую половину суток  $n_2 > n_3$ , а во второй половине – наоборот; или сегодня так, а завтра иначе, поэтому для организации групповой маршрутизации необходима достоверная и своевременная информация.

#### 1.6.4 Назначение поездов без постоянной массы групп, прикрепленных к определенным расписаниям

К ним относятся участково-групповые поезда и технические ступенчатые сквозные поезда. Участково-групповые поезда назначаются для ускорения развоза местного груза на дороге (нескольких её участках). Принцип их обращения заключается в следующем: взамен отцепляемой группы в соответствующие места состава прицепляются вагоны попутных станций (рис. 1.31).

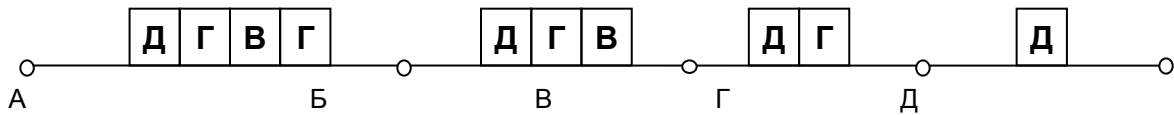


Рисунок 1.31 – Организация вагонопотоков в участково-групповые поезда

Расписания их следования согласуются с расписанием работы сборных или выездных поездов. С целью исключения задержек продвижения такого поезда величина отдельных его групп не регламентируется. Широко применяются параллельные весовые нормы.

Различают также ступенчатые сквозные поезда, которые формируются из ядра и пополняются вагонами до ближайшей технической станции (рис. 1.32). Они применяются для ускорения продвижения транзитного вагонопотока и снятия части переработки по станции Е, которая имеет недостаточные резервы перерабатывающей способности.



Рисунок 1.32 – Организация вагонопотоков в ступенчатые сквозные поезда

Общее число таких поездов ( $N_{\text{смын}}$ ) определяется исходя из минимального устойчивого потока назначением на станцию Е и на попутных технических станциях ( $n_E$ )

$$N_{\text{смын}} = \frac{n_E}{m}.$$

Из оставшегося вагонопотока формируются участковые поезда.

С целью согласования работы участков такие поезда прикрепляются

к определенным расписаниям. Целесообразность формирования участково-групповых и ступенчатых сквозных поездов по сравнению с другими категориями (одноручными) определяется сравнением затрат приведенных вагоно-часов.

$$B^I = cm + c_1 m = (c + c_1)m.$$

Если другими поездами

$$B^{II} = cm \left(1 + \frac{n}{n_{\partial} + n_{\partial on}}\right).$$

На первой станции обмена

$$B^{III} = (c + c_1)m \frac{n_{np}}{n_{\partial} + n_{\partial on}} + n_{nep} \cdot t_{эк}.$$

При следовании с другими поездами

$$B^{IV} = (c + c_1)m \frac{n_{np}^2}{n_{\partial} + n_{\partial on}} + n'_{nep} \cdot t'_{эк}.$$

### 1.6.5 Назначение поездов с постоянной массой групп, прикрепленных к определенным расписаниям

Такие поезда целесообразно формировать на пересекающихся или сходящихся в узлах линиях при согласованном подводе поездов (рис. 1.33).

При таком варианте осуществляется обмен групп на узловой станции. Необходимо подвод поездов осуществлять одновременно или с интервалом ( $J$ ) не более времени на отцепку вагонов,  $t_{отц}$ ,  $J \leq t_{отц}$ . В случае формирования таких групповых поездов возможны два недостатка:

- 1 Ожидание накопления обменных групп.
- 2 Увеличение простоя в ожидании формирования.

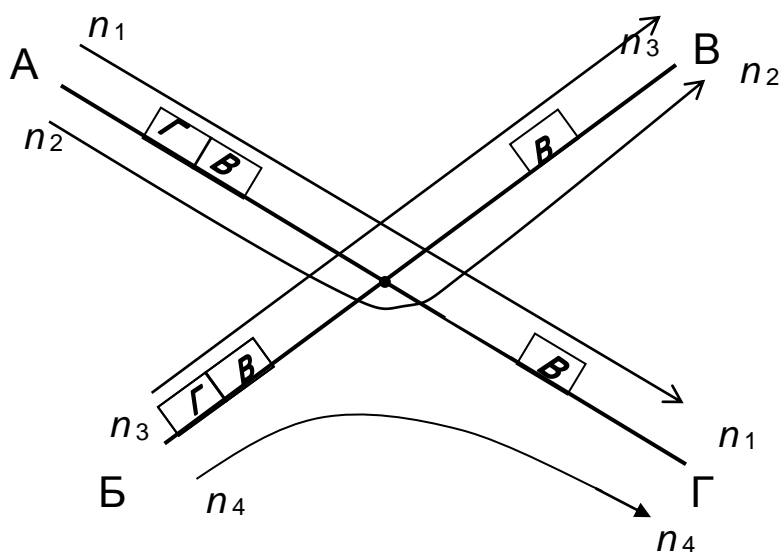


Рисунок 1.33 – Схема обмена группами двухгруппных поездов на пересекающихся линиях

Поэтому назначение этих поездов возможно в случае получения значительной экономии на станции обмена групп за счет согласования подвода таких поездов к узловой станции. Это возможно при хорошей информации и соблюдении графика движения поездов.

Обмен групп возможен при равенстве числа групповых поездов с разных направлений

$$N_A^{ep} = N_B^{ep}.$$

В свою очередь

$$N_A^{ep} = \frac{n_1 + n_2}{m}; \quad N_B^{ep} = \frac{n_3 + n_4}{m}.$$

Отсюда найдем зависимость между величинами групп

$$\frac{n_1 + n_2}{m} + \frac{n_3 + n_4}{m} \rightarrow n_1 + n_2 = n_3 + n_4.$$

Однако не только суммы вагонопотоков должны быть равны, но и слагаемые. Так, отцепляемые группы должны быть равны прицепляемым. Очевидно, число вагонов в обменной группе, формируемой по станции А для станции В ( $m_A^B$ ), должно равняться числу вагонов в группе, формируемой по станции Б для обмена на станции Г ( $m_B^Г$ ):

$$\begin{aligned} m_A^B &= m_B^Г; \quad m_A^Г = m_B^B, \\ m_A^B &= \frac{n_2}{N_{ep}^A}, \quad m_A^Г = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \cdot m, \\ N_{ep}^A &= \frac{n_1 + n_2}{m}, \\ m_B^Г &= \frac{n_4}{N_{ep}^B}; \\ N_{ep}^B &= \frac{n_3 + n_4}{m}, \quad m_B^Г = \frac{n_4}{n_3 + n_4} \cdot m. \end{aligned}$$

Докажем, что

$$\begin{aligned} m_A^B &= m_B^Г, \\ \frac{n_2}{n_1 + n_2} \cdot m &= \frac{n_4}{n_3 + n_4} \cdot m, \\ n_2 \cdot n_3 + n_2 \cdot n_4 &= n_1 \cdot n_4 + n_2 \cdot n_4, \\ n_2 \cdot n_3 &= n_1 \cdot n_4. \end{aligned}$$

Отсюда

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot n_4}{n_3}.$$

Так как  $n_1 + n_2 = n_3 + n_4$ , то получим  $n_1 + \frac{n_1 \cdot n_4}{n_3} = n_3 + n_4$ ,

$$\begin{aligned} n_1 \cdot n_3 + n_1 \cdot n_4 &= n_3 \cdot n_3 + n_3 \cdot n_4, \\ n_1 \cdot (n_3 + n_4) &= n_3 \cdot (n_3 + n_4), \end{aligned}$$

$$n_1 = n_3.$$

Равенство групп  $m_A^Г = m_B^В$  доказывается аналогично.

В случае  $n_1 < n_3$  и  $n_2 < n_4$  по станции А формируются групповые и одnogруппные поезда назначением:

- на станцию В 
$$N_{одн}^В = \frac{n_3 - n_1}{m},$$

- на станцию Г 
$$N_{одн}^Г = \frac{n_4 - n_2}{m}.$$

Групповые поезда на станции обмена групп должны подводиться по расписанию, исключая простой в ожидании перецепки групп, т.е. с интервалом, не превышающим время перецепки:

$$J \leq t_{пер}^{сп}.$$

## 1.7 План формирования других категорий поездов и условия выполнения плана формирования

### 1.7.1 План формирования поездов из порожних вагонов

План формирования из порожних вагонов устанавливает пункты их формирования и категории поездов.

#### **Поезда из порожних вагонов формируют:**

- а) на железнодорожных путях необщего пользования;
- б) на крупных выгрузочных станциях и участках из вагонов, освобождающихся после выгрузки;
- в) на станциях подготовки вагонов (ремонта, промывки, подготовки под погрузку);
- г) на сортировочных и участковых станциях из вагонов, поступающих с других станций.

#### **Порожние вагоны операторов подвижного состава организуют в поезда:**

- а) сквозные, формируемые на технических станциях и на станциях массовой выгрузки по родам подвижного состава (цистерны – по виду налива) и следующие по регулировочным заданиям;
- б) сквозные, формируемые на технических станциях и на станциях массовой выгрузки из порожних вагонов, принадлежащих другим структурным подразделениям.

На станциях, где не предусмотрено формирование отдельных поездов из порожних вагонов инвентарного парка, вагоны включаются в грузовые поезда по плану формирования согласно регулировочному заданию, установленному техническим планом и суточным планом поездной и грузовой работы.

Если в плане формирования для данной станции не указаны назначения формируемых поездов, в которые следует включать порожние вагоны данного рода и государства-собственника, то такие вагоны направляют в соответствии с «Правилами эксплуатации, пономерного учета и расчетов



за пользование грузовыми вагонами собственности других государств».

Освободившиеся после выгрузки порожние вагоны по уведомлению Дирекции Совета могут направляться в качестве «вагонной» помощи при согласии структурного подразделения.

**Порожние собственные или арендованные вагоны организуют в поезда:**

а) сквозные из порожних вагонов без подборки по владельцам вагонов, операторам подвижного состава в адрес определенных станций назначения;

б) технические маршруты из порожних вагонов определенных операторов подвижного состава или их объединений, сформированные на железнодорожных путях общего пользования;

в) отправительские маршруты из порожних вагонов определенных отправителей со станций выгрузки, подгруппировки или отстоя – как прямые, так и в расформирование или распыление.

На станциях, где не предусмотрено формирование отдельных поездов из порожних собственных и арендованных вагонов, вагоны направляются на станцию назначения, указанную отправителями порожних вагонов в перевозочных документах, в соответствии с планом формирования грузовых поездов.

В общем виде необходимое условие целесообразности организации порожнего вагонопотока в маршруты характеризуется следующим неравенством:

$$N_{\text{пер}} (\sum T_{\text{эк}} + t_{\text{назн}}) \geq c_{\text{пор}} m_{\text{пор}},$$

где  $\sum T_{\text{эк}}$  – общая приведенная экономия на один вагон при пропуске одного вагона без переработки на станциях, ч;

$t_{\text{назн}}$  – норма экономии ваг.-ч при поступлении порожних вагонов на станцию назначения;

$c_{\text{пор}}$  – параметр накопления составов из порожних вагонов, ч;

$m_{\text{пор}}$  – количество порожних вагонов в составе маршрута.

### 1.7.2 Методика расчета плана формирования поездов из однородного подвижного состава порожних вагонопотоков

Расчет плана формирования поездов из порожних вагонов определяется характером изменения размеров порожних вагонопотоков. При этом последовательно рассматривается организация порожних вагонопотоков на участках и направлениях, включающих несколько участков. Различают следующие расчетные схемы зарождения и погашения вагонопотоков:

1 «**Возрастание**» размеров порожних вагонопотоков на направлении. При этом последовательно рассматривается организация порожних вагонопотоков на участках и направлениях, включающих несколько участков (рис. 1.34).

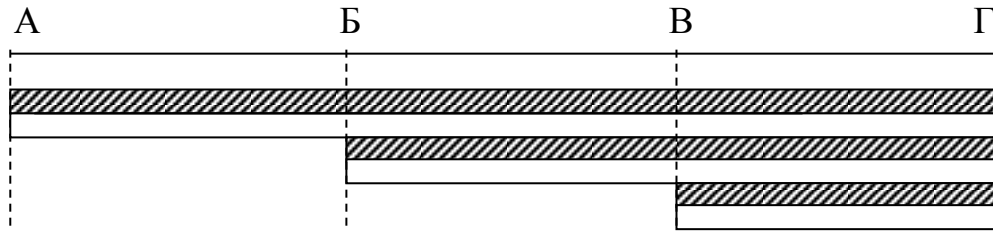


Рисунок 1.34 – Схема порожних вагонопотоков при их возрастании:  
 ▨ – крытые вагоны; □ – полувагоны

2 «Убывание» размеров порожних вагонопотоков в направлении следования (рис. 1.35). При этом принимается обратная последовательность расчетов – сначала на направлениях с техническими станциями, затем на участках с грузовыми станциями.

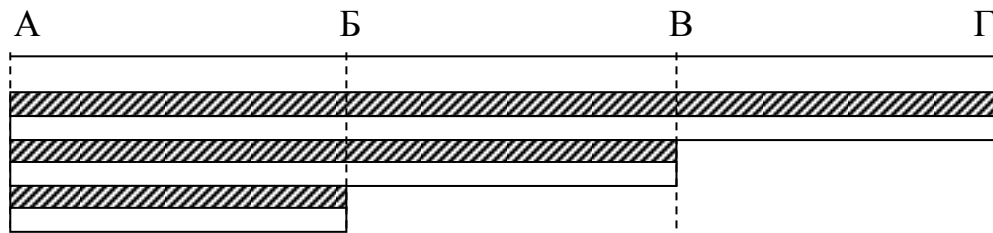


Рисунок 1.35 – Схема порожних вагонопотоков при их убывании:  
 ▨ – крытые вагоны; □ – полувагоны

Для участков с возрастанием размеров порожних вагонопотоков (рис. 1.36) целесообразность формирования поездов из однородных вагонопотоков определяется, исходя из следующего неравенства:

$$n_{пор} \cdot t_{эк}^{\delta l} \geq c_{пор} \cdot m_{пор},$$

где  $t_{эк}^{\delta l}$  – время экономии от ликвидации переработки на ближайшей попутной технической станции зарождения потока порожних вагонов.

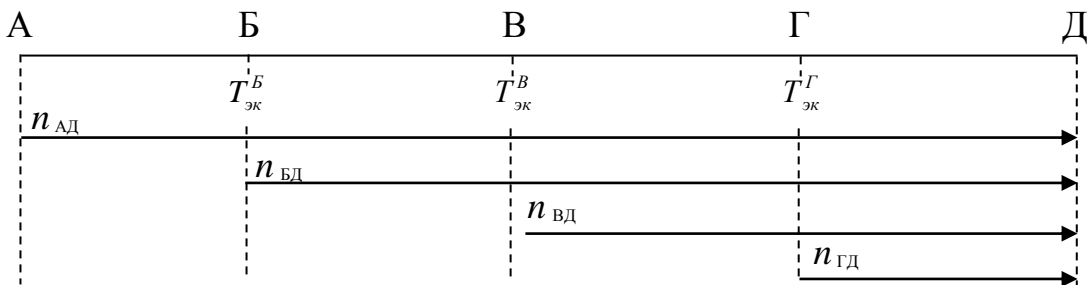


Рисунок 1.36 – Схема порожних вагонопотоков при их возрастании

$$n_{АД} \cdot T_{эк}^B \geq c_{пор} \cdot m_{пор}.$$

Если условие не соблюдается, то передаем этот порожний вагонопоток вместе с гружеными вагонами на станцию Б.

$$(n_{АД} + n_{БД}) T_{эк}^B \geq c_{пор} \cdot m_{пор}.$$

Если условие выполняется, то вагонопотоки  $(n_{АД} + n_{БД})$  выделяются в самостоятельное назначение. На последней станции зарождения потока

однородных порожних вагонов целесообразность формирования из него маршрутов определяется условием

$$n_{пор} t_{назн} \geq c_{пор} m_{пор};$$

$$t_{назн} = t_p^H - t_m^H,$$

где  $t_p^H, t_m^H$  – время нахождения вагонов на станции назначения в разборочных поездах и маршрутах;

$t_{назн}$  – время экономии на станциях назначения.

На направлениях, где поток порожних вагонов убывает (рис. 1.37), формировать сквозные маршруты из однородных порожних вагонов целесообразно при условии:

$$\sum n_{пор} t_{назн}^B \geq c_{пор} m_{пор},$$

где  $\sum n_{пор} = n_{AD} + n_{AG} + n_{AB}$  – суммарный вагонопоток на рассматриваемом направлении (отправление с 1-й станции).

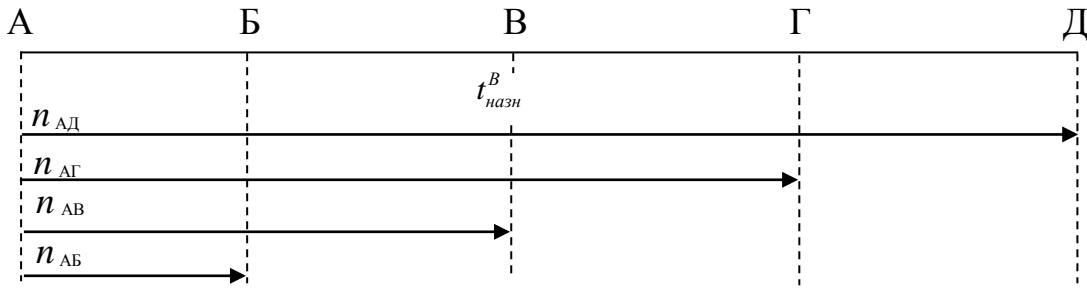
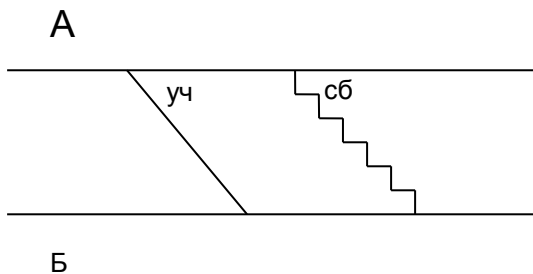


Рисунок 1.37 – Схема порожних вагонопотоков при их убывании

План формирования групповых и комбинированных поездов рассчитывается аналогично обычным грузовым поездам.

### 1.8 План формирования участковых и сборных поездов

Участковый вагонопоток выделяется в самостоятельное назначение при мощности не менее 2,5 составов в сутки (рис. 1.38).



Б

Рисунок 1.38 – Схема возможного размещения местных поездов на графике

При меньшем размере вагонопотока рассматривают 2 варианта его организации: выделение участкового вагонопотока в самостоятельное назначение; объединение его со сборными. Выделение участкового вагонопотока в самостоятельное назначение целесообразно в случае, если затраты вагоно-часов при отдельном формировании ( $\mathcal{E}_p$ ) будут меньше затрат вагоно-часов при совместном формировании ( $\mathcal{E}_{сов.м}$ ).

$$B_p = n_{уч} \cdot t_{уч} + n_{сб} \cdot t_{сб} + cm_{уч} + n_{сб} \cdot t_{н}',$$

где  $t_{н}'$  – средний простой вагонов под накоплением сборных поездов при раздельном формировании участковых и сборных поездов;  
 $t_{уч}, t_{сб}$  – время хода участкового и сборного поезда по участку;  
 $n_{уч}, n_{сб}$  – участковый и сборный вагонопотоки.

В этом случае скорость поездов выше, но дольше идет накопление составов поездов.

$$B_{совм} = (n_{уч} + n_{сб}) \cdot t_{сб} + (n_{уч} + n_{сб}) \cdot t_{н}'',$$

где  $t_{н}''$  – средний простой вагонов под накоплением составов сборных поездов, если нет участковых назначений ( $t_{н}' > t_{н}''$ ).

Тогда

$$n_{уч} \cdot t_{уч} + n_{сб} \cdot t_{сб} + cm_{уч} + n_{сб} \cdot t_{н}' \leq n_{уч} \cdot t_{сб} + n_{сб} \cdot t_{сб} + t_{н}'' \cdot n_{уч} + n_{сб} \cdot t_{н}''.$$

Сгруппируем элементы так, чтобы с одной стороны были вагонопотоки, связанные с простоем участкового вагонопотока, а с другой стороны – с простоем сборного вагонопотока. Но так как нужно установить величину  $n_{уч}$ , при которой возможно раздельное формирование участковых поездов, то следует поменять знаки на обратные

$$n_{уч} \cdot (t_{уч} - t_{сб} - t_{н}'') + cm_{уч} < n_{сб} \cdot (t_{н}'' + t_{н}'),$$

$$n_{уч} \geq \frac{n_{сб} \cdot (t_{н}' - t_{н}'') + cm_{уч}}{t_{сб} + t_{н}'' + t_{уч}}.$$

При пополнении сборных поездов участковым вагонопотоком до весовой нормы и выделении при этом участковых поездов из оставшегося вагонопотока в самостоятельное назначение

$$B_p = n_{уч} \cdot t_{уч} + n_{сб} \cdot t_{сб} + 2cm,$$

$$B_{совм} = (n_{уч} + n_{сб}) \cdot t_{сб} + cm,$$

$$n_{уч} \cdot t_{уч} + n_{сб} \cdot t_{сб} + 2cm \leq n_{уч} \cdot t_{сб} + n_{сб} \cdot t_{сб} + cm,$$

$$n_{уч} \cdot t_{уч} + 2cm \leq n_{уч} \cdot t_{сб},$$

$$n_{уч} \cdot (t_{сб} - t_{уч}) \geq cm,$$

$$n_{уч} > \frac{cm}{t_{сб} - t_{уч}}.$$

Такой расчет является приближенным, так как не учитывает затраты вагоно-часов простоя по промежуточным станциям и потребность в поездных локомотивах и бригадах. Поэтому более точно решается эта задача на основе выбора оптимального варианта обслуживания местной работы участков при помощи построения графика движения поездов и расчета всех показателей.

### 1.9 Установление окончательного варианта ПФ и обеспечение его выполнения. Показатели ПФ

**Окончательный вариант ПФ** поездов выбирают с учетом пропускной и перерабатывающей способности сортировочных станций, а также наличия резервов на случай роста вагонопотоков.

Возможность реализации оптимального варианта плана формирования (ОВПФ) проверяют на соответствие:

- числа назначений поездов количеству сортировочных путей для накопления вагонов с переработкой на технических станциях;
- объема переработки вагонопотока перерабатывающей способности технических станций.

Если хотя бы одно из этих условий не выполняется, то принимается не ОВПФ, а один из близких к оптимальному вариант. Принимаются меры к снятию части вагонопотока с основной станции на вспомогательные.

**Учет и анализ выполнения плана формирования поездов** позволяет предупредить возможные его нарушения и в ряде случаев увеличить число отправительских маршрутов и организовать формирование дополнительных сквозных поездов на более дальние расстояния. Такой учет и анализ ведут на станциях, службах перевозок и ЦД ОАО «РЖД». Под особым наблюдением находится продвижение групповых поездов, отправительских маршрутов. Последние учитываются по дальности следования, отправлению, проследованию и прибытию. Обеспечивается контроль за направлением грузопотоков, возможным его отклонением от установленной схемы, изучаются причины, вызывающие отклонения. В службах перевозок ежемесячно анализируется выполнение плана формирования и составляется отчет о его показателях (число назначений и переработок, вагоно-часы накопления и переработки, общие вагоно-часы). По оптимальному варианту плана формирования производится расчет его показателей. К ним относятся:  $K$ ,  $n_{пер}$ ,  $\sum ct_{нак}$ ,  $\sum nt_{пер}$ ,  $\sum Bч$ .

В процессе прикрепления вагонопотоков и при отмене сквозных назначений, вагонопоток которых не удовлетворяет необходимому условию относительно плана отобранных назначений, устанавливаются станции переработки (станции соприкасающихся назначений), к которым прикрепляется рассматриваемый вагонопоток.

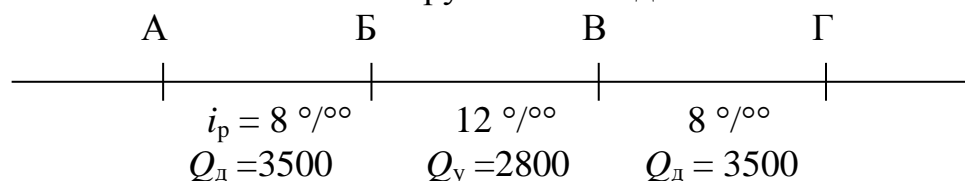
Таким образом, по каждой станции определяется общая переработка вагонов суммированием колонок чисел, записываемых под каждой станцией, на которой перерабатывается вагонопоток. Вагоно-часы переработки определяются для каждой станции умножением числа перерабатываемых вагонов на расчетную норму  $T_{эк}$  соответствующей станции.

## 1.10 План формирования поездов с изменением состава поезда в пути следования

### 1.10.1 Общие положения

Различные руководящие уклоны и полезные длины путей на станциях ж.-д. участков определяют различную массу составов грузовых поездов, что требует изменения состава поезда (увеличение или уменьшение состава поезда – перелом в пути следования). Различают:

- унифицированные нормы, т.е. действующие на всем направлении;
- параллельные нормы, требующие использования толкача;
- изменение массы составов грузовых поездов.



Целесообразность параллельных норм массы поездов для отдельных категорий грузовых поездов зависит от длины направлений, разности весовых норм и величины резервного пробега локомотивов. Параллельные нормы на отдельных участках ж.-д. направлений могут быть экономически невыгодными, а именно: требуется двойная тяга подталкивания поездов, что приводит к задержкам поездов; создается непарное движение, при котором сложнее организовать увязку локомотивов и др. В этих случаях организуется перелом массы поезда на отдельных технических станциях. Перелом массы состава поезда может быть либо в сторону уменьшения, либо увеличения веса грузового поезда.

### 1.10.2 ПФ поездов с уменьшением веса состава

Вагонопотоки, следующие до пунктов перелома в сторону уменьшения по массе или длине и далее этих пунктов, могут быть организованы в двухгруппные и одногруппные поезда.

Двухгруппные поезда организуются с подборкой в отдельные группы постоянной массы (длины):

- 1 группа из вагонопотока «ядра», следующего без переработки через станцию перелома. Ядро формируется по норме, установленной на участках далее пункта перелома.

- 2 группа – из вагонов до пункта перелома.

Двухгруппные поезда являются основной категорией поездов, устанавливаемых на направлениях с переломом величины состава в сторону уменьшения массы или длины. Такие поезда формируются при следующих условиях:

Первое условие: вагонопоток назначением на станцию перелома ( $n_0$ ) должен быть несколько больше отцепляемой группы ( $n_{om}$ ):

$$n_{\bar{o}} \geq \frac{m_{om}}{m_{\bar{я}}} n_{\bar{я}}.$$

Эта зависимость определяется из условия равенства числа групп

$$N_{\text{дал}} = N_{\bar{o}} = N_{\text{сп}}.$$

$$N_{\text{дал}} = \frac{n_{\bar{я}}}{m_{\bar{я}}}; \quad N_{\bar{o}} = \frac{n_{\bar{я}} + n_{\bar{o}}}{m_{\bar{я}} + m_{\bar{o}}}; \quad \frac{n_{\bar{я}}}{m_{\bar{я}}} = \frac{n_{\bar{я}} + n_{\bar{o}}}{m_{\bar{я}} + m_{\bar{o}}},$$

$$n_{\bar{я}} \cdot m_{\bar{я}} + n_{\bar{я}} \cdot m_{\bar{o}} = m_{\bar{я}} \cdot n_{\bar{я}} + m_{\bar{я}} \cdot n_{\bar{o}},$$

$$n_{\bar{я}} \cdot m_{\bar{o}} = m_{\bar{я}} \cdot n_{\bar{o}}.$$

$$n_{\bar{o}} = \frac{m_{\bar{o}}}{m_{\bar{я}}} n_{\bar{я}},$$

где  $n_{\bar{я}}$  – вагонопоток ядра дальнего назначения, из которого формируется ядро состава;

$m_{\bar{я}}$  – группа ядра состава;

$m_{om}$  – группа пополнения.

Второе условие: вагонопоток дальнего назначения должен быть не менее

$$n_{\bar{я}} \cdot T_{\text{эк}} \geq cm,$$

где  $T_{\text{эк}}$  – приведенная экономия по станции перелома.

$$\min n_{\bar{я}} = \frac{cm}{T_{\text{эк}}}.$$

Рассмотрим возможные варианты организации поездов (рис. 1.39).

Если  $n_{\bar{o}} > \frac{m_{om}}{m_{\bar{я}}} n_{\bar{я}}$ , то формируются, помимо двухгруппного, и одногруппные поезда (рис. 1.39, а).

Если  $n_{\bar{o}} = \frac{m_{om}}{m_{\bar{я}}} n_{\bar{я}}$ , то вагонопоток  $n_{om}$  следует в двухгруппных поездах до станции перелома, остальной поток – в одногруппных поездах.

Если  $n_{\bar{o}} < \frac{m_{om}}{m_{\bar{я}}} n_{\bar{я}}$  и соблюдено условие  $n_{\bar{я}} = \frac{cm}{T_{\text{эк}}}$ , то возможно формирование поездов:

- одногруппных, формирующихся раздельно из вагонопотоков  $n_{om}$  и  $n_{\bar{я}}$  (рис. 1.39, б);
- двухгруппных из части вагонопотока назначением на В ( $n_{\bar{я}} - \Delta n_{\bar{я}}$ ) и всего потока  $n_{\bar{o}}$ , и одногруппных – из остатка вагонов  $n_{\bar{я}}$  (рис. 1.39, в). Этот вариант из двух указанных дает больше экономии.

При несоблюдении условия  $\min n_{\bar{я}} \cdot T_{\text{эк}} \geq cm$ , вагонопотоки  $n_{\bar{я}}$  и  $n_{\bar{o}}$  объединяются в одногруппные поезда до пункта перелома.

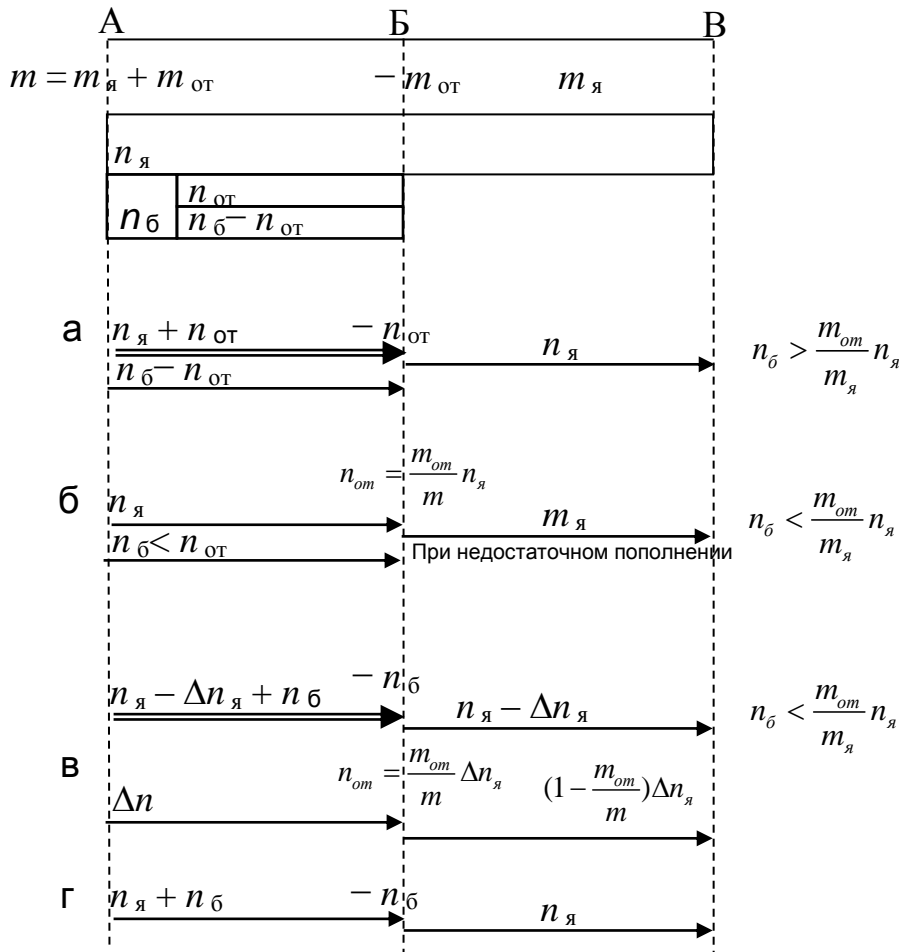


Рисунок 1. 39 – Варианты организации поездов при уменьшении веса состава:  $\Rightarrow$  – двухгруппные поезда;  $\longrightarrow$  – одногруппные поезда

Оптимальный вариант выбирается путем сравнения вагоно-часов при возможных вариантах организации вагонопотока в двухгруппные и одногруппные поезда. При этом сопоставляются вагоно-часы простоя из-за увеличения времени обработки вагонов, маневровой работы, простоя под накоплением и др.

$$B = B_{\text{нак}} + N_{\text{б}}(B_{\text{ман}} + B_{\text{тр}}) + (N_{\text{м}} + N_{\text{б}})(B_{\text{ф}} + B_{\text{отпр}}) + B_{\text{доп}} + B_{\text{подх}}, \text{ ваг.}\cdot\text{ч},$$

где  $N_{\text{м}}, N_{\text{б}}$  – количество поездов соответственно меньшей и большей массы;

$B_{\text{ман}}$  – вагоно-часы на маневровую работу;

$B_{\text{тр}}$  – вагоно-часы простоя транзитного поезда при изменении нормы массы (кроме маневров);

$B_{\text{ф}}$  – вагоно-часы на формирование дополнительных поездов из отцепленных групп вагонов;

$B_{\text{отпр}}$  – вагоно-часы на обработку дополнительных поездов по отправлению;

$B_{\text{доп}}$  – вагоно-часы, связанные с дополнительными потерями, при необходимости повторной переработки вагонов;

$B_{\text{подх}}$  – вагоно-часы простоя поездов по неприему из-за увеличения времени обработки поездов с изменением массы.



При формировании двухгруппных и одногруппных поездов по схеме *a*, когда

$$n_{\bar{o}} > \frac{m_{om}}{m_{я}} n_{я}; \quad n_{я} > \frac{cm}{T_{эк}},$$

на станции А будет затрачено вагоно-часов

$$B_A^I = c(m - m_{я}) + (n_{я} + n_{\bar{o}})t_{\bar{ф}}^{zp} + \mathcal{E}t_{\bar{ф}}^{zp} \frac{n_{я} + n_{\bar{o}}}{m}.$$

При этом группы  $n_{я}$  и  $n_{\bar{o}}$  накапливаются отдельно. Для формирования двухгруппного поезда берется необходимое число вагонов группы  $n_{я}$ . Поэтому вагоно-часы накопления равны  $c(m - m_{я})$ .

На станции Б, где вес поезда уменьшается,

$$B_B^I = (n_{я} + n_{\bar{o}})t_{om} + \mathcal{E}t_{обр} \frac{n_{я} + n_{\bar{o}}}{m},$$

где  $t_{om}$  – время простоя в процессе отцепки групп вагонов;

$t_{обр}$  – продолжительность маневров по обработке поезда.

При формировании одногруппных поездов по схеме б, когда

$$n_{\bar{o}} < \frac{m_{om}}{m_{я}} n_{я}; \quad n_{я} > \frac{cm}{T_{эк}},$$

на станции А будет затрачено вагоно-часов

$$B_A^{II} = 2cm.$$

На станции Б

$$B_B^{II} = n_{я} \frac{m_{\bar{o}}}{m_{я}} t_{эк}^B + t_{om} \cdot n_{я} + \mathcal{E}t_{обр} \frac{n_{я}}{m_{я}}.$$

В случае (схема б), когда при формировании двухгруппных и одногруппных поездов в последние включают вагоны, следующие до станции В, на станции Б отцепляют  $m_{\bar{o}}$ . Суточные затраты здесь будут меньше, а именно:

$$B_A^{III} = cm + cm_{я} + (n_{я} - \Delta n_{я} + n_{\bar{o}})t_{\bar{ф}}^{zp} + \mathcal{E}t_{\bar{ф}}^{zp} \left( \frac{n_{я} - \Delta n_{я} + n_{\bar{o}}}{m} \right).$$

$$B_B^{III} = \Delta n_{я} \frac{m_{\bar{o}}}{m_{я}} t_{эк}^B + t_{om} (n_{я} + n_{\bar{o}}) + \mathcal{E}t_{обр} \left( \frac{n_{я} + n_{\bar{o}}}{m} \right).$$

При формировании одногруппных поездов по схеме г на станции А будет затрачено вагоно-часов  $B_A^{IV} = cm$ .

На станции Б  $B_B^{IV} = n_{я} t_{эк}^B$ ,

т.е.  $n_{я}$  вместо транзитности идет в разборочных поездах.

### 1.10.3 ПФП с увеличением массы состава поезда

При увеличении массы в пути следования составов сквозные поезда пополняются группами назначением, установленным планом формирования. Во избежание задержек поездов прицепляемые к ним

группы вагонов формируются заранее.

Порядок пополнения сквозных поездов в пункте перелома определяется размером вагонопотока ( $n_{\text{в}}$ ), используемого для пополнения. Величина этого вагонопотока может быть

$$n_{\text{в}} > \frac{m_{\text{пр}}}{m_{\text{я}}} n_{\text{я}}; \quad n_{\text{в}} < \frac{m_{\text{пр}}}{m_{\text{я}}} n_{\text{я}}; \quad n_{\text{в}} = \frac{m_{\text{пр}}}{m_{\text{я}}} n_{\text{я}},$$

где  $n_{\text{в}}$  – вагонопоток, используемый для пополнения;

$n_{\text{я}}$  – вагонопоток ядра;

$m_{\text{пр}}$  – прицепляемая группа;

$m_{\text{я}}$  – группа ядра.

$$\frac{n_{\text{в}}}{m_{\text{я}}} = \frac{n_{\text{д}}}{m_{\text{д}}} \rightarrow n_{\text{в}} = \frac{m_{\text{я}}}{m_{\text{д}}} n_{\text{д}}.$$

Рассмотрим возможные варианты организации поездов (рис. 1.40).

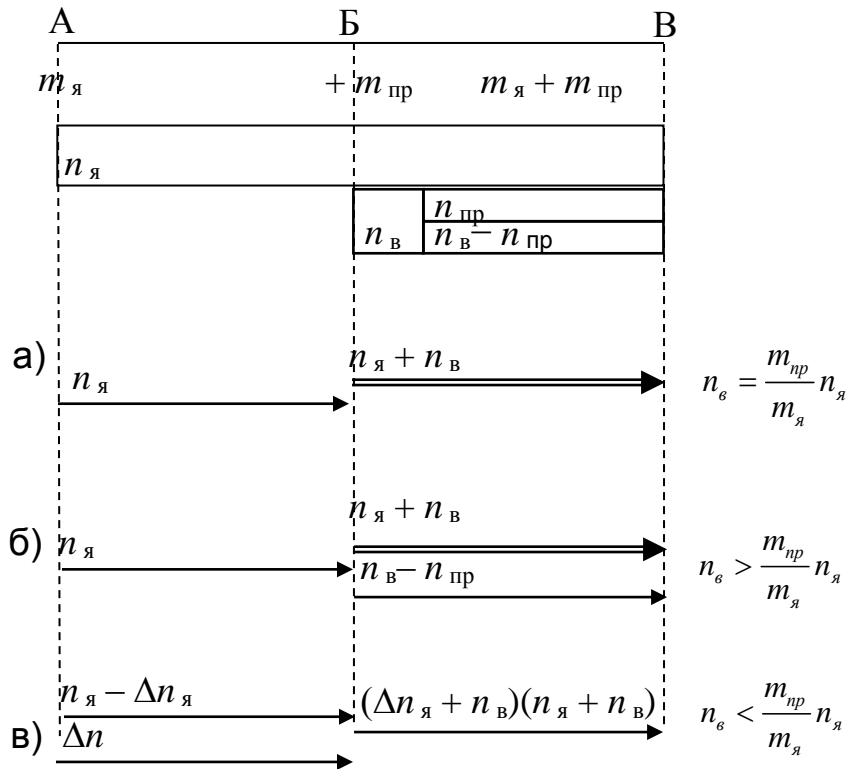


Рисунок 1. 40 – Варианты организации поездов при увеличении веса состава:  $\Rightarrow$  – двухгруппные поезда;  $\longrightarrow$  – одногруппные поезда

Если  $n_{\text{в}} = \frac{m_{\text{пр}}}{m_{\text{я}}} n_{\text{я}}$ , то этот вагонопоток полностью используется для прицепки к сквозным поездам (см. рис. 1.40, а).

Определим  $m_{\text{ср}} = \frac{n_{\text{пр}}}{N_{\text{зр}}} N_{\text{зр}} + \frac{n_{\text{в}} - n_{\text{пр}}}{N_{\text{одн}}} N_{\text{одн}} = \frac{n_{\text{пр}} + n_{\text{я}}}{m} + \frac{n_{\text{в}} - n_{\text{пр}}}{m} = \frac{n_{\text{в}} \cdot m}{n_{\text{я}} + n_{\text{в}}}$ .

Таким образом,  $m_{cp} = m \frac{n_6}{n_я + n_6}$ .

На станции увеличения состава поезда Б за сутки будет затрачено

$$B_B^I = (c + c_1) \cdot m \frac{n_6}{n_я + n_6} + t_{om}(n_я + n_6) + \mathcal{E}t_{обр} \left( \frac{n_я + n_6}{m} \right),$$

где  $c_1$  – ожидание отправления;

$t_{om}$  – время простоя в процессе отцепки групп вагонов;

$t_{обр}$  – продолжительность маневров по обработке поезда.

Если  $n_6 > \frac{m_{np}}{m_я} n_я$ , то для пополнения транзитных поездов используется часть потока  $n_6$  в количестве  $n_{np}$  вагонов. Из оставшихся  $n_6 - n_{np}$  вагонов формируют одногруппные поезда (см. рис. 1.40, б).

Так как  $c_1 m_{cp} = c_1 m \frac{n_{np}}{n_я + n_{np}}$ , то затраты вагоно-часов по станции Б

$$B_B^{II} = cm + c_1 \cdot m \frac{n_{np}}{(n_я + n_{np})n_6} + t_{om}(n_я + n_{np}) + \mathcal{E}t_{обр} \left( \frac{n_я + n_{np}}{m} \right).$$

Если  $n_6 < \frac{m_{np}}{m_я} n_я$ , часть сквозных поездов расформируют для пополнения остальных. Суточные затраты приведенных вагоно-часов составят

$$B_B^{III} = cm + \Delta n_я t_{эк}^B + t_{om}(n_я + n_6) + \mathcal{E}t_{обр} \left( \frac{n_я + n_6}{m} \right).$$

#### 1.10.4 Определение эксплуатационных расходов при изменении состава поезда

Эксплуатационные расходы, связанные с работой станции по изменению состава по массе при отцепке, определяются по формуле:

$$E' = E_{нак} + N_6(E_{ман} + E_{тр}) + (N_м + N_6)(E_ф + E_{отпр}) + E_{дон} + E_{подх}, \text{ руб.},$$

где  $N_м, N_6$  – количество поездов соответственно меньшей и большей массы;

$E_{ман}$  – затраты на маневровую работу по отцепке вагонов;

$E_{тр}$  – затраты на обработку транзитного поезда при изменении нормы массы (кроме маневров);

$E_ф$  – затраты на формирование дополнительных поездов из отцепленных групп вагонов;

$E_{отпр}$  – затраты на обработку дополнительных поездов по отправлению;

$E_{доп}$  – затраты, связанные с дополнительными потерями при необходимости повторной переработки вагонов;

$E_{подх}$  – затраты, связанные с простоем поездов по неприему из-за увеличения времени обработки поездов с изменением массы.

Эксплуатационные расходы, связанные с работой станции по изменению массы при прицепке

$$E = N_{\sigma} (E_{обр}^{cp} + E_{\phi}^{cp} + E'_{ман} + E_{тр}) + E_{доп} + E_{подх}, \text{ руб.},$$

где  $E_{\phi}^{cp}$  – затраты на маневровую работу, связанную с формированием поездов;

$E_{обр}^{cp}$  – затраты на подготовку групп пополнения;

$E'_{ман}$  – затраты на маневровую работу по прицепке вагонов;

$E_{тр}$  – затраты на обработку транзитного поезда при изменении нормы массы;

$E_{доп}$  – дополнительные потери, вызываемые затратами в работе станции.

## **2 ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ОБЪЕМОВ ПЕРЕРАБОТКИ ВАГОНОВ**

### **2.1 Общие положения**

#### **2.1.1 Основные требования к плану формирования в современный период**

Для современного периода работы железнодорожного транспорта характерны малые мощности назначений (средняя мощность составляет около 50 вагонов в сутки), что приводит к снижению возможности формировать одnogруппные поезда. Одновременно снизилась до 34 % маршрутизация перевозок. Все это существенно обостряет проблему организации сортировочной работы и своевременную доставку грузов. Увеличилось количество переработок вагонов в пути следования. Так, например, на Северо-Кавказской железной дороге число сортировок в пути следования увеличилось до 5–7 раз, средний простой вагонов на технических станциях составляет 10–12 ч. Из приведенных данных видно, что достаточно в пути следования иметь две переработки вагонов – и просрочки в доставке грузов не избежать.

Современная технология организации вагонопотоков в поезда призвана обеспечить устойчивое положение железных дорог на рынке тран-

спортных услуг и высокие финансовые результаты их деятельности.

Для этого разработка порядка направления вагонопотоков, планов формирования поездов и отправительских маршрутов должны основываться на методах, критериях и нормативной базе, которые предусматривают возможность своевременной адаптации этих технологических документов к возросшей динамичности транспортных связей в современных условиях функционирования экономики. При этом первостепенное внимание должно уделяться выполнению требований владельцев грузов к качеству перевозок, особенно по срокам доставки с учетом специфики транспортировки разных грузов, а также сокращению издержек сортировочной и поездной работы за счет взаимодействия железнодорожных узлов и направлений.

С целью сокращения расходов осуществляется концентрация переработки вагонов на крупных сортировочных станциях, изменяется классификация последних. Одни станции будут работать на сеть, другие – заниматься подготовкой и заменой групп подборки местных поездов, для портов и подъездных путей.

### 2.1.2 «Трехслойный» план формирования поездов

«Трехслойный» план формирования поездов предусматривает **3 группы формируемых назначений:**

- *не корректируемые* в течение всего периода действия плана формирования;
- *периодически вводимые и отменяемые* с указанием условий их применения;
- *рекомендуемые варианты* корректировки плана формирования, устанавливаемые для отдельных поездов и обеспечивающие оперативное управление вагонопотоками с учетом условий их подхода.

**Первая группа** составляет стабильное ядро плана формирования. Она должна однозначно определять порядок организации вагонопотоков в межгосударственных сообщениях, служит основой для определения тарифных расстояний и сроков доставки грузов.

**Вторая группа** вагонопотоков, которые могут вводиться на срок от нескольких суток до нескольких месяцев для учета сезонных колебаний вагонопотоков и компенсации других неувязок, возникающих в ходе реализации нормативного плана формирования.

**Третья группа** назначений должна содержать решения, не ухудшающие условия работы впередилежащих станций и не замедляющие доставку грузов. Это прежде всего оперативное формирование поездов повышенной транзитности по назначениям плана формирования впередилежащих технических станций. В эту группу входит формирование отдельных поездов, в том числе и групповых, из вагонов с местным грузом или порожних под погрузку, а также групповая подборка вагонов по отдель-

ным маневровым районам в поездах назначением на крупные грузовые станции с недостаточно развитыми сортировочными устройствами.

Пространственно-временная иерархия назначений поездов в трехслойном плане формирования призвана сглаживать противоречивые цели. С одной стороны, необходимо реагировать на срочные заявки отдельных платежеспособных клиентов, а с другой – вовремя доставлять грузы и подводить порожние вагоны в пункты погрузки. Поэтому план формирования строится так, чтобы основные реакции на «всплески» вагонопотоков, действия по предупреждению и локализации затруднений были сосредоточены непосредственно в узлах и на ограниченных полигонах дорог, а потребность изменений на сетевом уровне была бы минимальной.

Главным критерием для ввода тех или иных вариантов корректировки плана формирования должно быть не превышение эксплуатационных возможностей станций по числу формируемых назначений и размерам переработки, а также заданного срока доставки грузов.

Структура назначений «Трехслойного» плана формирования учитывает классификацию заказов на перевозки в системе фирменного транспортного обслуживания (долгосрочные контракты, месячные планы, срочные заявки), но не ставится с ней в жесткое соответствие. Так, вагоны с грузом, предъявленным к отправлению по срочной заявке, могут следовать в поездах по назначениям «Ядра» плана формирования, если при этом выдерживаются условия перевозки. В свою очередь вагоны, перевозимые на основе долгосрочного контракта, могут оперативно включаться в поезда повышенной транзитности, если это будет целесообразно.

Необходимость применения трехслойного плана формирования по сравнению, например, с переходом к полностью гибкому оперативному управлению вагонопотоками диктуется также следующими обстоятельствами. Использование в оперативной работе заранее сформированных наборов вариантов управляющих воздействий позволит избежать неоправданно высокой загрузки вычислительных систем АСОУП и АСУСТ, определяемой уровнем детализации учитываемых вагонных струй, а также сократить время на подготовку решений.

Изменение плана формирования на практике вызывает необходимость соответствующих корректировок станционной технологии, параметров поездной работы и системы тягового обеспечения последней. С учетом этих факторов более предпочтителен план формирования со стабильным ядром назначений поездов и заранее установленными вариантами допустимых оперативных и периодических корректировок.

Разработка трехслойного плана формирования требует новой системы расчетных параметров, призванных учитывать нестабильность перевозок и стоимостные оценки транспортировки различных родов грузов, обеспечивающие возможность использования одних и тех же параметров для решения всего комплекса задач, связанных с организацией вагонопотоков.

## 2.2 Особенности разработки плана формирования групповых поездов

### 2.2.1 Эффективность формирования групповых поездов

Ослабление мощности назначений поездов требует нового подхода к организации немаршрутизируемых вагонопотоков в групповые поезда. Внимание к ним было неоправданно занижено и в теории и в практике. Теория расчетов по организации групповых поездов практически не учитывала колебания вагонопотоков. Целесообразность формирования групповых поездов была основана на сопоставлении прицепляемых и отцепляемых групп: их равенстве, возрастании, убывании (рис. 2.1). Однако в течение суток возрастающие потоки могут переходить в убывающие и наоборот. На практике в условиях отправления по готовности групповой поезд, выгодный теоретически, нередко не дает экономии, так как за время ожидания поездного локомотива можно сформировать одногруппные поезда при тех же затратах вагоно-часов. Нередко и такая ситуация: на станции накапливается два одногруппных поезда, есть готовые поездные локомотивы и бригады. При недостатке вагонов в одном поезде можно было бы сформировать двухгруппный, но действующий план формирования не позволяет этого сделать. Все это не учитывается действующей методикой. Кроме того, не учитываются расходы на поездные бригады и локомотивы. Нужна специальная технология устойчивого обращения групповых поездов, в том числе с попеременными сочетаниями включаемых групп в зависимости от оперативных условий подхода вагонов. При организации групповых поездов для конкретной станции должны устанавливаться наборы допустимых вариантов объединения групп. Согласно трехслойному плану формирования, нитки графика, по которым можно отправить групповые поезда, должны предусматривать стоянки на станции обмена или замены групп и др.

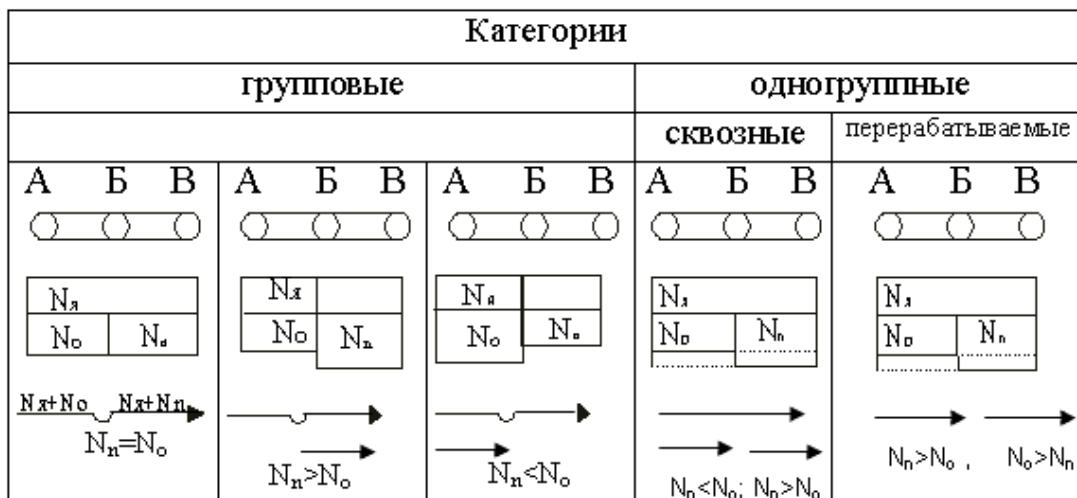


Рисунок 2.1 – Варианты формирования групповых и одногруппных поездов

Следует предусматривать порядок оперативного планирования назначения групповых поездов, в том числе с организацией в необходимых случаях согласованного подвода вагонов к станциям формирования и метода контроля экономического обеспечения. Оно организуется на базе действующих АСОУП и АСУСТ. Информационные возможности такого управления будут существенно расширены при внедрении ДИСПАРКа, предусматривающего учет состояния дислокации вагонов.

Управление вагонопотоками на направлениях в условиях пропуска грузовых поездов по твердым расписаниям будет эффективным при комплексном планировании поездообразования, охватывающем одновременно все станции формирования в пределах реальной глубины информации. Такое планирование может проводиться в форме табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Комплексное планирование групповых поездов на направлении

Параметры	Станции формирования	Станции назначения	Номера поездов и максимальный состав			
			2002	2004	3102	2006
			57	70	70	57
Время отправления	А	Б	0-10	0-50	1 -40	2-50
		В	0- 10	-	-	2-50
		Г	0-10	0-50	-	2-50
	Б	В	2-12	-	-	5-15
		Г	2-12	3-50	-	5-15
Наличие вагонов к отправлению	А	Б	30	40	58	2
		В	25	-	-	4
		Г	45	60	-	12
	Б	В	20	-	-	18
		Г	43	50	-	65

Верхняя часть табл. 2.1 представляет собой расписание отправления поездов, устанавливает соответствие между нитками вариантного графика движения и возможными назначениями поездов и групп вагонов по плану формирования. Например, со станции А на нитку поезда № 2004, отправляемого в 0 ч 50 мин, можно планировать поезда на станцию Б или Г. Если на эту нитку будет поезд до станции Б, то по станции Б на нее может быть назначен поезд до станции Г отправлением в 3 часа 50 мин.

В нижней части табл. 2.1 показано пониточное закрепление назначений за поездами в зависимости от наличия вагонов.

Например, по станции А на нитку поезда № 2002 запланирован поезд на В с обменом групп по станции Б, на нитку поезда 2004 запланирован поезд назначением Г – на нитку 3102 поезд назначением на Б. По нитке поезда 2006 следует отправить локомотив резервом для вывоза со станции Б поезда назначением на Г.



Исходя из этих принципов, следует строить систему непрерывного оперативного руководства и контроля выполнения плана формирования. Создание такой системы реально при централизации диспетчерского управления и существующей базе компьютеризации технологии.

### 2.2.2 Опыт организации групповых поездов

В современных условиях важной частью управления вагонопотоками становится технология устойчивого обращения групповых поездов, которая предусматривает:

- переменные сочетания включаемых в поезда групп в зависимости от оперативных условий подхода вагонов на основе данных АСУСТ и АСОУП;
- снижение затрат на сопровождение поездов охраной с обоснованной концентрацией вагонов с номенклатурными грузами (ВНГ) в меньшем числе поездов;
- учет постоянного перехода управляющих функций в центры диспетчерского управления и внедрения динамических вагонных моделей.

Расширение сферы организации вагонопотоков в групповые поезда призвано обеспечить не только снижение затрат на сортировочную работу при своевременной доставке грузов, но и улучшить использование поездных бригад и локомотивов, повысить массу поезда и др.

На основе обобщения опыта дорог ВНИИЖТом подготовлены временные инструктивно-методические указания по оперативной организации вагонопотоков в групповые поезда, которые регламентируют:

- порядок определения допустимых вариантов объединения групп в составе поездов;
- согласование плана формирования групповых поездов с графиком движения;
- требования к технологическим процессам формирования и обработки групповых поездов на станциях;
- информационное обеспечение технологии;
- оперативное планирование назначения групповых поездов;
- диспетчерское руководство формированием и пропуском групповых поездов;
- требования к организации контроля.

Дорожная технология организации вагонопотоков в групповые поезда учитывает неравномерность подхода вагонов к станциям их переработки с учетом местных условий и предусматривает: наборы допустимых вариантов объединения групп по конкретным станциям; нитки графика, по которым возможно отправление групповых поездов, порядок оперативного планирования назначения групповых поездов; методы контроля и экономического обеспечения.

План формирования поездов должен содержать для всех допустимых вариантов организации групповых поездов порядок размещения поездных

групп в составах, а также должности сменных руководителей, диспетчерскими приказами которых назначаются соответствующие групповые поезда в оперативных условиях.

Оперативное планирование назначения групповых поездов на основе фактического и ожидаемого наличия вагонов производится на период 6–8 ч через каждые 3–4 ч одновременно для всех станций, входящих в полигон управления. Его результаты оформляются приказом, организация выполнения которого является задачей узловых, поездных и маневровых (станционных) диспетчеров.

Организация вагонопотоков в групповые поезда требует соблюдения условий рациональной работы, исключающих длительные задержки подготовленных групп в ожидании отправления; обеспечения при текущем планировании работы станции соответствия периодов накопления групп интервалам поступления групповых поездов; организации непрерывного процесса накопления групп путем формирования тяжеловесных групп и включения в групповой поезд всех вагонов соответствующего назначения, поступивших до его прибытия на станцию; непрерывного планирования образования вагонопотока на станциях замены групп для пополнения групповых поездов в потребных размерах.

**Первое и второе** условия базируются на точной информации о подходе вагонов и по участковой дифференциации норм массы и длины поездов. **Второе** условие следует применить так, чтобы была минимальная дополнительная маневровая работа при постановке порожних вагонов при формировании тяжеловесных и длинносоставных поездов только последнюю треть состава.

**Второе и третье** условия базируются на оперативных решениях следующих видов: отпращивании остатков групп сквозными поездами за счет дифференцированных поучастковых весовых норм, ускоренном подводе вагонов со станций узла и участков; сгущении погрузки по периодам суток, оперативной замене назначения группы прицепки по диспетчерскому приказу за подписью сменного руководителя соответствующего уровня.

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

Формирование групп на станциях перецепки и их подготовка в техническом и коммерческом отношении, выставление на выделенные пути должно проводиться в сроки, увязанные с графиком движения и диспетчерскими приказами о назначении групповых поездов. Если станция перецепки является сменным пунктом нарядов военизированной охраны, прицепная часть должна быть принята нарядом сопровождения до прибытия на станцию группового поезда. Для обработки транзитных групповых по-

ездов следует предусматривать выделение одного-двух путей: на станциях с последовательным расположением парков – внешних путей сортировочного парка, имеющих выход на главные пути, либо в транзитном или отправочных парках: на станциях с параллельным расположением парков – в части приемо-отправочного парка, примыкающего к парку сортировки.

Для накопления групп прицепки следует специализировать в сортировочных парках в пучках, ближайших к приемо-отправочным путям обработки групповых поездов и обеспечивающих минимум передвижений по враждебным маршрутам.

Информационное обеспечение системы оперативной организации групповых поездов включает информацию для оперативного планирования назначения групповых поездов; а также станции обмена групп о подходе поездов и их фактическом составе.

Планирование назначения групповых поездов требует информации, необходимой для текущего планирования работы станций по 4- и 6-часовым периодам в соответствии с действующей Инструкцией по оперативному планированию поездной и грузовой работы железных дорог и станций. Нормативной информацией являются данные о допустимых сочетаниях групп в составах, а также действующие на дороге ограничения для ВНГ, диктуемые численностью и организацией работы линейных подразделений военизированной охраны по сопровождению грузовых поездов: максимальное число нарядов на сутки, минимальное число вагонов, подлежащих охране в составе группового поезда соответствующего назначения; максимальное число поездов с охраняемыми грузами, отправляемых за сутки по назначениям поездов; нитки графика, на которые предусмотрено жесткое отправление нарядов сопровождения поездов.

Оперативное планирование назначения групповых поездов производится на период 6–8 ч через каждые 3–4 ч. Его результаты оформляются диспетчерским приказом, подписанным дежурным по району управления ДЦУП.

Приказ передается ДНЦ и станции формирования и перецепки. В нем указываются: номера назначаемых поездов, время отправления со станции формирования и обмена групп, назначение, вес брутто и условная длина поездных групп.

Оперативное назначение групповых поездов основывается на комплексном планировании поездобразования, охватывающем одновременно станции их формирования и перецепки групп. Оптимальный вариант такого плана определяют путем автоматизированных расчетов в рамках комплекса задач «Оперативное управление вагонопотоками на полигоне дороги с использованием информационной базы и программных средств дорожного диспетчерского центра».

При ручном расчете оперативный выбор сочетаний групп производится из условия максимума вагонов, доставленных групповыми поездами за период планирования (минимума остатков невывезенных вагонов соответствующих назначений. Такой критерий уменьшает одновременно про-

стой вагонов и потери в использовании тяговых средств.

Комплексный расчет поездообразования и назначения групповых поездов на направлениях (полигонах) в пределах дороги выполняется в графической или табличной форме. Для ускорения поиска решения следует в первую очередь выделять в составах разборочных поездов крупные (10–15 вагонов и более) группы в однопоездное назначение, называемые поездообразующими группами вагонов. На их основе выбираются оперативные сочетания групп в формируемых двухгруппных поездах.

Число и назначение вагонов в группах на станциях формирования групповых поездов определяется с учетом ожидаемого наличия вагонов на станции обмена групп к моменту прибытия поезда. Если таких вагонов на станции обмена групп недостаточно, то по станции формирования уменьшают число вагонов в отцепляемой группе, и увеличивается число вагонов ядра группового поезда из имеющихся в наличии вагонов данного назначения, либо переносят отправление поезда на более позднюю нитку.

Если планируемый поезд имеет в своем составе вагоны с номенклатурными грузами, число которых меньше допустимого, и резерв времени доставки груза позволяет задержать эти вагоны до следующего поезда данного назначения, производится замена этих вагонов на вагоны, не требующие охраны, из имеющихся в наличии вагонов соответствующих назначений.

Подготовка решений по планированию формирования групповых поездов и их назначению на нитки графика в зависимости от местных условий возлагается службой перевозок дороги на дежурного по району (ДРУ), его помощников или диспетчера-вагонораспорядителя.

Диспетчерское руководство формированием и пропуском групповых поездов сводится к увязке работы станций формирования и перцепки групп, контролю за выполнением установленного плана формирования и оперативного плана отправления групповых поездов.

ДРУ ДЦУП обязан следить за продвижением групповых поездов по расписаниям, на которые они назначены, координировать работу подразделений, в которые входят станции формирования и перцепки, по организации и продвижению групповых поездов.

Дежурный по району ДЦУП на основе текущего плана обязан организовать работу технических станций по формированию и пропуску групповых поездов, их своевременное обеспечение локомотивами и бригадами через поездных и маневровых диспетчеров, принимать меры к устранению опозданий групповых поездов, ускорению в необходимых случаях подвода к станциям формирования и перцепки вагонов, подлежащих включению в групповые поезда, не допускать на станциях остатков указанных вагонов, не прицепленных к проследовавшим поездам; информировать о фактическом продвижении групповых поездов, о проделанной и предстоящей работе с ними.

Текущий план назначения групповых поездов является частью откорректированного сменного плана отправления поездов, на основе которого

учитывается выполнение графика движения поездов. В ДЦУП ведется анализ выполнения текущего плана в форме таблиц с отражением графиковых, запланированных и фактических значений времени отправления со станций формирования и перецепки, числа, массы и назначения вагонов в поездных группах и указанием причин отклонения от плана. Результаты анализа используются инженером по плану формирования поездов службы перевозок дороги, при решении вопросов корректировки технологии организации вагонопотоков в групповые поезда, ее экономической оценки, материального стимулирования работников диспетчерских и станционных смен.

### **2.3 Особенности разработки плана формирования одногруппных поездов в современных условиях**

Как известно, план формирования поездов – наиболее рациональная система организации вагонопотоков в поезда различных категорий. В нем указывается, какие поезда, из каких вагонов и на какие назначения должна формировать каждая станция, а также какие поезда расформировывать или пропускать без переработки.

**Задача разработки плана формирования** – установить оптимальный маршрут следования вагонов, правильно распределить сортировочную работу между сортировочными, участковыми и грузовыми станциями в зависимости от их технических возможностей, обеспечить минимальный простой вагонов под накоплением, сократить эксплуатационные расходы на перевозки.

В настоящее время разрабатывается несколько видов плана формирования на едином транспортном пространстве стран СНГ и Балтии, а именно:

- **межгосударственный** план формирования;
- **внутрисетевой** каждой страны-участницы СНГ;
- **внутридорожный**.

План формирования в межгосударственном сообщении базируется на специальных таблицах привязки каждой дороги к конкретному стыку сопредельного государства. Эти таблицы используются товарными конторами при оформлении документов СНГ и расчетах плат за перевозку в межгосударственном сообщении.

Осуществляется автоматизированное построение схем перемещения вагонопотока между станциями отправления и назначения. Составление таких схем основано на специальной информационной модели – электрической карте железных дорог.

Существует несколько методов расчета плана формирования, в основу которых положены 3 условия: общее достаточное условие, необходимое условие и достаточное условие.

Принцип типовой методики расчета плана формирования изложен в разделе 1 и заключается в сопоставлении экономии вагоно-ч от проследования вагонов по попутным техническим станциям и затрат вагоно-ч на

накопление по станции формирования. Если экономия превышает затраты, то, следовательно, выгодно формировать одногруппный поезд соответствующего назначения. Основным критерием, используемым при выборе оптимального варианта плана формирования, является максимум сэкономленный вагоно-ч в пути следования.

В условиях малой мощности струй вагонопотоков используется существующая методика расчета плана формирования с учетом дополнений, в частности:

- нормативов экономии от пропуска вагонопотоков без переработки через попутные технические станции;
- оценки разных маршрутов следования вагонопотоков;
- учета технологических ограничений.

Вместо нормативов  $T_{эк}$  используются удельные эксплуатационные расходы, приходящиеся на один вагон,

$$E_{уд} = E / (n_{пер} \cdot m_c),$$

где  $n_{пер}$  – число перерабатываемых за сутки составов на попутной технической станции;

$m_c$  – средний состав формируемых поездов, в вагонах;

$E$  – суммарные среднесуточные затраты, руб.

$$E = n_{пер} (t_{пп} + t_{рас} + t_{ож.ф} + t_{о.ф.}) m_c - e_{вч} / 60 + 24 (M_{Г} + M_{В}) e_{лч}^{ман},$$

где  $t_{пп}$  – простой вагонов в парке прибытия, мин;

$t_{рас}$  – время расформирования составов на горке (надвиг и роспуск состава), мин;

$t_{ож.ф}$  – время ожидания формирования состава, мин;

$t_{о.ф.}$  – продолжительность окончания формирования состава и перестановка на путь отправления;

$e_{вч}$ ,  $e_{лч}^{ман}$  – стоимостные показатели на один вагоно-ч и на один маневровый локомотиво-ч соответственно, руб.;

$M_{Г}$ ,  $M_{В}$  – число маневровых локомотивов на горке и на вытяжных путях формирования соответственно.

Значения временных составляющих принимаются по технологическому процессу станции, а элементы ожидания определяются по результатам имитационного моделирования работы станции. Стоимостные показатели рассчитываются калькулированием расходных норм.

Удельные расходы рассчитываются для каждого значения перерабатываемого поездопотока при различных вариантах числа горочных и маневровых локомотивов. Выбирается минимальное значение при различном числе маневровых локомотивов. Затем для всего диапазона перерабатываемого поездопотока рассчитывается среднее из полученных минимальных затрат  $e_{уд}$ , которое принимается в качестве норматива для расчета плана формирования.

Для оценки разных маршрутов следования вагонопотока при сопоставлении вариантов плана формирования учитываются ограничения на

допустимые размеры движения по участкам и затраты на отклонение вагонопотока. Расчет для полигона с замкнутым контуром заменяется на расчеты для ряда полигонов с открытым контуром.

Безусловному исключению из расчетов подлежат варианты, не удовлетворяющие ограничениям по технически рациональному числу назначений или размером переработки, а также замедляющие доставку грузов по сравнению с действующими нормативами плана формирования.

Вариант распределения работы между сортировочными станциями выбирается по минимуму суммарных среднесуточных затрат  $E$ .

$$E = E_{\text{ваг}} + E_{\text{ман}} + E_{\text{пр}} + E_{\text{од.лок}} + E_{\text{угл}} - E_{\text{тех}} \Rightarrow \min \Delta_{\text{тех}},$$

где  $E_{\text{ваг}}$ ,  $E_{\text{ман}}$ ,  $E_{\text{пр}}$ ,  $E_{\text{од.лок}}$ ,  $E_{\text{угл}}$  – затраты, связанные с временем нахождения вагонов в сортировочных системах станции, с работой маневровых локомотивов, с пробегами поездов в пределах станции, с одиночными пробегами поездных локомотивов, с перемещением угловых передач между системами;

$\Delta_{\text{тех}}$  – экономия, получаемая при высвобождении технических устройств станции, тыс. руб./сут.

## 2.4 Автоматизированная система организации вагонопотоков (АСОВ)

АСОВ объединяет программные комплексы:

- АРМ инженера по плану формирования;
- система «Сеть» 1 и 2.

Программный комплекс АРМ инженера по плану формирования решает следующие задачи:

- выбор экономически целесообразных направлений следования вагонопотоков;
- оптимизация вариантов внутридорожного плана формирования поездов;
- расчет вспомогательных таблиц к плану формирования поездов;
- корректировка организации вагонопотоков в межгосударственном сообщении и контроль взаимного соответствия плана формирования поездов и направления вагонопотоков к пограничным пунктам перевозки (таблицы привязки);
- «электронная карта» сети железных дорог СНГ и Балтии;
- расчет плана организации отправительских маршрутов по железным дорогам России;
- расчет технологического времени доставки грузов по железным дорогам России с учетом действующего плана формирования поездов;
- разработка электронных макетов сетевых и дорожных книг плана формирования;
- контроль за нарушением плана формирования поездов;
- анализ передачи поездов по стыковым пунктам (отчет ДО-21).

В Дирекции управления движением и на дорогах в составе АСОВ эксплуатируется компьютерная система «СЕТЬ», позволяющая вести расчеты по выбору направлений пропуска вагонопотоков по сети дорог на основе назначенного пользователем критерия (минимум расстояния, времени следования, эксплуатационных затрат с выделением расхода топливно-энергетических ресурсов, выбор участков с преимущественно электрической или тепловозной тягой).

Разработана программа по определению экономически целесообразных направлений вагонопотоков с учетом обновленных базовых данных учитывающих действующие расходные нормы и условия работы.

Варианты направления вагонопотоков на полигонах сети выбираются по эксплуатационным расходам, связанным с продвижением поездов, простоем и выполнением операций на попутных технических станциях.

Дополнительными показателями целесообразности рассматриваемых вариантов направления вагонопотоков служат: расстояние следования вагонов, время на проследование вагонов участков и станций, расход топливно-энергетических ресурсов, потребный штат работников.

Создаваемая новая версия системы «Сеть» призвана обеспечить:

- переход от среднedorожных укрупненных оценок поездок километров пробега к расчетам зависящих эксплуатационных расходов по каждому участку работы локомотивных бригад на основе единичных расходных ставок;
- создание базы данных, позволяющих вести расчеты по оптимизации не только направления вагонопотоков, но и норм массы и длины грузовых поездов на направлениях.

Для повышения достоверности расчетов и снижения трудоемкости подготовки данных в системе «Сеть2» предусматривается автоматизированный ввод информации из ведомостей потребности локомотивов для грузового движения формы ЦДЛ-13; паспортов сортировочных станций; определение поучасткового расхода топливно-энергетических ресурсов и комплексный расчет технико-экономических показателей.

Компьютерный паспорт сортировочной станции содержит:

- средства ведения баз данных, характеризующих станции;
- программы расчетов нормативов по станциям для оценки вариантов плана формирования поездов по его разработке и корректировке;
- итоговые наборы оценочных характеристик для решения прикладных задач организации вагонопотоков – расчетов порядка направления вагонопотоков и плана формирования поездов, плана отправительской маршрутизации, расчетов нормативных сроков доставки грузов, обоснования высвобождения мощностей сортировочных станций (с учетом возможных потерь на станциях выполнения грузовых операций).

В отличие от нормативов Инструктивных указаний по организации вагонопотоков (2007 г.), которые были нацелены на повышение транзитности вагонопотоков в условиях высоких загрузок станционных устройств



и определялись по фактическому состоянию станционной технологии, нормативы в составе «Компьютерного паспорта сортировочной станции» исходят из поддержания работы станций в экономически оптимальном режиме в условиях нестабильности объемов перевозок грузов и характера сортировочной работы, в том числе с оптимизацией: числа маневровых локомотивов, их распределения по сменам и технологическим линиям, а также норм времени на обработку составов бригадами ПТО.

В ГВЦ Компании ОАО «РЖД» ведутся работы по оптимизации расчетов плана формирования поездов с опасными грузами, определению показателей организации груженых и порожних вагонопотоков на базе обработки дорожных ведомостей (ЕК-ИОДВ).

Качественно новым этапом для АСОВ является ее развитие в рамках перспективной системы оперативного управления перевозками (АСОУП). АСОВ поэтапно превращается в комплекс информационных технологий организации и оперативного управления вагонопотоками, предусматривающими глубокую интеграцию системы разработки нормативного плана формирования поездов и динамических систем оперативного управления на базе поездных и вагонных моделей дорог.

**Перспективная АСОВ** включает подсистемы:

- информационной среды комплексов задач организации вагонопотоков (АСОВ-И);
- автоматизированной разработки нормативной технологии организации вагонопотоков (АСОВ-Н);
- оперативного управления вагонопотоками (АСОВ-О).

**Подсистема АСОВ-И** реализует функции:

- ведение компьютерных паспортов сортировочных станций и направлений с технико-экономическими и экономическими параметрами для решения задач АСОВ;
- оптимизация технико-экономических характеристик сортировочных станций и направлений в системе организации вагонопотоков;
- комплексный анализ нормативных и фактических показателей порядка направлений вагонопотоков и плана формирования поездов;
- разработка расчетных вагонопотоков (синтез информации из комплексов, входящих в АСУП: формирования статистических данных о выполненных перевозках (СТАТП), оформление договоров и заказов на перевозки в автоматизированной комплексной системе фирменного транспортного обслуживания (АКС ФТО), стационарной отчетности из автоматизированных информационных систем для технических станций (АИСТ).

**Подсистема АСОВ-Н** реализует функции:

- оптимизация направления вагонопотоков в увязке с нормами массы и длины грузовых поездов: межгосударственный уровень (схемы привязки к межгосударственным стыковым станциям); сетевой уровень; внутридорожный уровень (схемы привязки местных вагонопотоков к сортировочным станциям);

- разработки сети станций, участвующих в плане формирования грузовых поездов; межгосударственные сортировочные станции; сетевые сортировочные станции; станции дорожного плана формирования;
- разработка и периодическая корректировка нормативного плана формирования грузовых поездов из груженых и порожних вагонов; межгосударственный уровень, сетевой уровень, дорожный уровень;
- разработка плана организации отправительских маршрутов;
- формирование нормативно-справочной информации для действующих систем АООУП, а по мере развития – для систем АКС ФТО АИСТ, контроля нормативных сроков доставки грузов, диспетчерских центров;
- формирование выходных документов и итоговых показателей нормативной технологии организации вагонопотоков;
- расчет заданий для разработки графика движения грузовых поездов.

**Подсистема АСОВ-О** реализует функции:

- текущее оперативное управление вагонопотоками;
- оперативный контроль нарушений плана формирования поездов и сроков доставки грузов;
- экономическая оценка результатов принимаемых оперативных решений по управлению вагонопотоками;
- формирование статистики результатов принимаемых решений по управлению вагонопотоками;
- формирование статистики результатов принимаемых решений по управлению вагонопотоками для использования при совершенствовании нормативной технологии организации вагонопотоков.

В реализации перспективной АСОВ особая роль принадлежит диспетчерским центрам, так как последние являются информационной и технологической основой современного управления вагонопотоками.

## **2.5 Пример расчета плана формирования одnogруппных поездов с целью ускорения доставки грузов с денежной оценкой вариантов**

В основу расчета плана формирования положены следующие предпосылки:

- **во-первых**, организация вагонопотоков рассматривается применительно к рыночной среде с учетом спроса на перевозки и его удовлетворения;
- **во-вторых**, конечной целью предполагается не только рациональное распределение сортировочной работы между техническими станциями, но и возможность оценки степени загрузки станций и линий, адаптации плана формирования и графика движения поездов к условиям экономического спада и дальнейшего совершенствования транспортного обслуживания;

- **в-третьих**, в основу мощности струи вагонопотоков положены грузопотоки для того, чтобы найти пути развития методов расчета плана формирования поездов как основы технологии перевозочного процесса, определяющей затраты железных дорог.

Исходные данные для организации вагонопотоков целесообразно формировать на основе маркетингового обследования, анализа и сегментации транспортного рынка.

Рассмотрим использование вышеуказанных принципов на нижеследующем примере.

Расчеты выполнены на условном направлении по 3-м вариантам:

- **в первом** за основу приняты исходные данные в соответствии с действующими методами, изложенными в Инструктивных указаниях и других научных трудах;
- **во втором** – введены категории оценки вариантов в стоимостных показателях и прием дифференцированного определения расчетных параметров плана формирования;
- **в третьем**, кроме стоимостной оценки, учтены запросы грузовладельцев в части ускорения доставки грузов, специализации поездов как видов транспортных услуг и оптимизирована длина состава для каждой струи вагонопотока.

Для расчета принято направление с пятью техническими станциями и использован метод совмещенных аналитических сопоставлений, разработанный доктором технических наук, проф. К.А. Бернгардом, а также метод абсолютного расчета доктором технических наук, проф. А.П. Петровым.

В качестве исходных использованы данные плановых корреспонденций грузопотоков и востребованный клиентурой подвижной состав в среднесуточных слабой мощности груженых пострейных вагонопотоках.

Приняты величины  $cm$  – параметров накопления  $c$  и числа вагонов в составе  $m$ , а также величины приведенной экономии вагоно-часов от проследования вагона через попутные технические станции без переработки –  $T_{эк}$ . Число вагонов в составе, согласно традиционным методам расчета, в 1-м и 2-м вариантах принято считать для всех струй одинаковым ( $m = 50$  вагонов), а в третьем варианте оптимальная величина  $m_{опт}$ .

В результате расчетов по первому варианту составлен график всех возможных сквозных назначений, на котором для каждого многоструйного назначения справа приведены сбережения вагоно-часов ( $n \sum T_{эк} - cm$ ).

Как известно, при больших объемах перевозок в расчете плана формирования критерием является минимум суммарных затрат вагоно-часов на накопление вагонов и их переработку или максимум сбережений вагоно-часов на попутных технических станциях.

Однако в условиях спада объема грузовых перевозок желательно использовать критерии, которые будут более точно отражать стоимостную (затратную) сторону организации вагонопотоков.

В качестве таких критериев для опытных расчетов во 2-м варианте приняты заданное число вагонов в составе, издержки, связанные с накоплением и переработкой вагонопотоков и выраженные через стоимость вагоно-часа по каждой струе вагонопотока. Этот прием соответствует использованию в настоящее время эквивалентов переработки вагонов и перецепки поездных локомотивов.

Полученные значения стоимости вагоно-часа использованы при расчете приведенной экономии от проследования вагонов без переработки попутных технических станций по каждой струе вагонопотока. Новым в этом варианте, кроме стоимостной оценки, является отход от средних значений величин параметров накопления и стоимостей вагоно-часа. При этом оценка вагоно-часа дифференцируется в зависимости от типа вагона и стоимости перевозимой продукции.

Заметим, что расчет традиционным методом вариантов плана формирования поездов выполняется, исходя из условия, что сортировочные станции формируют только полносоставные поезда установленной длины. Однако по условиям транспортного рынка с учетом конкуренции и запросов клиентуры возникает необходимость ускорения доставки грузов, что иногда приводит к необходимости отправлять поезда с меньшим числом вагонов в составе по твердому графику.

В подобных ситуациях часто не представляется возможным ускорить доставку грузов в одnogруппных поездах. Отправление с повышенной участковой и маршрутной скоростью неполновесных поездов должно быть оправдано обоснованными расходами и соответствующей договору провозной платой.

Анализ показывает, что в расчетах плана формирования применительно к транспортному рынку, недостаточно учитывать только вагоно-часы накопления  $st$  и экономию  $T_{эк}$  вагоно-часов от проследования технических станций без переработки даже в том случае, когда искусственно применяют эквивалент переработки вагонов.

Аналогично эквивалент перецепки поездных локомотивов в виде экономии локомотиво- и бригадо-часов сводится к единой размерности в часах, когда в рыночных условиях проще и эффективнее выразить в рублях измерители эксплуатационной работы, в том числе локомотиво-часы, бригадо-часы и др.

В рыночной среде вагоно-час должен использоваться только как натуральный, а не стоимостный измеритель.

Кроме вагоно-часа, издержки по доставке груза в пункт назначения определяют с учетом выполнения по участкам следующих измерителей эксплуатационной работы: тонно-километр, вагоно-километр, локомотиво-километр, локомотиво- и бригадо-час, киловатт-час (кг условного топлива). Также с учетом доставки грузов от станции отправления до станции назначения дополнительно следует учесть расходы на одну отправку (один или группа вагонов), один отправленный вагон (с учетом рода вагона), а также затраты на маневровую работу.

Указанные измерители надо учесть при обосновании рациональной длины состава, которая определяется в следующей последовательности: минимизируются суммарные затраты  $\sum E$  по участкам:

$$\sum E = (E_{\text{нак}} + E_{\text{в-км}} + E_{\text{в-ч}} + E_{\text{л-км}} + E_{\text{л-ч}} + E_{\text{бр-ч}} + E_{\text{э(т)}} + E_{\text{в}} + E_{\text{о}} + E_{\text{л-ч}}^{\text{ман}}) \Rightarrow \min,$$

где  $E_{\text{нак}}$  – суточные затраты, связанные с накоплением составов данного назначения;

$E_{\text{в-км}}$ ;  $E_{\text{в-ч}}$ ;  $E_{\text{л-км}}$ ;  $E_{\text{л-ч}}$ ;  $E_{\text{бр-ч}}$ ;  $E_{\text{э(т)}}$ ,  $E_{\text{в}}$ ;  $E_{\text{о}}$ ;  $E_{\text{л-ч}}^{\text{ман}}$  – суточные затраты на измерители эксплуатационной работы: вагоно-километр; вагоно-час. локомотиво-км, вагоно-км, локомотиво-час, бригадо-час, расход электроэнергии (топлива) на 10 000 тонно-километров брутто, отправленный вагон; грузовая отправка, локомотиво-час маневровой работы. В том числе

$$E_{\text{нак}} = cte_{\text{бв-ч}};$$

$$E_{\text{в-км}} = mS(1 + \frac{\alpha}{100})e_{\text{в-км}};$$

$$E_{\text{в-ч}} = \frac{nS}{V_{\text{уч}}}e_{\text{в-ч}};$$

$$E_{\text{л-км}} = MS(1 + \beta)e_{\text{л-км}} = \frac{nS}{m}(1 + \beta)e_{\text{л-км}};$$

$$E_{\text{л-ч}} = \frac{MS}{V_{\text{уч}}}e_{\text{бр-ч}} = \frac{nSk_{\text{бр}}}{mV_{\text{уч}}}e_{\text{бр-ч}};$$

$$E_{\text{э(т)}} = \frac{Q_{\text{э(т)}} \cdot T_{\text{км}}^{\text{бр}} m_{\text{сост}}}{10^4 m}e_{\text{э(т)}};$$

$$E_{\text{в}} = me_{\text{в}};$$

$$E_{\text{о}} = ne_{\text{о}};$$

$$E_{\text{л-ч}}^{\text{ман}} = \frac{nSH_M}{1000}e_{\text{л-ч}}^{\text{ман}},$$

где  $e_{\text{в-км}}$ ;  $e_{\text{в-ч}}$ ;  $e_{\text{л-км}}$ ;  $e_{\text{л-ч}}$ ;  $e_{\text{бр-ч}}$ ;  $e_{\text{э(т)}}$ ;  $e_{\text{в}}$ ;  $e_{\text{о}}$ ;  $e_{\text{л-ч}}^{\text{ман}}$  – единичные расходные ставки соответствующих измерителей эксплуатационной работы;

$nS$  – пробег вагонов данного назначения, вагоно-км;

$S$  – локомотиво-км пробега;

$\alpha$  – порожний пробег по отношению к грузеному;

$V_{\text{уч}}$  – участковая скорость;

$\beta$  – доля вспомогательного пробега локомотивов;

$K_{\text{бр}}$  – коэффициент, учитывающий долю вспомогательного времени работы локомотивных бригад;

$Q_{\text{э(т)}}$  – норма расхода электроэнергии (топлива на 10 000 ткмбр);

$T_{\text{км}}^{\text{бр}}$  – тонно-км бр. вагонов;

$H_M$  – затраты маневровых локомотиво-ч, приходящиеся на 10 000 вагоно-км.

Таким образом,

$$\sum E = \left[ \begin{array}{l} cme_{\sigma-ч} + nS(1 + \frac{\alpha}{100}e_{\sigma-км} + \frac{nS}{V_{уч}}e_{\sigma-ч} + \frac{nS}{m}(1 + \beta)e_{л-км}) \\ + \frac{nS}{mV_{уч}}e_{л-ч} + \frac{nSK_{\sigma p}}{mV_{уч}}e_{\sigma p-ч} + \frac{\chi_{\sigma(T)} \cdot T_{км}^{\sigma p} \cdot m_{сост}}{10^4 m}e_{\sigma(T)} + \\ + me_{\sigma} + ne_{\sigma} + \frac{nSH_m}{1000}e_{л-ч}^{ман} \end{array} \right] \rightarrow \min.$$

Для определения оптимальной длины состава в вагонах, при которой суммарные затраты минимальны, необходимо найти производную функции  $\sum E = f(m)$ :

$$\begin{aligned} \frac{\sum E \alpha}{dm} &= ce_{\sigma-ч} + \left(-\frac{1}{m^2} \frac{nSK_{\sigma p}}{V_{уч}}e_{\sigma p-ч}\right) + \left(-\frac{1}{m^2} \frac{\chi_{\sigma(T)} \cdot T_{км}^{\sigma p} \cdot m_{сост}}{10^4 m}e_{\sigma(T)}\right), \\ &\frac{1}{m^2}(nS(1 + \beta)e_{л-км} + \frac{nS}{V_{уч}}e_{л-км} + \frac{nS}{V_{уч}}e_{л-ч} + \\ &+ \frac{nSK_{\sigma p}}{V_{уч}}e_{\sigma p-ч} + -\frac{1}{m^2} \frac{\chi_{\sigma(T)} \cdot T_{км}^{\sigma p} \cdot m_{сост}}{10^4 m}e_{\sigma(T)}) = ce_{\sigma-ч}. \end{aligned}$$

$$\text{Откуда } m_{opt} = \left\{ \left[ nS(1 + \beta)e_{л-км} + \frac{e_{л-ч} + K_{\sigma p-ч} \cdot e_{\sigma p-ч}}{V_{уч}} + \frac{\chi_{\sigma(T)} \cdot T_{км}^{\sigma p} \cdot m_{сост}}{10^4}e_{\sigma(T)} \right] \right\}.$$

В настоящее время критерием для оценки плана формирования поездов являются затраты, связанные с организацией вагонопотоков, выраженные в приведенных вагоно-часах. Во втором и третьем вариантах оценка каждого выражена в рублях.

В общем виде известное условие выгодности – выделение вагонопотока струи в отдельное одногруппное назначение – характеризуется следующим условием

$$n \sum T_{\sigma k} \geq cm.$$

Исследования показали, что необходимо выполнять расчет норм экономии затрат на один вагон от сокращения простоя вагона при проследовании станции без переработки  $t_{\sigma k}$  в денежном выражении по условию

$$t_{\sigma k} = (t_{нер} - t_{тр} - t_{нак})e_{в-ч},$$

где  $t_{нер}$ ,  $t_{тр}$ ,  $t_{нак}$  – норма времени простоя вагонов с переработкой транзитного без переработки и под накоплением, ч соответственно:

$e_{в-ч}$  – единичная расходная ставка на измеритель вагоно-ч. руб.

Эквивалент переработки вагонов  $r_{в}$  целесообразно исключить из расчета, заменив его нормой экономии на маневровую работу.

$$\gamma_m = (\mathcal{E}_{\sigma} + \mathcal{E}_{л}) / n, \text{ руб./ваг.},$$

где  $\mathcal{E}_{\sigma}$  и  $\mathcal{E}_{л}$  – затраты на маневровую работу станции и локомотивного депо;  $n$  – мощность струи вагонопотока.

В отличие от действующей системы, в которой используется единый усредненный и быстро устаревший параметр накопления, предлагается оперативно каждый раз определять дифференцированный параметр накопления для объединенных струй. Длина состава  $m$  определяется для каждого назначения с минимизацией затрат.

Сохраняя традиционные обозначения, **общее достаточное условие** имеет вид

$$n_{\min} T_{\text{эк}} \geq ct e_{\text{в-ч}}, \text{ руб.}$$

#### **Необходимое условие**

$$n \min \sum T_{\text{эк}} \geq ct e_{\text{в-ч}}, \text{ руб.}$$

**Достаточное условие** для выделения более дальних струй

$$n_{\text{дал}} \sum T_{\text{эк}} \geq ct e_{\text{в-ч}}, \text{ руб.},$$

где  $\sum T_{\text{эк}}$  – суммарная экономия по станциям уступа, т.е. лежащим далее станции назначения короткой объединяемой струи.

Следует изменить также подход к оценке экономии от сокращения простоя поездного локомотива и бригады на станциях перецепки и смены бригад. Роль этой составляющей существенно возрастает в условиях рынка, когда при снижении объемов перевозок загружаются более дешевые хода, проводится консервация маневровых районов сортировочных станций и даже закрытие отдельных станций.

В связи с этим предлагается определять  $\gamma$  – норму экономии от сокращения простоя локомотивов и бригад на удлинённых участках обращения:

$$\gamma_n = \frac{Lhe_{\text{л-ч}} + Bhe_{\text{бр-ч}}}{m}, \text{ руб/ваг.},$$

где  $Lh, Bh$  – нормы локомотиво- и бригадо- часов на станциях перецепки локомотивов и смены бригад;

$m$  – число вагонов в составе поезда;

$e_{\text{л-ч}}, e_{\text{бр-ч}}$  – единичные расходные станции на локомотиво-час и бригадо-час.

При таком подходе оценка вариантов плана формирования поездов выполняется в стоимостном выражении и охватывает реальные, учитываемые действующей отчетностью затраты, связанные с маневровой работой на станциях и депо.

Изменен подход к определению параметра накопления. Вместо единого параметра для всех назначений рекомендуется для технических станций определять, в зависимости от мощности вагонопотока, параметры накопления одноструйных и многоструйных назначений.

Вычисленные по рассмотренной методике оптимальные величины состава для каждого назначения и  $T_{\text{эк}}$  по каждой станции и струе вагонопотока были использованы в расчетах третьего варианта плана формирования поездов. Для сравнения вариантов плана формирования поездов, рас-

считанных по разным критериям эффективности, в табл. 2.2 показаны сопоставимые показатели вариантов плана формирования.

Как видно из табл. 2.2, суммарные денежные затраты на 10 % ниже в третьем варианте за счет уменьшения вагоно-часов на накопление вагонов, вместе с тем в этом варианте резко возросли вагоно-часы по переработке. При оценке вариантов по вагоно-часам может быть не выявлен оптимальный вариант по стоимости из-за роста затрат вагоно-часов на переработку. В приведенном случае – 33 %.

Это подтверждает идею о необходимости расчета плана формирования одnogруппных поездов с целью ускорения доставки грузов с денежной оценкой вариантов. План формирования одnogруппных поездов в условиях рынка позволяет выделять сквозные назначения для пропуска ускоренных фирменных поездов как дополнительную услугу по ускорению доставки грузов.

Таблица 2.2 – Показатели вариантов плана формирования

Наименование показателей	Значение показателей в процентном отношении для вариантов		
	I	II	III
Затраты вагоно-часов на накопление	100	96	86
Затраты вагоно-часов на переработку	100	115	133
Суммарные затраты вагоно-часов	100	100,1	99
Затраты (млн руб.) на накопление	100	93	87
Затраты (млн руб.) на переработку	100	89	98
Суммарные затраты (млн руб.)	100	92	90

Система организации вагонопотоков, по сути, предполагает выбор оптимальных направлений следования вагонопотока, обоснование видов маршрутизации перевозок, расчеты сетевых и дорожных планов формирования поездов, а если к этому добавить организацию движения поездов по графику, то оперативно может быть определена загрузка участков, направлений и сети в целом. При таком подходе, когда известный объем погрузки и технология перевозок предопределяют издержки, можно в условиях рынка совершенствовать оперативное управление как перевозочным процессом, так и эксплуатационными расходами железных дорог в зависимости от размеров движения. Следовательно, в условиях рынка система организации вагонопотоков может играть более важную технико-экономическую роль.

Если учесть, что в эксплуатационных расходах выделяют доли, зави-



сящие и не зависящие от размеров движения, и тот факт, что независимые расходы имеют линейную (как и доходы) зависимость от объемов работы (рис. 2.2), то в качестве норматива для оценки расходов можно рекомендовать себестоимость перевозок в зависящей части. Она постоянна и равна величине  $a$ .

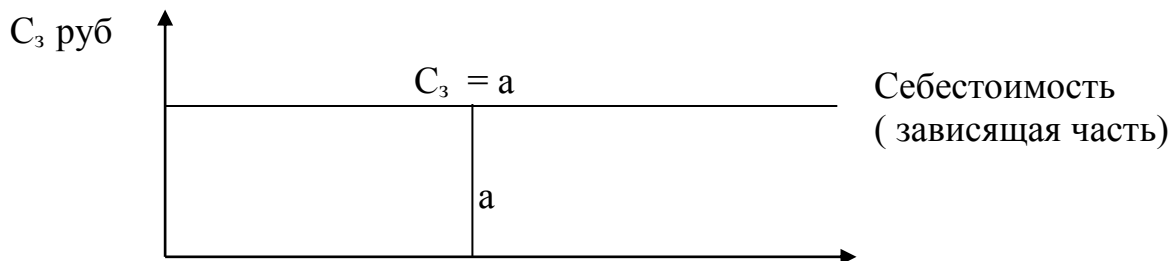


Рисунок 2.2 – Себестоимость перевозок в части расходов, зависящих от размеров движения

Учитывая зарубежный и отечественный опыт, можно использовать метод нахождения сбалансированности показателей, характеризующих объем работы (тонно-км), доходы, расходы, прибыль и рентабельность.

Указанные экономические показатели, в зависимости от спада или роста объемов перевозок, могут характеризовать критическую точку «К» (рис. 2.3), на уровне которой соседствуют убыточность и прибыльность работы транспорта.

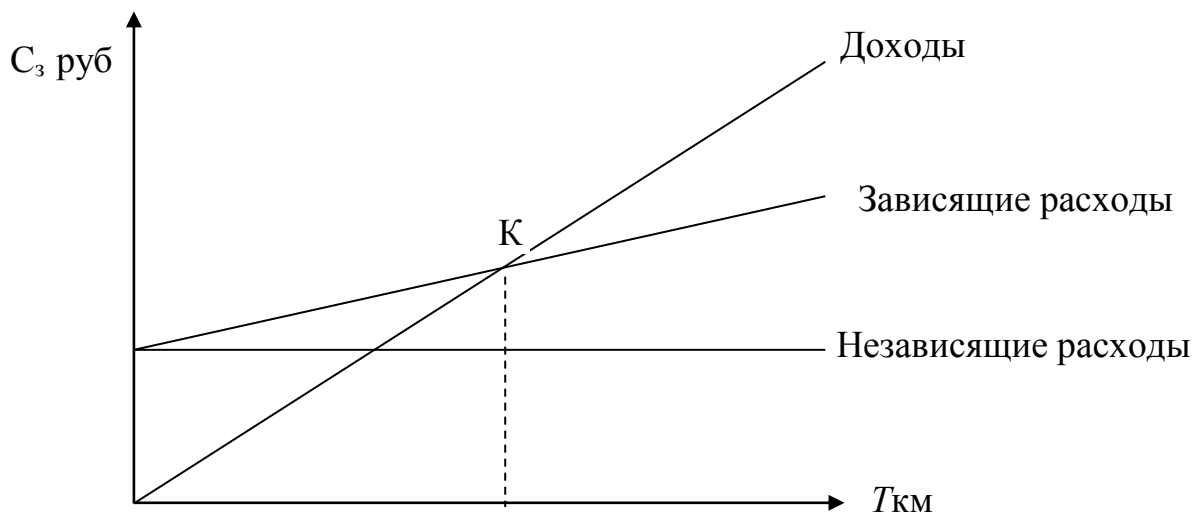


Рисунок 2.3 – График зависимости доходов и расходов и приведенной работы железной дороги

В настоящее время для планирования и анализа используются показатели тонно-км, пассажиро-км, приведенные тонно-км, в которых слабо отражается конкретная технология перевозочного процесса, определяющая, по сути дела, уровень расходов по перевозкам. Это является одним из недостатков увязки экономической и производственно-хозяйственной деятельности.

В связи с этим в условиях рынка методология организации грузопотоков и соответствующих им вагонопотоков и расчета плана формирования должна отражать нагрузку в части использования результатов обследования транспортного рынка, категорий транспортных услуг и связанных с этим эксплуатационных расходов.

Натуральные и предлагаемые стоимостные показатели сетевого и внутридорожных планов формирования, увязанные с графиком движения поездов в узлах, на участках и по направлениям, должны нормативно определять технологию перевозочного процесса и связанные с ней эксплуатационные расходы в условиях спада размеров движения.

### **3 ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВАГОНОПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ВАГОННОГО ПАРКА**

#### **3.1 Основные проблемы организации и продвижения вагонопотоков в условиях изменения плана формирования грузовых поездов на СКЖД**

Как известно, основная нагрузка по переработке транзитных вагонов ложится на сортировочные станции. На Северо-Кавказской дороге 4 важнейшие сортировочные станции: Батайск, Лихая, Тихорецкая, Краснодар-сортировочный участвуют в переработке транзитного вагонопотока.

Каждая сортировочная система, включенная в действующий ПФП, в среднем формирует до 20 назначений. Исходя из наличия сортировочных путей на этих станциях, суммарный запас мощности по количеству формируемых назначений составляет более 130 назначений, при этом мощность струи в среднем в сутки составляет от нескольких десятков до нескольких сотен вагонов в зависимости от станции назначения. Так, по станции Лихая наиболее мощные вагонопотоки назначением на станции: Батайск – 423 ваг., Лиски – 412 ваг., Дебальцево – 158 ваг. и Максим Горький – 155 ваг, слабые назначения: Божковская – 18 ваг., Гуково – 23 ваг., Ростов-Товарный – 33 ваг. В результате увеличивается среднее время накопления определенных назначений на станции, что приводит к невыполнению срока доставки грузов и порожних вагонов.

Для своевременного регулирования плана формирования грузовых поездов, снижения простоя вагонов под накоплением производится формирование поездов повышенного веса, групповых поездов, применяется скользящая специализация, учитывающая оперативную поездную обстановку прилегающих участков и обеспечение портовых станций.

35,0 % вагонов от общей погрузки в сутки отправляются отправительскими и техническими маршрутами. Это прежде всего: нефть и нефтепродукты – 645 ваг., строительные грузы – 112 ваг., химические удобрения – 57 ваг., каменный уголь – 52 ваг. в среднем за сутки. При этом за счет организации отправительских маршрутов и изменения плана форми-

рования грузовых поездов с перераспределением сортировочной работы процент переработки снизился на 0,20 %.

Все маршруты, предусмотренные планом формирования маршрутизации, введены в программное обеспечение АСОВ ПФ. В условиях неблагоприятной экономической ситуации в стране обострилась проблема эффективности отправительской маршрутизации, так как уменьшились мощности вагонопотоков и количество отправительских маршрутов.

В условиях множественности операторов подвижного состава перспективным направлением является маршрутизация порожних вагонов. К сожалению, профицит вагонов на дороге создает дисбаланс в технологии работы с приватным парком, так как операторы сами определяют маршруты движения вагонов, не принимая во внимание возможности инфраструктуры и перерабатывающей способности станций, что отражается на плане формирования грузовых поездов. Излишняя заадресовка вагонов в определенные периоды вызвана изменением ценовой политики ряда предприятий; отсутствием оплаты от грузополучателей за готовую продукцию.

Для ускорения оборота вагона и выполнения контрактных обязательств по поставкам продукции предприятия осуществляют возврат вагонов в порожнем состоянии, однако зачастую порожние вагоны простаивают на путях общего пользования ОАО «РЖД» в ожидании более доходного груза, что приводит к увеличению загрузки сортировочной станции. Сверхнормативная заадресовка порожнего подвижного состава приводит к затруднению эксплуатационной работы дороги и вынужденному отставлению от движения поездов в пути следования. На дороге проводится работа по ограничению заадресовки вагонов в адреса определенных станций для предотвращения избыточного наличия порожнего подвижного состава на полигоне дороги.

В целях снижения излишней заадресовки порожнего подвижного состава поступающие порожние вагоны размещаются в отстой на специально выделенных станциях группами по роду ранее перевозимого груза до момента их использования под погрузку, что позволяет снизить нагрузку на инфраструктуру, уменьшить риски предъявления претензий по нарушению сроков доставки, обеспечить наиболее полное взыскание причитающихся ОАО «РЖД» платежей за отстой вагонов. Это позволяет обеспечить станции подвижным составом под перевозку конкретного рода груза организованными поездами без переработки на сортировочных станциях.

Для сохранения эффективности перевозочного процесса необходима разработка мер по регулированию порожних вагонов в условиях консолидации вагонного парка. Оптимизация логистических схем доставки порожних вагонов требует: обезличивания парка вагонов; управления порожним рейсом; осуществления коммерческой работы и регулирования ценообразования на услуги по предоставлению вагонов непосредственно операторами подвижного состава. В настоящее время на станциях в условиях постоянного завышения парка вагонов вынуждены подбирать вагоны в адрес грузополучателей с разбивкой не только по роду груза, но и по

собственникам подвижного состава.

В результате применения технологии по схеме технологического аутсорсинга происходит минимизация маневровой работы, исключение содержания не востребовавшего парка вагонов на дороге и, как следствие, сокращение оборота вагонов. Оператор формирует реестр заявок грузоотправителей и передает в управление соответствующий этим заявкам вагонный парк. ДЦУП осуществляет регулировку, подвод и подачу порожних вагонов в соответствии с реестром заявок с применением балансового метода распределения вагонов.

Системная работа по оптимизации взаимодействия с операторскими компаниями позволяет постоянно увеличивать темпы погрузки на дороге и сокращать потери от издержек, связанных с поступлением на дорогу порожних вагонов с истекшими сроками доставки. Отправительская маршрутизация и движение поездов по «твердым» ниткам графика позволяют улучшить использование тяговых ресурсов, сократить сроки доставки грузов, лучше использовать локомотивную бригаду и своевременно осуществлять техническое обслуживание локомотивов. На организацию движения грузовых поездов по расписанию оказывают негативное влияние: несвоевременная подготовка маршрутов и вагонов, срыв погрузки, постановка тягового подвижного состава на неплановый ремонт, отказы технических средств.

В настоящее время на дороге применяется технология формирования отправительских маршрутов в соответствии с действующей методикой определения эффективности для ОАО «РЖД» отправительской маршрутизации и ставок договорной платы за формирование маршрутов на путях общего пользования. В результате с клиентами заключаются договора на перевозку грузов в составе грузового поезда по графику с фиксированным временем отправления и прибытия с платой 20 % от суммы провозных платежей, но не более 140 тысяч рублей за состав. При четком планировании погрузки в ТЦФТО внедряется технология ступенчатых маршрутов под расписание следования их по участку, учитывая прибытие, отправление данного маршрута по станциям одного участка, на которых производится погрузка вагонов.

Сбор вагонов с участка согласно технологии развоза местного груза производится поездным локомотивом, заказанным к определенному времени. При этом значительно снижается время следования вагонов в составе ступенчатого маршрута в отличие от пропуска сборного поезда по участку. Реализация перевозок грузов по расписанию предусматривает предварительный запрос клиента на ускорение продвижения вагонопотока, разработку нитки графика, технологии формирования маршрута, расчет договорной платы и заключение договора в ТЦФТО, четкость планирования заявки ГУ-12, оперативность поездного диспетчера и работников станции при организации ступенчатого маршрута, а также поощрительные меры в аппарате ДЦУП за перевозку грузов по расписанию.

Таким образом, введение в действие «Комплексной интегрированной

технологии управления движением грузовых поездов по расписанию» позволит повысить процент отправления и проследования поездов по графику, существенно поднять качество транспортного обслуживания и ответственность всех участников перевозочного процесса.

Организация четкого обеспечения погрузочными ресурсами требует внедрения новых информационных технологий оперативного управления парком вагонов. С этой целью предусматривается внедрение технологии работы в части сменно-суточного планирования, исполнения и контроля плана. Заблаговременное планирование прикрепления вагонов под заявки по назначениям плана формирования осуществляется с учетом информации о годности вагонов под погрузку и информации о различных ограничениях, определяющих невозможность отправки вагона на определенные назначения на период до 3 суток. Необходимо создание единого информационного пространства, в котором диспетчерский персонал клиента и дирекции управления движением совместно составляют поэлементный план работы, с гибким реагированием на изменения и совместным согласованием всех корректировок плана.

Ввиду изменения геополитической обстановки в Крымском регионе и расширения конъюнктуры перевозок возросли объемы перевозок через паромные переправы Кавказ–Крым и Кавказ–Керчь в основном нефтепродуктов, каменного угля, цемента. В связи с закрытием межгосударственных стыковых пунктов Гуково и Успенская вагонопотоки назначением станции дорог Украины направляются на сдачу с дороги через стыковой пункт Чертково, с дальнейшей сдачей поездов в направлении Чертково – Соловей-экс. Вместе с тем анализ мест зарождения и структуры грузопотоков на данном направлении показал, что до 25 % можно отклонить через стыковую Котельниково. Это позволит разгрузить Воронежский ход от грузового движения и увеличить скорость пассажирских поездов.

В связи с вводом в действие участковой станции 9 км, на станции им. М. Горького установлено формирование поездов – 9 км из вагонов на станции Таманского полуострова и вагонов, следующих через паромы Кавказ, при этом данные вагоны исключены из поездов на станцию Краснодар-сортировочный, установлено формирование организованных составов назначением станция Кавказ, отменено формирование организованных составов из порожних цементовозов назначением станция Новороссийск, так как данное назначение формируется на станции 9 км. Для продвижения поездов указанных назначений используются экономически рациональные направления с учетом пропускных способностей железнодорожных участков дороги.

Предполагаемый рост поступления экспортного грузопотока в адрес портов, обслуживаемых станциями дороги, практически вдвое превышает объемы, перевозимые в настоящий период, что ставит под сомнение в условиях дефицита пропускных способностей продвижение без задержек вагонопотоков в перспективе. Для усиления пропускной способности, особенно на главных ходах дороги, необходимо не только уменьшить количе-

ство однопутных участков, но и ускорить развитие станционной инфраструктуры, увеличить количество путей для пропуска длинносоставных поездов. Особенно это ощутимо при наступлении форс-мажорных обстоятельств, когда выгрузка в портах останавливается, а погрузка в адрес припортовых станций продолжается, что приводит к накоплению вагонопотока на данных станциях дороги и в конечном итоге к значительному снижению грузооборота. В неблагоприятных погодных условиях при невыполнении договорных норм выгрузки грузополучателями, из-за отсутствия достаточного количества емкостей, снижается надежность доставки грузов на припортовые станции, что приводит к нарушениям сроков доставки грузов, а также отставлению поездов от движения (рис. 3.1). Несмотря на то что количество задержанных в продвижении грузовых поездов снизилось по сравнению с 2014 г. почти на 30 %, оно составило почти 20 тыс. поездов в 2015 г., из них доля порожних – более 35 %. Неравномерное поступление грузов в адрес припортовых станций по стыкам Северо-Кавказской дороги, невыполнение технологических норм выгрузки грузополучателями в связи с отсутствием свободных емкостей и неподходом флота привело к увеличению доли отставленных от движения поездов назначением на станции Новороссийск, Туапсе и Грушевая, что составило более 50 % от общего наличия отставленных от движения поездов на дороге.

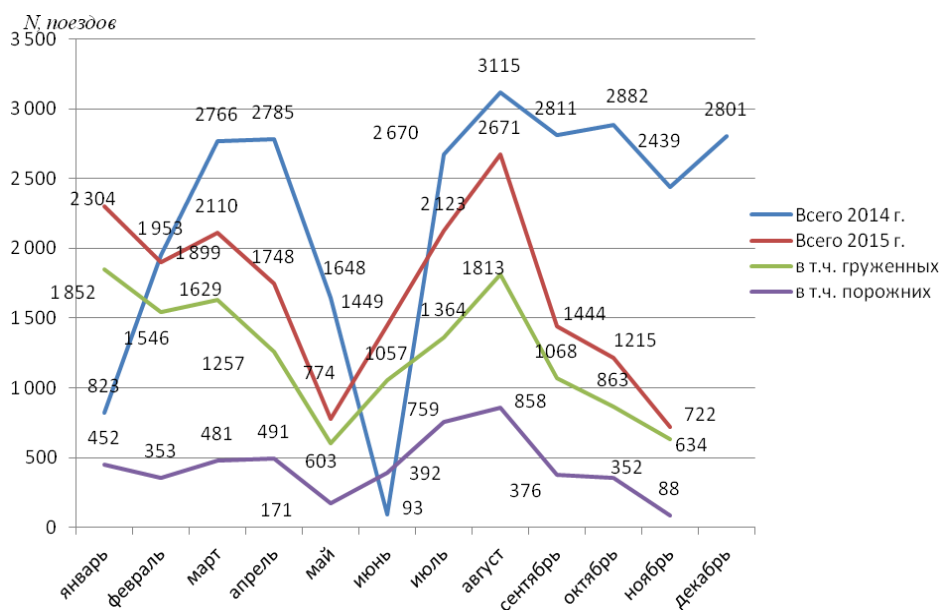


Рисунок 3.1 – Динамика задержанных в продвижении грузовых поездов за 2014–2015 гг.

Отставление поездов от движения оказывает негативное влияние на организацию маневровой работы, производительность локомотивов и локомотивных бригад поездного движения, что увеличивает затраты на продвижение задержанных поездов. При этом в 2015 г. наибольшие затраты наблюдаются на тягу указанных поездов (рис. 3.2).

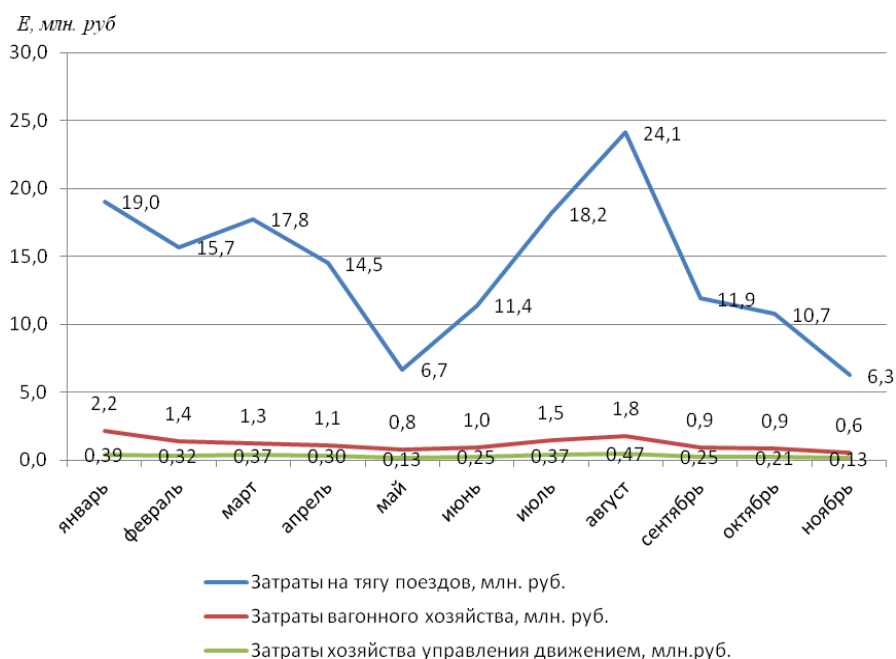


Рисунок 3.2 – Затраты, связанные с продвижением задержанных поездов

Кроме того, данные вагоны занимают пути общего пользования дороги, ограничивая пропускную способность. Для сокращения количества отставленных от движения поездов на дороге необходимо организовывать отстой невостребованного подвижного состава на основании договоров «отстоя», направлять уведомления собственникам о размещении подвижного состава, не используемого в перевозочном процессе как на выделенных путях общего пользования станций, так и на путях необщего пользования. Недостовверный учет вагонов, находящихся в отстое, приводит к увеличению простоя местного вагона на ответственности ОАО «РЖД», что отражается в информационных системах.

В условиях ограниченной пропускной способности для стабильного приема поездов припортовыми станциями, своевременной подачи вагонов под выгрузку в порты и вывода порожних вагонов после выполнения грузовых операций очень важно правильно организовать подбор грузов для подвода к портам. Поэтому на определенных станциях дороги: Батайск, Краснодар-сортировочный, Лихая, 9 км – выделяются пути для накопления вагонов с разделением по причалам, номенклатурам грузов, а также осуществляется подборка по видам нефтепродуктов в зависимости от подхода судов. Это позволит сократить маневровую работу на припортовых станциях и путях необщего пользования, примыкающих к припортовым станциям и нефтебазам, и тем самым уменьшить простой местных вагонов на припортовых станциях и их оборот.

На дороге постоянно ведется работа по корректировке порядка направления вагонопотоков. Так, в период производства «окон» по ремонту пути используются варианты пропуска транзитного вагонопотока по направлениям, не имеющим дефицита пропускных способностей. Организация работы по перевозке экспортных грузов предусматривает составление плана подвода поездов на припортовые станции дороги на основе ана-

лиза информации портов и терминалов с учетом срока доставки груза.

План подвода подлежит неукоснительному выполнению всеми участниками перевозочного процесса, так как имеет форму приказа. Он составляется таким образом, чтобы по состоянию на 18 ч на станции был создан «запас» вагонов под выгрузку не ниже суточной нормы выгрузки согласно нормативу по каждому роду груза, при этом не вызывая накопления на станции назначения не востребуемых грузов.

Продолжается работа на дороге по привлечению дополнительных объемов грузов, для которых в портах отсутствуют складские емкости с использованием технологии работы по прямому варианту, в основном при перевозках минеральных удобрений и растительного масла.

Перспективным направлением в совершенствовании организации вагонопотоков является использование инновационных полувагонов, что позволит снизить нагрузку на инфраструктуру, обеспечить выполнения заявленных объемов перевозок меньшим количеством вагонов. Использование инновационных полувагонов имеет ряд преимуществ перед полувагонами других модификаций. Допустимая скорость движения таких вагонов на прямых участках пути и кривых большого и среднего радиуса по условиям взаимодействия на путь устойчивости вагона от схода с рельсов не менее 90 км/ч, восприятие осевой нагрузки не менее 23,5 тонн, пробег от постройки и капитального ремонта до деповского ремонта не менее 500 тыс. км, межремонтный пробег между деповскими ремонтами не менее 250 тыс. км.

Вышеперечисленное позволяет сократить составность каждого маршрута, сформированного из таких вагонов, на несколько вагонов за счет возможности его загрузки до полной грузоподъемности. Увеличение доли инновационных вагонов в общем парке позволяет снизить расходы на содержание подвижного состава, увеличить производительность труда на операциях, связанных с маневровыми и погрузо-разгрузочными работами. В дальнейшем планируется сформировать «ядро» вагонного парка из инновационных вагонов.

### **3.2 Особенности действующего плана формирования**

Сегодня план формирования поездов решает не только задачи повышения транзитности вагонопотока и более экономичного распределения сортировочной работы между станциями сети. В действующем плане формирования установлены назначения поездов для решения важных практических задач:

1) для **повышения надежности обеспечения заявок грузоотправителей погрузочными ресурсами** предусматриваются назначения из полувагонов консолидированного парка по электронному перевозочному документу с кодом станции назначения 0000, ряд назначений сквозных поездов из порожних полувагонов без подборки по собственникам и др.;

2) для **освобождения крупнейших сортировочных станций от**



**работы с вагонопотоками, имеющими ограничения в роспуске;**

3) для снижения числа повторно перерабатываемых и угловых вагонов предусматривается дублирование поездных назначений;

4) для облегчения решения оперативных регулировочных задач вагонопотоки назначением в определенные районы сети сконцентрированы на выделенных станциях (например, вагонопоток Кавказ и далее на Крымскую дорогу – на станции им. Максима Горького);

5) в интересах ускорения доставки груза в порты, на пограничные станции, конкретным грузополучателям – формирование технических маршрутов на сортировочных станциях с учетом рода грузов и рода подвижного состава в районах зарождения и сосредоточения вагонопотока с грузами на экспорт.

За счет организации отправительских маршрутов и изменения плана формирования грузовых поездов с перераспределением сортировочной работы процент переработки снизился на 0,20 %, что позволяет разгрузить сортировочные станции. В связи с сетевым перераспределением вагонопотоков и сортировочной работы на Северо-Кавказской ж.д. произошел рост процента переработки транзитного вагонопотока (+1,10 %), наблюдается увеличение числа переработок вагона за оборот.

Порядок направления вагонопотоков на дороге основан на использовании экономически рациональных направлений для продвижения поездов с учетом пропускной способности железнодорожных линий и установлен исходя из следующих положений:

- специализации направлений для пропуска пассажирских и грузовых поездов;
- установления на основных направлениях унифицированного веса и длины поездов;
- организации пропуска на ряде направлений порожних маршрутов длиной 100 условных вагонов;
- сокращения пропуска транзитного вагонопотока по малодеятельным участкам;
- эффективной загрузки электрифицированных линий;
- проведения строительных работ, реконструкции станций и капитального ремонта пути.

Действующим порядком направления транзитного вагонопотока предусматривается ряд «кружностей», которые учитываются при расчете тарифных расстояний за перевозку грузов в соответствии Прейскурантом № 10-01:

1 Обход закрытых для грузового движения междорожных стыковых пунктов и малодеятельных участков.

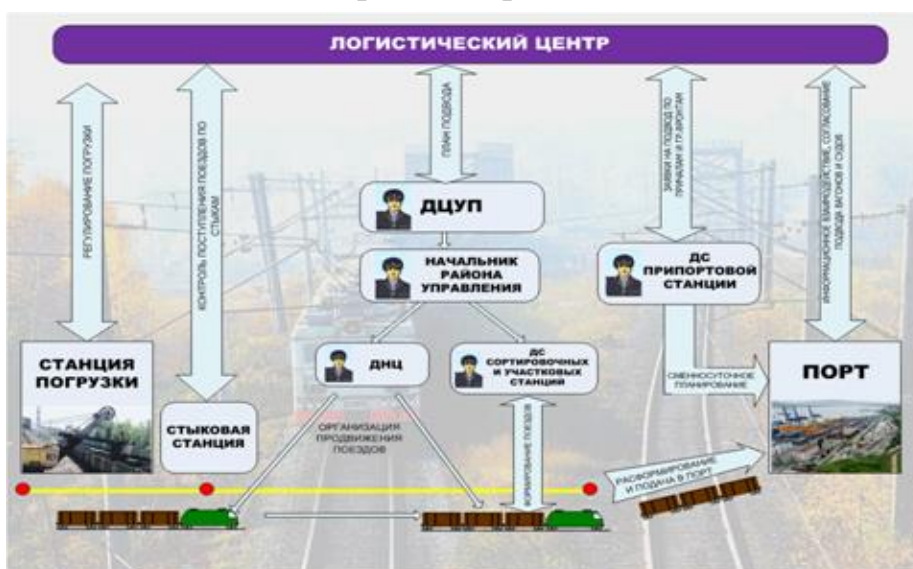
2 Направление на станции и в порты Северо-Кавказской ж.д. с распределением вагонопотока между двумя параллельными направлениями: Громово – им. М. Горького – Котельниково и Морозовская, а также Кривозеровка – Чертково (при этом учитывается соблюдение парности передачи поездов по междорожным стыковым пунктам). Для остального ваго-

но потока используются кратчайшие железнодорожные линии.

### 3.3 Организация и продвижение вагонопотоков в морские порты Северо-Кавказской железной дороги

Северо-Кавказская железная дорога по своей специфике работы является выгрузочной, более 50 % выгрузки производится в портах. На полигоне дороги расположено 13 припортовых станций, наибольшая перевалка грузов осуществляется в Новороссийске, Грушевой, Туапсе, Железном Роге. Несмотря на кризисные явления в экономике страны, рост перевозок в порты продолжился, поэтому очень важно правильно организовать подбор грузов для подвода к портам, чтобы припортовые станции стабильно принимали поезда, подавали под выгрузку в порты и организовывали работу по выводу порожняка. В настоящее время специализация путей сортировочных станций предусматривает подбор вагонов для припортовых станций по номенклатурам перевозимого груза, ведется подбор отдельно налива и разного груза, в зависимости от подхода судов периодически осуществляется подборка по видам нефтепродуктов (светлые и темные). В зависимости от поездной обстановки на дороге и подхода груза практикуется отправление групповых поездов, что позволяет снизить время простоя вагонов под накоплением до состава поезда. Производится формирование поездов повышенного веса – 7000 т, 8300 т.

На станциях применяется скользящая специализация, учитывающая оперативную поездную и эксплуатационную обстановку прилегающих участков и обеспеченность портов станции. Выделение путей для накопления вагонов с разделением по причалам, номенклатурам грузов позволяет минимизировать объем маневровой работы станции назначения, повысить качество услуги перевозки грузов и получить синергетический эффект как для дороги, так и для грузополучателей и портов. Стабильную организацию работы по перевозке экспортных грузов в дирекции управления движением обеспечивает логистический центр, охватывающий в своей деятельности все звенья данного процесса (рис. 3.3).



### Рисунок 3.3 – Технология работы ДЛЦ

Логистический центр ежедневно составляет план подвода и вывоза поездов на припортовые станции дороги на основе анализа информации от дорог отправления и транзитных дорог, припортовых станций, получателей – портов и терминалов с учетом срока доставки груза.

Планирование подвода осуществляется с глубиной трое суток на основании заявки начальника припортовой станции, составленной по согласованию с представителем порта. В заявке указывается: номер состава, груз и рекомендуемое время подвода поезда на станцию в соответствии с установленными нитками графика движения поездов.

План подвода имеет форму приказа и подлежит неукоснительному выполнению всеми участниками перевозочного процесса: Дирекцией управления движением (Д), Дирекцией тяги (Т), Дирекцией инфраструктуры (ДИ). Указанный документ составляется ежедневно и корректируется в зависимости от поездной обстановки на железной дороге по состоянию на 9:00 часов московского времени. По окончании последней корректировки план подвода направляется для исполнения начальнику Диспетчерского центра управления перевозками, руководителям причастных дирекций (Т, ТР, ДИ), начальникам припортовых и сортировочных железнодорожных станций, в диспетчерский аппарат Центра управления перевозками Центральной дирекции управления движением.

Существенную экономию затрат дает работа со стивидорами в едином информационном поле.

Системная работа по оптимизации плана формирования поездов, повышения уровня отправительской и технической маршрутизации, усовершенствование технологий работы основных сортировочных и припортовых станций повышает ритмичность движения вагонопотоков, повышает надежность взаимодействия различных видов транспорта, улучшает использование подвижного состава и сокращает маневровую работу на путях необщего пользования, примыкающих к припортовым станциям и нефтебазам.

Итог проводимой в дирекции работы выразился в таком интегральном показателе, как «простой местного вагона». По итогам года достигнуто сокращение простоя местного вагона на припортовых станциях к уровню прошлого года на 10 %, что позволило сократить оборот местного вагона.

Первоочередное внимание уделяется усилению пропускной способности направлений Котельниково – 9 км и далее до станции Вышестеблиевской, к которой примыкает активно развивающийся нефтеперевалочный комплекс ЗАО «Таманьнефтегаз».

В настоящее время на главных ходах дороги барьерными местами в пропускной способности дороги являются наличие однопутных участков, недостаточное количество путей для пропуска длинносоставных поездов, малое станционное развитие инфраструктуры для обеспечения растущих

объемов перевозок.

За первое полугодие 2014 года объем перевалки в 12 портах и 3 крупных нефтепревалочных баз, обслуживаемых Северо-Кавказской железной дорогой, составил более 37,5 млн т, что на 3 млн. т больше, чем за аналогичный период 2013 года (110 %).

Основной рост перевалки приходится на нефтепродукты, черные металлы и зерновые грузы. Основной прирост объемов выгрузки пришелся на станции Новороссийск (118,3 % к 1 полугодию 2013 г.) и Туапсе (109 % к 1 полугодию 2013 г.), а так же нефтеперевалочным базам по станциям Вышестеблиевская и Грушевая (115 % и 105 % соответственно к 1 полугодию 2013 г.).

Работа портов зависит от ряда внешних и внутренних факторов: Так, при наступлении форс-мажорных обстоятельств выгрузка в портах останавливается, в то время как погрузка по сети, как правило, продолжается. Происходит накопление вагонопотока и наступает момент, когда сложно доставить груз для грузополучателей, обеспечивающих стабильную выгрузку. По этой причине может происходить значительное снижение грузооборота.

Неблагоприятная внешнеторговая ситуация приводит к тому, что трейдеры приостанавливают вывоз грузов из портов и происходит заполнение складов, что в свою очередь также негативно отражается на выгрузке.

Надежность доставки грузов на припортовые станции в первом полугодии 2014 года составила почти 90 %, что выше на 2 %, чем за аналогичный период 2013 года, и на 3 % в целом по Северо-Кавказской железной дороге. Основная доля прибывших вагонов с нарушением срока доставки приходится на зерновые, нефтяные грузы, каменный уголь. Причина – невыполнение договорных норм выгрузки грузополучателями, отсутствие емкостей, неблагоприятные погодные условия, а также сверхнормативные отгрузки.

Количество отставленных от движения поездов назначением на припортовые станции Северо-Кавказской дороги за первое полугодие 2014 г. составило 62 единицы в среднем в сутки (53 % от общего наличия отставленных от движения поездов на дороге). Основные доли отставленных от движения поездов пришлись на станции Новороссийск (58 %), Туапсе (23 %) и Грушевая (9 %). Отставление поездов от движения обусловлено сверхнормативной погрузкой, неравномерным поступлением грузов в адрес припортовых станций по стыкам дороги, невыполнением технологических норм выгрузки получателями в связи с неподходом флота и отсутствием свободных емкостей, неблагоприятными погодными условиями. Пиковые значения были зафиксированы в марте 2014 года – 98 поездов в среднем в сутки.

Через паромную переправу Кавказ – Крым за первое полугодие 2014 года отмечено увеличение грузооборота к аналогичному периоду 2013 года. Это объясняется значительным ростом в мае–июне 2014 года (257 % к

маю–июню прошлого года) объемов перевозки через паромные переправы Кавказ – Крым и Кавказ – Керчь ввиду изменения геополитической обстановки в Крымском регионе и расширения конъюнктуры перевозок. В основном увеличение зафиксировано по перевозкам нефтепродуктов (148 %), а также новым номенклатурам: каменный уголь, цемент, автомобили.

Технология работы по прямому варианту при перевозках экспортных грузов позволяет привлечь дополнительные объемы грузов, для которых в портах отсутствуют складские емкости. По итогам работы за первое полугодие 2014 г. по данной технологии на Северо-Кавказской дороге перевезено 482,5 тыс. тонн грузов, что на 14 % больше, чем за аналогичный период 2013 г. На доходный счет РЖД перечислено 61,5 млн рублей. В основном это минеральные удобрения и растительное масло. Основанием работы по этой схеме являются договорные отношения с экспедиторами на накопление судовой партии, которые предусматривают возмещение расходов РЖД за использование инфраструктуры.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

- 1 Опыт работы Дирекция управления движением по организации вагонопотоков в поезда (информационное письмо). – М. : ОАО «РЖД», 2014. – 68 с.
- 2 **Зубков, В.Н.** Совершенствование железнодорожных пассажирских перевозок в дальнем сообщении в Южном регионе / В.Н. Зубков, Е.Г. Парлюк // Вестник РГУПС. – 2012. – № 1. – С. 159–167.
- 3 **Мусяенко, Н.Н.** Анализ обеспечения выполнения договорных обязательств по срокам доставки грузов и мероприятия по их сокращению / Н.Н. Мусяенко // Труды РГУПС. – 2014. – № 2(27). – С. 84–88.
- 4 Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД». – М. : Техинформ, 2007.
- 5 **Зубков, В.Н.** Полигонные технологии как новый подход к совершенствованию системы управления грузопотоками в направлении портов и крупных предприятий (статья) / В.Н. Зубков, Е.А. Чеботарева, В.В. Чеботарев // Вестник РГУПС. – 2015. – № 3. – С. 64–72.
- 6 Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. – М. : ОАО «РЖД», 2011. – 305 с.
- 7 Инструкция по разработке графика движения поездов в ОАО «РЖД» : распоряжение ОАО «РЖД» от 12.12.2006 № 2568р. – М. : Техинформ, 2006. – 182 с.
- 8 **Зубков, В.Н.** Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок. Основы управления перевозочным процессом. Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов: учеб. пособие. Ч. 1 / В.Н. Зубков, Н.Н. Мусяенко. – Ростов н/Д : РГУПС, 2010. – 230 с.
- 9 **Зубков, В.Н.** Технология и управление работой станций и узлов / В.Н. Зубков, Н.Н. Мусяенко. – М. : ФГБОУ «УМЦ», 2014. – 334 с.

## Приложение

### Тестовые задания для самоподготовки по дисциплине: «Управление эксплуатационной работой (часть 3)»

В процессе обучения проводятся испытания по итогам освоения дисциплины с помощью квалификационных тестов, содержание которых непосредственно связано с будущей профессиональной деятельностью.

Восприятию смысла тестовых заданий способствуют иллюстрации, которые могут быть представлены как в основной части, так и в вариантах ответов задания.

В данном учебном пособии представлены тестовые задания: с выбором, на соответствие, на последовательность.

Тестовые задания с выбором содержат несколько ответов, среди которых есть правильные и неправильные ответы. Тестовые задания с выбором делятся на два типа: с одним правильным ответом и с несколькими правильными ответами. Перед формулировкой тестового задания с выбором одного или нескольких правильных ответов ставится слово «ВЫБОР».

В тестовом задании с выбором одного правильного варианта ответа должен стоять знак многоточия «...». В зависимости от конструкции тестового задания знак многоточия «...» может располагаться в начале, в середине или в конце тестового задания.

Пример тестового задания с одним вариантом ответа (знак многоточия «...» в середине тестового задания):

*Тест № 1*

Задание: ВЫБОР

Задание: выбрать верные

Основными объемами работы ... станций являются транзитные вагонопотоки с переработкой

- 1) сортировочных
- 2) участковых
- 3) промежуточных
- 4) грузовых

Пример тестового задания с одним вариантом ответа (знак многоточия «...» в конце тестового задания):

*Тест № 4*

Задание: ВЫБОР

Перемещение вагонов от станции погрузки до станции выгрузки определяется...

- 1) планом формирования поездов
- 2) технологическим процессом работы станции
- 3) графиком движения поездов
- 4) технико-распорядительным актом станции

Тестовые задания с выбором нескольких правильных вариантов ответов содержат не менее двух правильных ответов. Тестовое задание с выбором нескольких правильных ответов считается выполненным правильно, если точно выбраны все без исключения правильные ответы. Не допускается наличие в тестовых заданиях всех правильных ответов или всех неправильных ответов. В тестовом задании с выбором нескольких правильных вариантов ответов в конце должен стоять знак двоеточие «:». Пример тестового задания с несколькими вариантами ответов:

*Тест № 5*

**Задание: ВЫБОР**

Основные задачи, решаемые планом формирования поездов:

- 1) уменьшение переработок в пути следования
- 2) рациональное распределение сортировочной работы между техническими станциями
- 3) наилучшее использование пропускной способности участков
- 4) соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад

Тестовые задания на последовательность используются для проверки знаний хода процесса, установления хронологической цепи событий, действий и операций (например, последовательность действий оперативных работников при приеме поезда в переработку согласно технологическому процессу работы станции). Перед формулировкой тестового задания на последовательность ставится слово «ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ». Тестовые задания на установление последовательности начинаются со слова: «Последовательность...». Это более сложный тип задания в тестовой форме, в процессе выполнения которого студент конструирует ответ из предложенной неупорядоченной последовательности действий, операций и др. Тестовые задания на установление правильной последовательности помогают формировать у студентов алгоритмическое мышление, знание и умение. Задания этой формы полезны как в качестве средства контроля знаний, так и в качестве средства обучения. В данном учебном пособии последовательность в тестовых заданиях на установление последовательности выстроена сразу в правильном порядке. Пример тестового задания на установление последовательности:

*Тест № 1.112*

**Задание: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ**

Последовательность разработки ПФП.

- 1) определение плановых корреспонденций груженых и порожних вагонопотоков;
- 2) разработка плана отправительской маршрутизации;
- 3) расчет оптимального плана формирования сквозных поездов;
- 4) расчет оптимального плана формирования участковых поездов.



В тестовых заданиях на установление соответствия требуется связать элементы задания между собой. Перед формулировкой тестового задания на соответствие ставится слово «СООТВЕТСТВИЕ». Тестовые задания на установление соответствия начинаются со слова: «Соответствие...». В данном учебном пособии соответствие в тестовых заданиях на установление соответствия выстроено сразу в правильном порядке. Пример тестового задания на установление соответствия:

*Тест № 27*

**Задание: СООТВЕТСТВИЕ**

Соответствие маршрутов их классификации по условию формирования (табл. Т. 27)

*Таблица Т. 27*

Ступенчатые	Образуются на одной или нескольких станциях участка несколькими грузоотправителями
Технические	Формируются на технических станциях
Отправительские	Формируются на железнодорожном пути не общего пользования грузоотправителем
Кольцевые	Возвращаются на станцию погрузки в порожнем состоянии, как правило, без изменения состава

*Тест № 1*

**Задание: ВЫБОР**

Основными объемами работы ... станций являются транзитные вагонопотоки с переработкой

- 1) сортировочных
- 2) участковых
- 3) промежуточных
- 4) грузовых

*Тест № 2*

**Задание: ВЫБОР**

Основными объемами работы ... станций являются транзитные вагонопотоки без переработки

- 1) сортировочных
- 2) участковых
- 3) промежуточных
- 4) грузовых

*Тест № 3*

**Задание: ВЫБОР**

Непрерывный учет наличия вагонов на сортировочной станции производит...

- 1) работник СТЦ
- 2) ДСПП
- 3) ДСЦ
- 4) ДСПГ

*Тест № 4*

## Задание: ВЫБОР

Перемещение вагонов от станции погрузки до станции выгрузки определяется...

- 1) планом формирования поездов
- 2) технологическим процессом работы станции
- 3) графиком движения поездов
- 4) технико-распорядительным актом станции

*Тест № 5*

## Задание: ВЫБОР

Основные задачи, решаемые планом формирования поездов:

- 1) уменьшение переработок в пути следования
- 2) рациональное распределение сортировочной работы между техническими станциями
- 3) наилучшее использование пропускной способности участков
- 4) соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад

*Тест № 6*

## Задание: ВЫБОР

План формирования поездов устанавливает... формируемых поездов

- 1) категорию
- 2) вес
- 3) длину
- 4) скорость движения

*Тест № 7*

## Задание: ВЫБОР

ПФП предусматривает для ускорения пропуска вагонопотоков ...

- 1) ликвидацию отправительских маршрутов
- 2) увеличение числа сборных поездов
- 3) сокращение дальности следования поездов без переработки
- 4) повышение дальности следования поездов без переработки

*Тест № 8*

## Задание: ВЫБОР

Число возможных вариантов ПФП зависит от ...

- 1) количества промежуточных станций на полигоне
- 2) величины вагонопотока
- 3) количества поездов, поступающих в переработку
- 4) количества технических станций на рассматриваемом полигоне

*Тест № 9*

## Задание: ВЫБОР

Число возможных вариантов ПФП при 4 технических станциях на рассматриваемом полигоне равно...

- 1) 8
- 2) 6
- 3) 4
- 4) 16

## Тест № 10

## Задание: ВЫБОР

Порядок выделения вагонопотока в поезда различных категорий...

- 1) маршруты, сквозные, участковые, сборные
- 2) сквозные, маршруты, участковые, сборные
- 3) сборные, участковые, сквозные, маршруты
- 4) маршруты, сквозные, сборные, участковые

## Тест № 11

## Задание: ВЫБОР

Избыток или недостаток порожних вагонов по станции «А» равен...

Из \ На	Д	А	Г	Б	В	Е	Ж	Итого (погрузка)
Д	-	324	-	27	90	110	150	701
А	174	-	-	8	90	180	50	502
Г	-	-	-	11	330	400	520	1261
Б	53	18	12	-	198	251	417	949
В	160	120	350	70	-	201	403	1304
Е	80	190	400	412	226	-	140	1448
Ж	300	200	470	333	334	100	-	1737
Итого (выгрузка)	767	852	1232	861	1268	1242	1680	7902

- 1) избыток 350 вагонов
- 2) недостаток 350 вагонов
- 3) избыток 852 вагона
- 4) недостаток 502 вагона

## Тест № 12

## Задание: ВЫБОР

Избыток или недостаток порожних вагонов по станции «Г» равен...

Из \ На	Д	А	Г	Б	В	Е	Ж	Итого (погрузка)
Д	-	324	-	27	90	110	150	701
А	174	-	-	8	90	180	50	502
Г	-	-	-	11	330	400	520	1261
Б	53	18	12	-	198	251	417	949
В	160	120	350	70	-	201	403	1304
Е	80	190	400	412	226	-	140	1448
Ж	300	200	470	333	334	100	-	1737
Итого (выгрузка)	767	852	1232	861	1268	1242	1680	7902

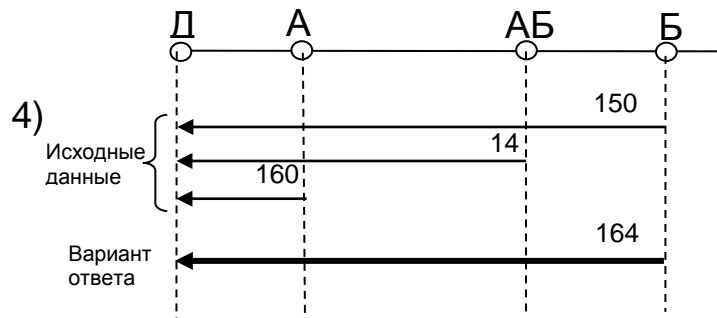
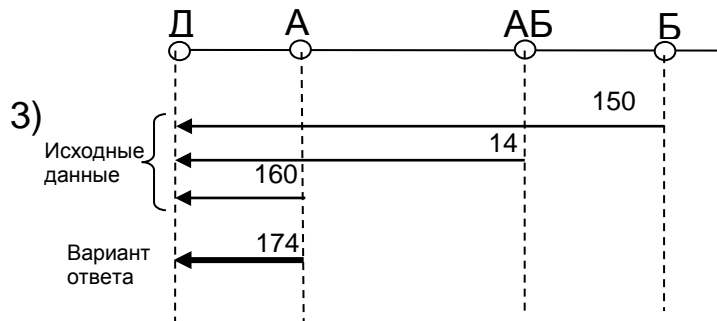
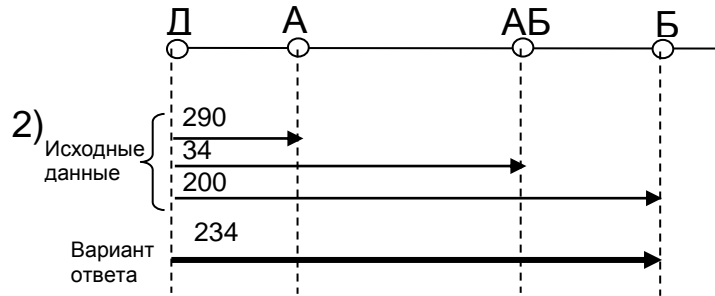
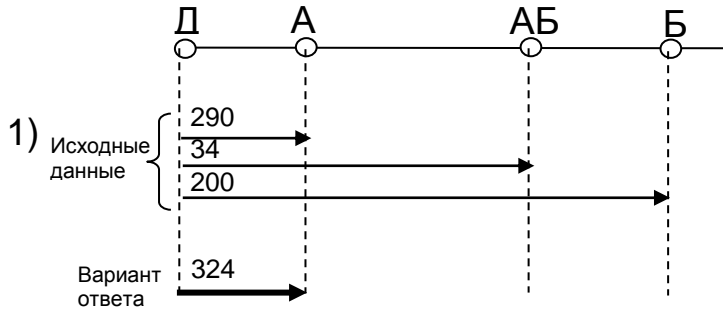
- 1) избыток 29 вагонов

- 2) недостаток 29 вагонов
- 3) избыток 1232 вагона
- 4) недостаток 1261 вагон

## Тест № 13

## Задание: ВЫБОР

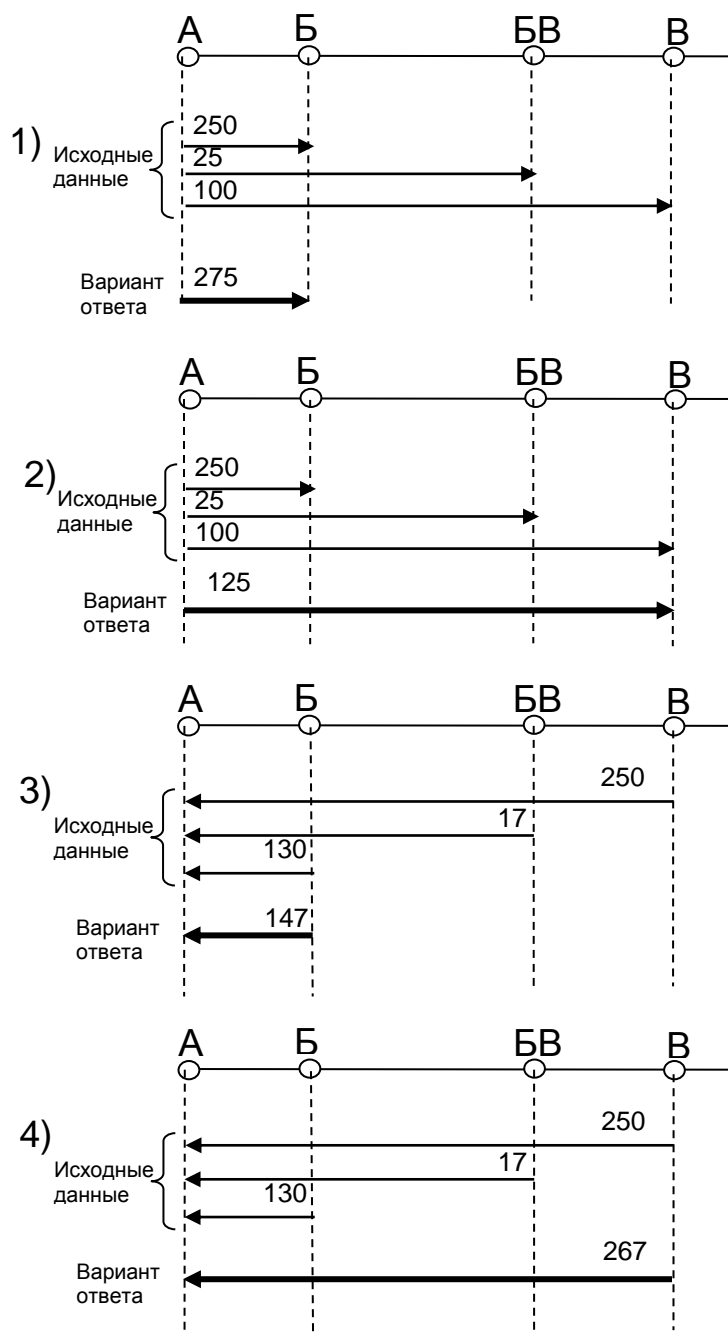
Объединение местных вагонопотоков участка АБ с вагонопотоками технических станций осуществляется по вариантам:



## Тест № 14

## Задание: ВЫБОР

Объединение местных вагонопотоков участка БВ с вагонопотоками технических станций осуществляется по вариантам:



## Тест № 15

## Задание: ВЫБОР

Исходными данными для разработки схемы регулирования порожних вагонопотоков является...

- 1) таблица-«шахматка» груженых вагонопотоков подразделения дороги
- 2) диаграмма груженых и порожних вагонопотоков
- 3) график возможных сквозных назначений
- 4) совмещенный ступенчатый график вагонопотоков

- 5) таблица вагонопотоков, охваченных отправительской маршрутизацией

*Тест № 16*

Задание: ВЫБОР

Исходными данными для разработки схемы регулировки порожних вагонопотоков являются:

- 1) количество погруженных вагонов по каждой станции
- 2) недостаток порожних вагонов
- 3) количество выгруженных вагонов по каждой станции
- 4) избыток порожних вагонов

*Тест № 17*

Задание: ВЫБОР

При возрастании вагонопотока целесообразность организации порожних вагонов одного рода в маршруты устанавливается условием  $\sum n_{пор} \cdot T_{эк} \geq C_{пор} \cdot m_{пор}$ , при котором вагонопоток зарождается на...

- 1) разных станциях, а погашается на одной
- 2) одной станции и погашается на одной
- 3) разных станциях и погашается на разных
- 4) на одной станции, а погашается на разных

*Тест № 18*

Задание: ВЫБОР

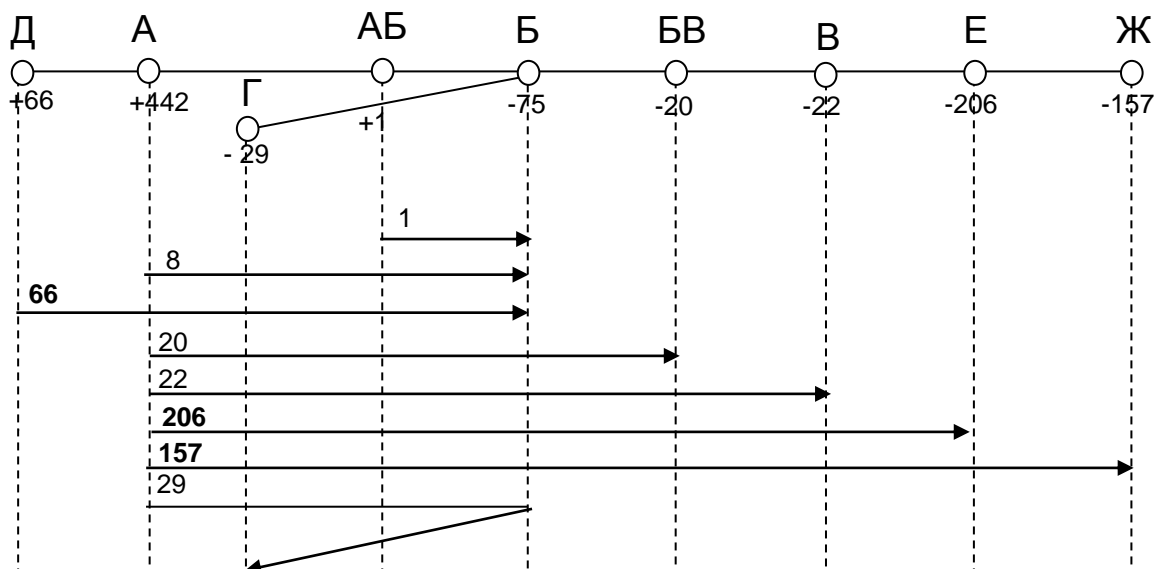
При убывании вагонопотока целесообразность организации порожних вагонов одного рода в маршруты устанавливается условием  $n_{пор} \cdot \min t_{назн} \geq C_{пор} \cdot m_{пор}$ , при котором вагонопоток зарождается на...

- 1) разных станциях, а погашается на одной
- 2) одной станции и погашается на одной
- 3) разных станциях и погашается на разных
- 4) на одной станции, а погашается на разных

*Тест № 19*

Задание: ВЫБОР

Целесообразность организации порожних вагонов одного рода в маршруты устанавливается условием ...

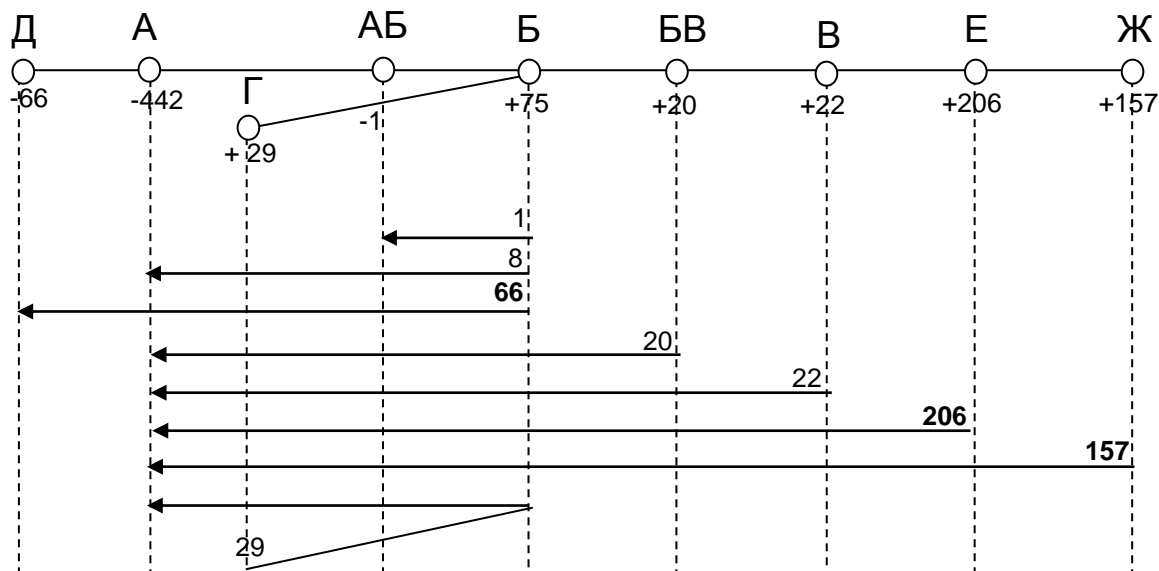


- 1)  $n_{пор} \cdot \min t_{назн} \geq C_{пор} \cdot m_{пор}$
- 2)  $\sum n_{пор} \cdot T_{эк} \geq C_{пор} \cdot m_{пор}$
- 3)  $n_{д} \cdot \sum T_{эк}^{уст} - cm \geq 0$
- 4)  $n_i \cdot \min T_{эк} \geq cm$

## Тест № 20

## Задание: ВЫБОР

Целесообразность организации порожних вагонов одного рода в маршруты устанавливается условием ...



- 1)  $n_{пор} \cdot \min t_{назн} \geq C_{пор} \cdot m_{пор}$
- 2)  $\sum n_{пор} \cdot T_{эк} \geq C_{пор} \cdot m_{пор}$
- 3)  $n_{д} \cdot \sum T_{эк}^{уст} - cm \geq 0$
- 4)  $n_i \cdot \min T_{эк} \geq cm$

## Тест № 21

## Задание: ВЫБОР

Исходными данными для разработки диаграммы грузеных и порожних вагонопотоков являются:

- 1) таблица-«шахматка» грузеных вагонопотоков подразделения дороги
- 2) схема регулировки порожних вагонопотоков
- 3) график возможных сквозных назначений
- 4) совмещенный ступенчатый график вагонопотоков
- 5) таблица вагонопотоков, охваченных отправительской маршрутизацией

## Тест № 22

## Задание: ВЫБОР

По условиям формирования различают следующие виды маршрутов:

- 1) отправительские
- 2) кольцевые
- 3) участковые
- 4) одногруппные

*Тест № 23*

## Задание: ВЫБОР

Кольцевые маршруты...

- 1) следуют только в одном направлении
- 2) возвращаются на станцию погрузки в порожнем состоянии, как правило, без изменения состава
- 3) возвращаются на станцию погрузки всегда в груженом состоянии
- 4) не возвращаются на станцию погрузки

*Тест № 24*

## Задание: ВЫБОР

Увеличение числа формируемых маршрутов...

- 1) сокращает вагонопоток, не охваченный маршрутизацией
- 2) оставляет неизменным вагонопоток, не охваченный маршрутизацией
- 3) увеличивает вагонопоток, не охваченный маршрутизацией
- 4) не влияет на число немаршрутных назначений

*Тест № 25*

## Задание: ВЫБОР

Увеличение числа формируемых маршрутов:

- 1) ведет к увеличению простоя вагонов под накоплением немаршрутных назначений
- 2) ведет к снижению простоя вагонов под накоплением немаршрутных назначений
- 3) не влияет на простой вагонов под накоплением немаршрутных назначений
- 4) влияет на простой вагонов под накоплением немаршрутных назначений

*Тест № 26*

## Задание: ВЫБОР

При перевозке грузов отправительскими маршрутами не выполняется ...

- 1) расформирование в пути следования
- 2) накопление на станции погрузки
- 3) окончание формирования на станции формирования
- 4) переформирование в пути следования

*Тест № 27*

## Задание: СООТВЕТСТВИЕ

Соответствие маршрутов их классификации по условию формирования (табл. Т. 27)

*Таблица Т. 27*

Ступенчатые	Образуются на одной или нескольких станциях участка несколькими грузоотправителями
Технические	Формируются на технических станциях
Отправительские	Формируются на железнодорожном пути не общего пользования грузоотправителем
Кольцевые	Ввозвращаются на станцию погрузки в порожнем состоянии, как правило, без изменения состава



*Тест № 28*

## Задание: ВЫБОР

Условия эффективности назначения маршрутов:

- 1) проследование не менее одной технической станции без переработки
- 2) предусматривается переработка на каждой технической станции
- 3) включение крупных партий суточной погрузки мощностью не менее чем на два состава
- 4) включение крупных партий суточной погрузки мощностью не более чем на один состав

*Тест № 29*

## Задание: ВЫБОР

Основные причины расформирования отправительских маршрутов в пути следования:

- 1) следование вагонов в распыление
- 2) наличие вагонов следующих с нарушением ПФП
- 3) отсутствие локомотивной бригады
- 4) наличие неисправных вагонов в составе поезда

*Тест № 30*

## Задание: ВЫБОР

Способом увеличения количества маршрутных отправок при незначительных объемах перевозок является...

- 1) календарный метод погрузки
- 2) суточное планирование отправительской маршрутизации
- 3) квартальное планирование отправительской маршрутизации
- 4) изменение ПФП

*Тест № 31*

## Задание: ВЫБОР

Категории поездов, используемые для отправки маршрутов с мест погрузки...

- 1) сквозные
- 2) участковые
- 3) сборные
- 4) вывозные

*Тест № 32*

## Задание: ВЫБОР

Исходными данными для расчета плана формирования поездов являются:

- 1) план перевозок грузов
- 2) размеры движения поездов
- 3) станционные интервалы
- 4) нормы простоя вагонов с переработкой и под накоплением

*Тест № 33*

## Задание: ВЫБОР

Расчетными нормативами для плана формирования поездов являются:

- 1) средний состав поезда ( $m_c$ )
- 2) перегонные времена хода ( $t_{пер}$ )
- 3) приведенная экономия от проследования одного вагона без переработки попутной технической станции ( $T_{эк}$ )
- 4) интервалы между поездами на перегонах ( $I$ )

*Тест № 34*

Задание: ВЫБОР

Исходными данными для расчета плана формирования одnogруппных поездов является...

- 1) график возможных сквозных назначений
- 2) совмещенный ступенчатый график вагонопотоков
- 3) таблица вагонопотоков, охваченных отправительской маршрутизацией
- 4) диаграмма груженых и порожних вагонопотоков
- 5) таблица вагонопотоков, не охваченных отправительской маршрутизацией

*Тест № 35*

Задание: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

Последовательность разработки ПФП

- 1) определение плановых корреспонденций груженых и порожних вагонопотоков
- 2) разработка плана отправительской маршрутизации
- 3) расчет оптимального плана формирования сквозных поездов
- 4) расчет оптимального плана формирования участковых поездов

*Тест № 36*

Задание: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

Последовательность расчета плана формирования поездов методом совмещенных аналитических сопоставлений

- 1) составление совмещенного ступенчатого графика вагонопотоков
- 2) проверка одноструйных назначений на общее достаточное условие (ОДУ)
- 3) выделение наиболее дальних струй, отвечающих ОДУ, в оптимальный вариант плана формирования (ОВПФ)
- 4) составление графика возможных сквозных назначений
- 5) проверка сквозных назначений на необходимое условие (НУ)

*Тест № 37*

Задание: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

Последовательность расчета плана формирования поездов методом совмещенных аналитических сопоставлений

- 1) определение исходной струи вагонопотока
- 2) определение станций уступа
- 3) проверка сквозных назначений на достаточное условие (ДУ)
- 4) выделение назначения в оптимальный вариант плана формирования поездов (ОВПФ)
- 5) корректировка графика назначений

## Тест № 38

## Задание: ВЫБОР

Проверка одноструйного назначения на общее достаточное условие (ОДУ) осуществляется по формуле..., ваг.-ч

- 1)  $n_i \cdot \min T_{\text{эк}} \geq cm$
- 2)  $\sum n_i \sum T_{\text{эк}} - cm \geq 0$
- 3)  $\sum n_i \sum T_{\text{эк}} - cm = \max B_{\text{сб}}$
- 4)  $n_d \cdot \sum T_{\text{эк}}^{\text{усм}} - cm \geq 0$

## Тест № 39

## Задание: ВЫБОР

На общее достаточное условие (ОДУ) проверяются назначения:

- 1) одноструйные
- 2) многоструйные
- 3) сквозные
- 4) участковые

## Тест № 40

## Задание: ВЫБОР

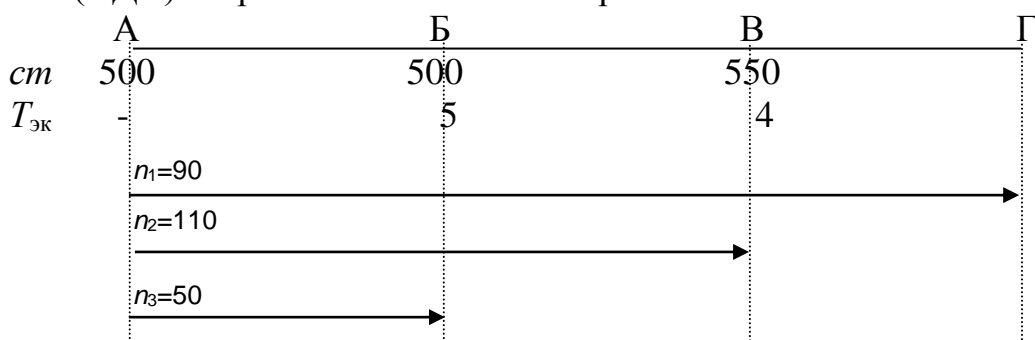
Сбережения вагоно-часов от проследования без переработки по любой из технических станций больше или равны затратам на накопление на станции формирования при условии:

- 1) общем достаточном
- 2) необходимом
- 3) достаточном
- 4) абсолютном достаточном

## Тест № 41

## Задание: ВЫБОР

При проверке одноструйных назначений на общее достаточное условие (ОДУ) сбережения вагоно-часов равны... ваг.-ч



- 1) 500
- 2) 50
- 3) 550
- 4) 1050

## Тест № 42

## Задание: ВЫБОР

Проверка струй графика возможных сквозных назначений на необходимое условие (НУ) осуществляется по формуле..., ваг.-ч

- 1)  $n_i \cdot \min T_{\text{ЭК}} \geq cm$
- 2)  $\sum n_i \sum T_{\text{ЭК}} - cm \geq 0$
- 3)  $n_i \cdot \min T_{\text{ЭК}} - cm \geq 0$
- 4)  $n_{\text{д}} \cdot \sum T_{\text{ЭК}}^{\text{усм}} - cm \geq 0$

## Тест № 43

## Задание: ВЫБОР

На необходимое условие (НУ) НЕ проверяются назначения...

- 1) одноструйные
- 2) многоструйные
- 3) сквозные
- 4) участковые

## Тест № 44

## Задание: ВЫБОР

При ... условии суммарная экономия приведенных вагоно-часов от проследования попутных технических станций должна быть не меньше затрат вагоно-часов накопления на станции формирования

- 1) общем достаточном
- 2) необходимом
- 3) достаточном
- 4) абсолютном достаточном

## Тест № 45

## Задание: ВЫБОР

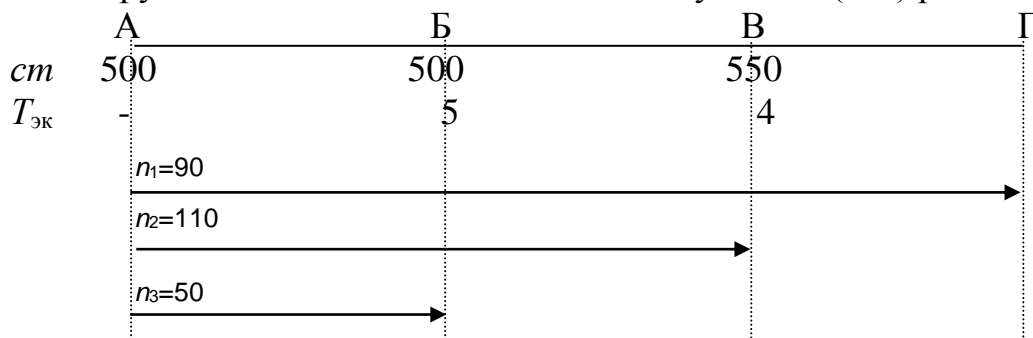
Назначение, отвечающее ... условию и имеющее наибольшие сбережения вагоно-часов, называется исходным

- 1) общему достаточному
- 2) необходимому
- 3) достаточному
- 4) абсолютному достаточному

## Тест № 46

## Задание: ВЫБОР

Наибольшие сбережения вагоно-часов при проверке рассматриваемых струй вагонопотоков на необходимое условие (НУ) равны... ваг.-ч



- 1) 310
- 2) 50
- 3) 550
- 4) 1050

## Тест № 47

## Задание: ВЫБОР

Проверка струй графика возможных сквозных назначений на достаточное условие (ДУ) осуществляется по формуле..., ваг.-ч

- 1)  $n_i \cdot \min T_{\text{эк}} \geq cm$
- 2)  $\sum n_i \sum T_{\text{эк}} - cm \geq 0$
- 3)  $\sum n_i \sum T_{\text{эк}} - cm = \max B_{\text{сб}}$
- 4)  $n_d \cdot \sum T_{\text{эк}}^{\text{усм}} - cm \geq 0$

## Тест № 48

## Задание: ВЫБОР

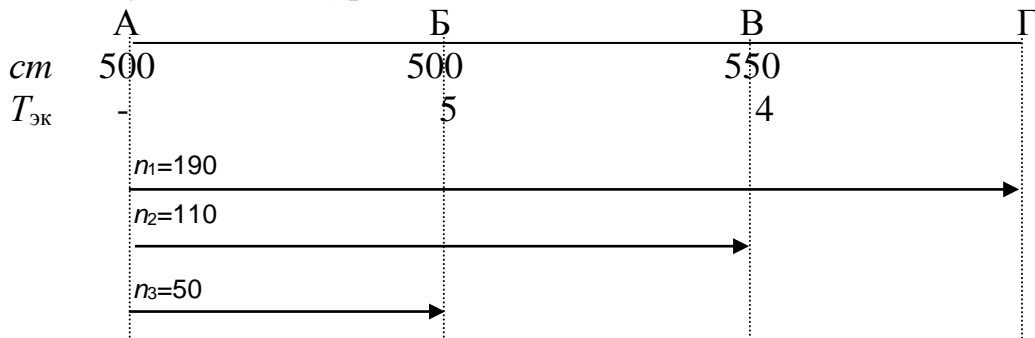
При ... условии более дальнейшее назначение по отношению к исходному должно иметь по станциям уступа экономию больше, чем затраты на накопление по станции формирования

- 1) общем достаточном
- 2) необходимом
- 3) достаточном
- 4) абсолютном достаточном

## Тест № 49

## Задание: ВЫБОР

Сбережения вагоно-часов на станции уступа при проверке на достаточное условие (ДУ) равны... ваг.-ч

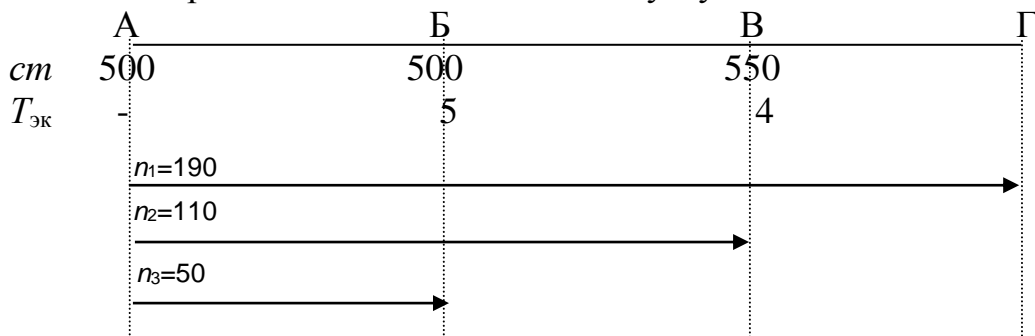


- 1) 260
- 2) 760
- 3) 500
- 4) 550

## Тест № 50

## Задание: ВЫБОР

Станция ... для проверки на достаточное условие (ДУ) на рассматриваемой направлении является станцией уступа

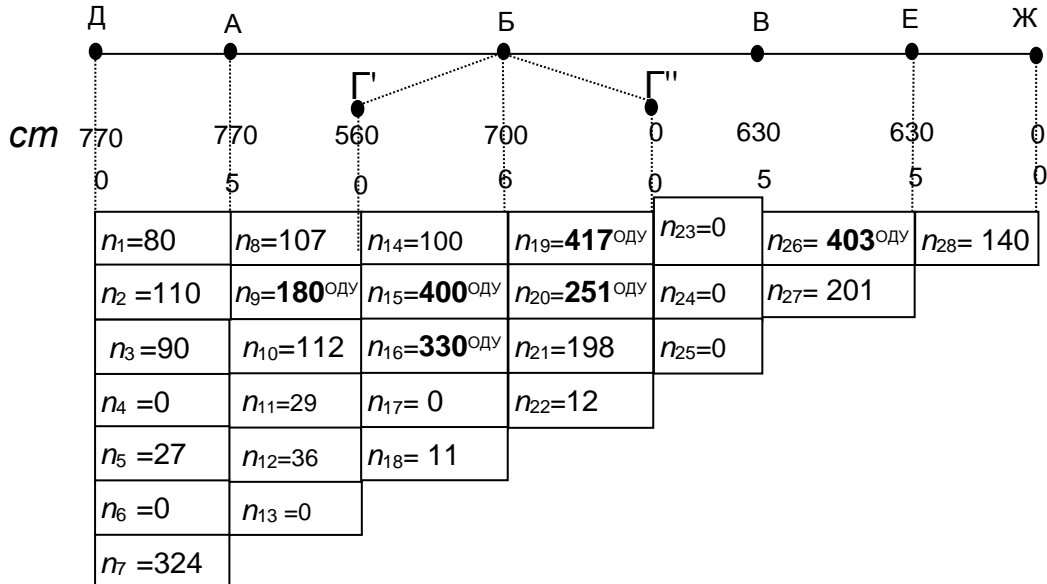


- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

## Тест № 51

## Задание: ВЫБОР

При построении графика возможных сквозных назначений струя вагонопотока ( $n_9$ ) может объединиться с ...

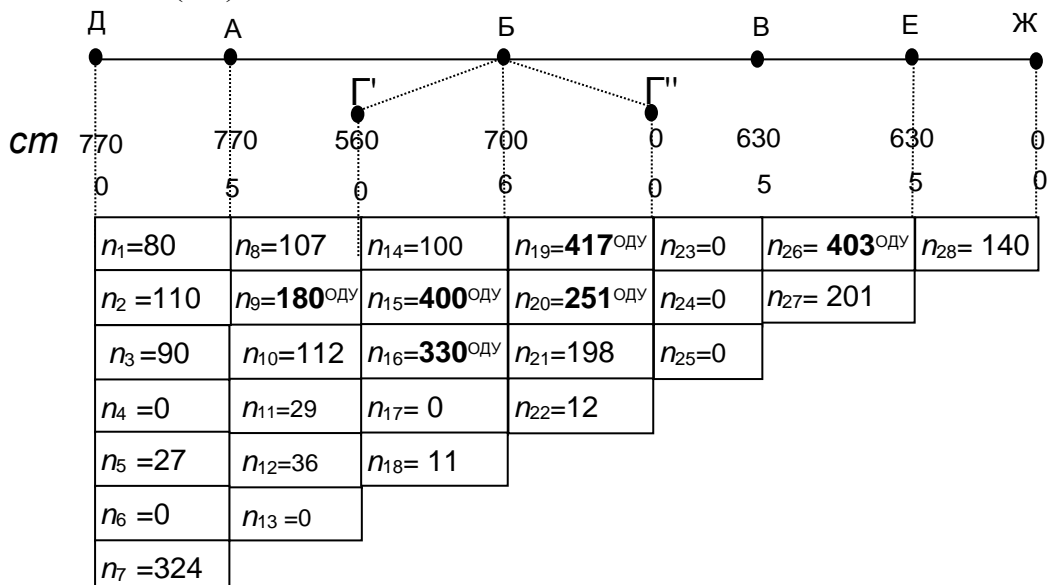


- 1)  $n_1 + n_2 + n_8$
- 2)  $n_8 + n_{10} + n_{11}$
- 3)  $n_2$
- 4)  $n_8$

## Тест № 52

## Задание: ВЫБОР

При построении графика возможных сквозных назначений струя вагонопотока ( $n_{10}$ ) может объединиться с ...



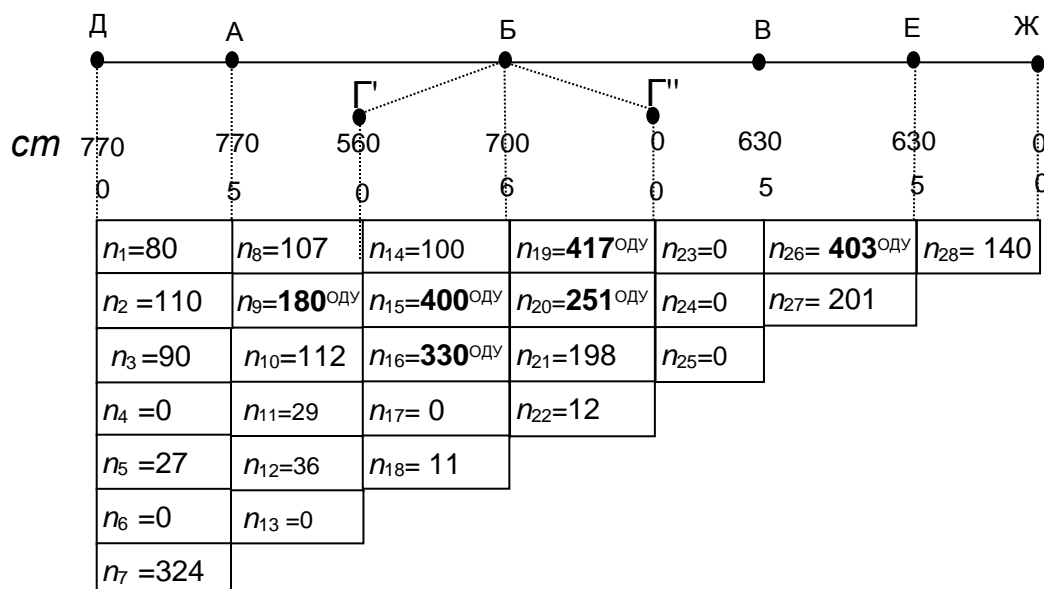
- 1)  $n_1 + n_2 + n_3 + n_8 + n_9$

- 2)  $n_1 + n_2 + n_3 + n_8$
- 3)  $n_8 + n_9$
- 4)  $n_3$

## Тест № 53

## Задание: ВЫБОР

При построении графика возможных сквозных назначений струя вагонопотока ( $n_{15}$ ) может объединиться с ...

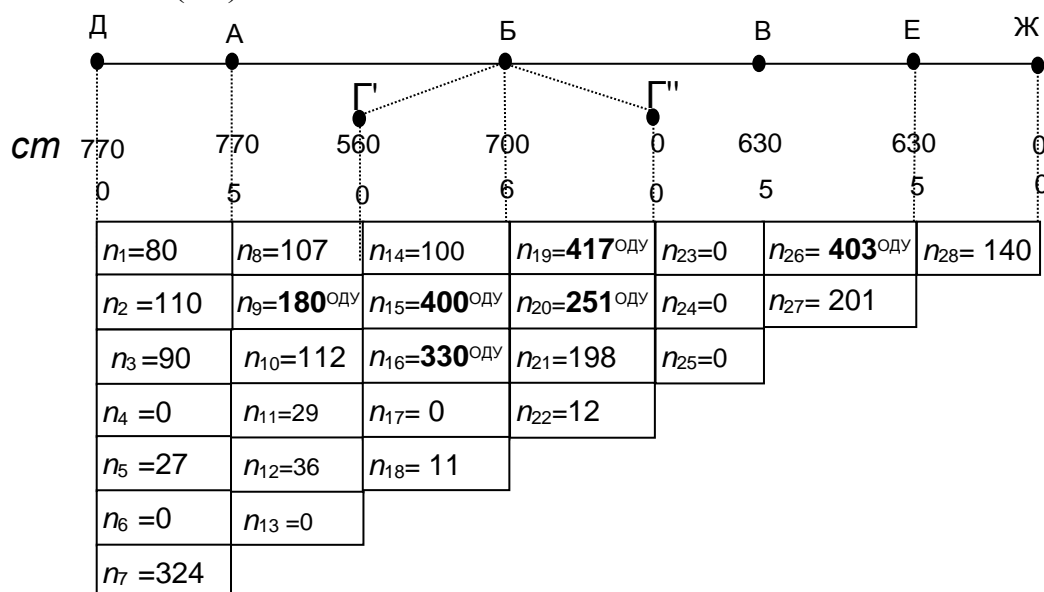


- 1)  $n_1 + n_2 + n_8 + n_9 + n_{14}$
- 2)  $n_1 + n_2 + n_8 + n_{14}$
- 3)  $n_{14}$
- 4)  $n_{14} + n_{16}$

## Тест № 54

## Задание: ВЫБОР

При построении графика возможных сквозных назначений струя вагонопотока ( $n_{12}$ ) может объединиться с ...



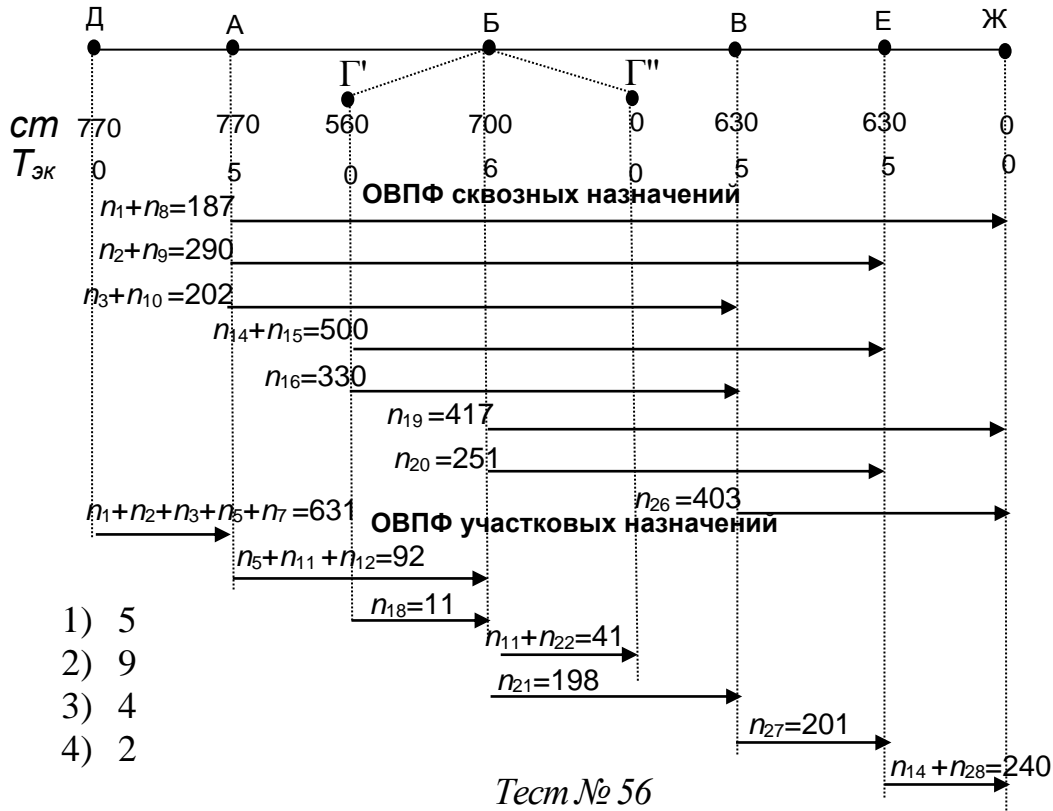
- 1)  $n_8 + n_9 + n_{10} + n_{11}$
- 2)  $n_8 + n_9 + n_{11}$

- 3)  $n_5$
- 4) нет таких струй вагонопотока

Тест № 55

Задание: ВЫБОР

Число назначений, формируемых по станции «Б», равно...

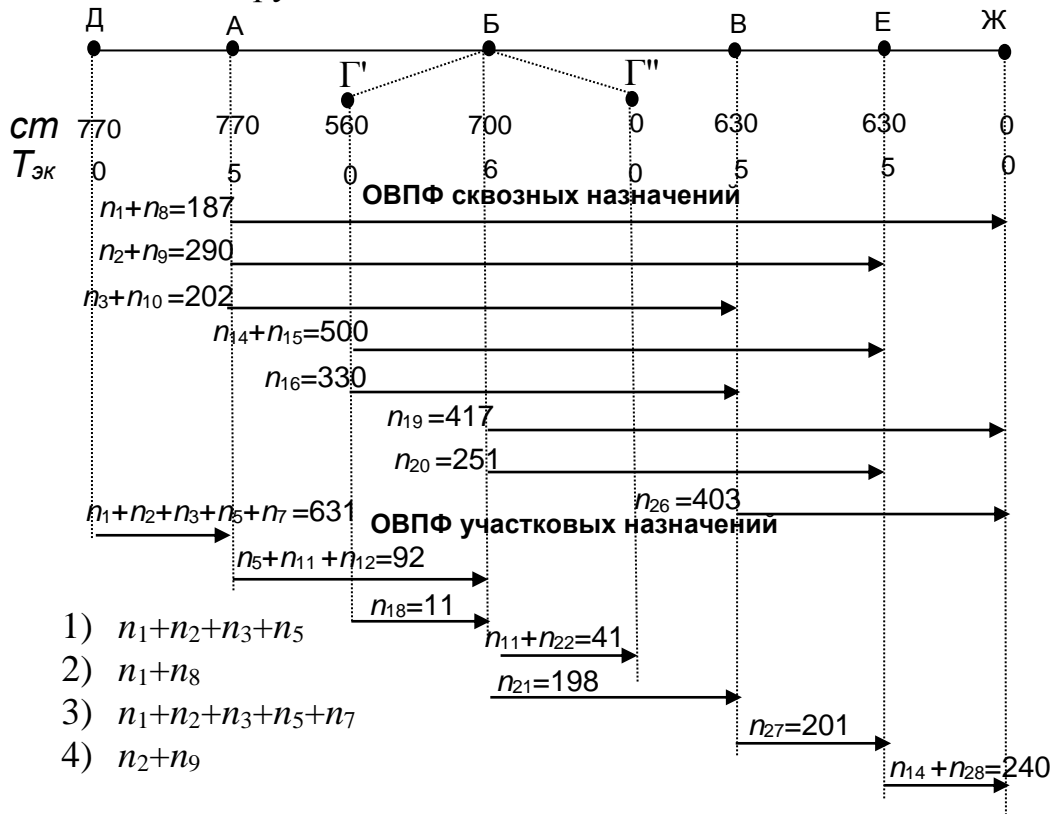


- 1) 5
- 2) 9
- 3) 4
- 4) 2

Тест № 56

Задание: ВЫБОР

Вагонопотоки ...перерабатываются на станции «А» и переходят из одних поездов в другие.



- 1)  $n_1+n_2+n_3+n_5$
- 2)  $n_1+n_8$
- 3)  $n_1+n_2+n_3+n_5+n_7$
- 4)  $n_2+n_9$

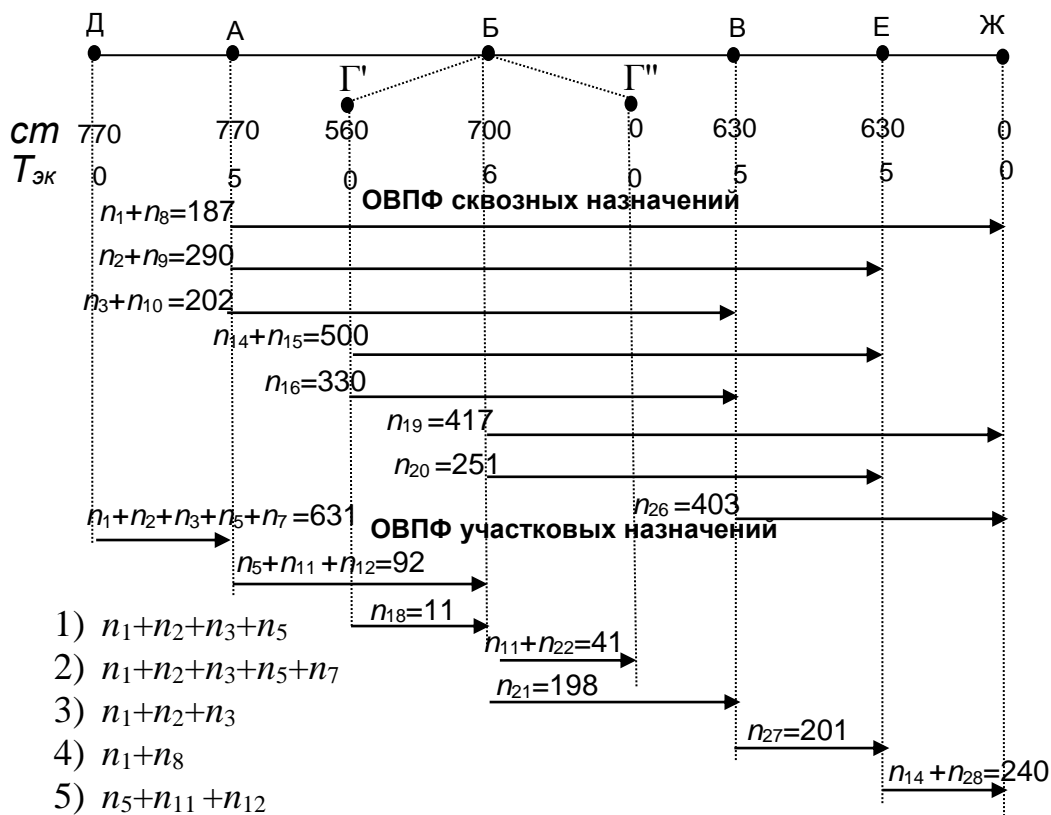


5)  $n_5+n_{11}+n_{12}$ 

## Тест № 57

## Задание: ВЫБОР

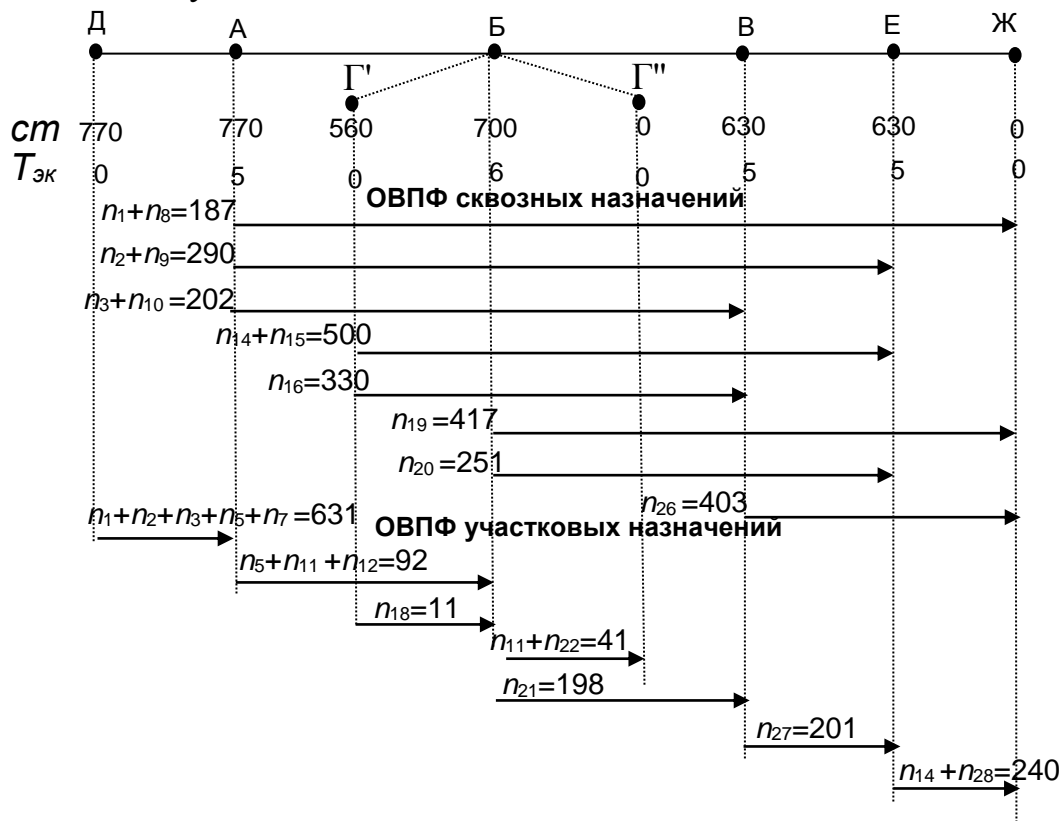
Вагонопотоки ...перерабатываются на станции «А» и переходят из участковых в сквозные назначения.



## Тест № 58

## Задание: ВЫБОР

Вагонопотоки ...перерабатываются на станции «А» и переходят из участковых в участковые назначения.

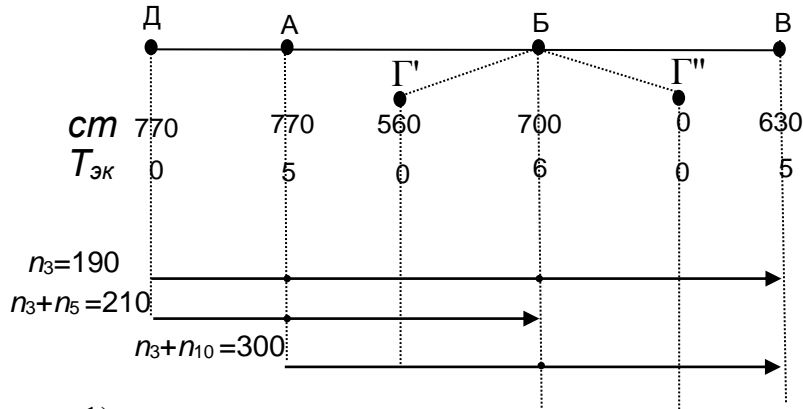


- 1)  $n_1+n_2+n_3+n_5$
- 2)  $n_1+n_2+n_3+n_5+n_7$
- 3)  $n_1+n_2+n_3$
- 4)  $n_5+n_{11}+n_{12}$
- 5)  $n_5$

## Тест № 59

## Задание: ВЫБОР

В оптимальный план формирования поездов после проверки на достаточное условие включены вагонопотоки....



## Проверка на НУ:

$$\sum n_i \sum T_{эк} - cm \geq 0$$

$$190 \cdot 11 - 770 = 1320$$

$$210 \cdot 5 - 770 = 280$$

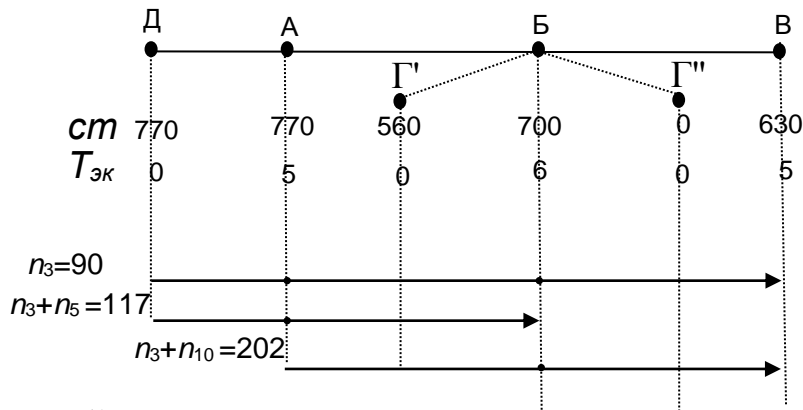
$$300 \cdot 11 - 770 = 2530$$

- 1)  $n_3+n_5+n_{10}$
- 2)  $n_3+n_{10}$
- 3)  $n_3+n_5$
- 4)  $n_3$

## Тест № 60

## Задание: ВЫБОР

В оптимальный план формирования поездов после проверки на достаточное условие включены вагонопотоки....



## Проверка на НУ:

$$\sum n_i \sum T_{эк} - cm \geq 0$$

$$90 \cdot 11 - 770 = 220$$

$$117 \cdot 5 - 770 = -185$$

$$202 \cdot 11 - 770 = 1452$$

- 1)  $n_3+n_5+n_{10}$
- 2)  $n_3+n_{10}$
- 3)  $n_3+n_5$
- 4)  $n_3$

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Организация вагонопотоков.....	5
1.1 Общие сведения о плане формирования.....	5
1.1.1 Назначение и задачи плана формирования поездов.....	5
1.1.2 Исходные данные для расчета плана формирования.....	6
1.1.3 Последовательность расчета плана формирования.....	7
1.1.4 Классификация грузовых поездов.....	7
1.1.5 Вес и длина грузовых поездов.....	11
1.1.6 Определение плановых вагонопотоков и их графическое изображение.....	12
1.1.7 Расчет плана формирования порожних вагонопотоков.....	15
1.1.8 Построение диаграммы груженых и порожних вагонопотоков.....	16
1.1.9 Расчет плана отправительской маршрутизации.....	17
1.1.10 Обеспечение выполнения плана формирования грузовых поездов.....	20
1.2 Распределение вагонопотоков по параллельным ходам.....	21
1.2.1 Общие положения.....	21
1.2.2 Определение капитальных затрат на поездной локомотивный парк.....	22
1.2.3 Капитальные вложения в инвентарный парк грузовых вагонов.....	22
1.2.4 Капитальные затраты в парк маневровых локомотивов.....	23
1.2.5 Определение эксплуатационных расходов.....	23
1.2.6 Выбор оптимального варианта распределения вагонопотоков по параллельным ходам.....	24
1.3 Основные понятия и принципы расчета плана формирования.....	24
1.3.1 Целесообразность выделения вагонопотока в самостоятельное назначение.....	24
1.3.2 Расчетные нормативы плана формирования.....	29
1.3.3 Определение длины составов поездов.....	29
1.3.4 Определение параметра накопления.....	29
1.3.5 Расчет экономии вагоно-часов от проследования технических станций без переработки.....	30
1.4 Основы расчета плана формирования одnogруппных поездов.....	32
1.4.1 Постановка вопроса о выборе оптимального варианта плана формирования одnogруппных поездов.....	32
1.4.2 Условия для выделения струи вагонопотока в отдельное назначение.....	33
1.5 Расчет плана формирования одnogруппных поездов способом совмещенных аналитических сопоставлений.....	36
1.5.1 Основные положения, принципы и сущность способа совмещенных аналитических сопоставлений расчета ПФ.....	36

1.5.2	Расчет оптимального плана формирования одногруппных поездов.....	37
1.5.3	Расчет ПФ одногруппных поездов с помощью ЭВМ.....	44
1.6	План формирования групповых поездов.....	46
1.6.1	Разновидности групповых поездов.....	46
1.6.2	Назначение групповых поездов без постоянной массы групп, не прикрепленных к определенным расписаниям.....	47
1.6.3	Назначение поездов с постоянным весом групп, не прикрепленных к определенным расписаниям.....	51
1.6.4	Назначение поездов без постоянной массы групп, прикрепленных к определенным расписаниям.....	53
1.6.5	Назначение поездов с постоянной массой групп, прикрепленных к определенным расписаниям.....	54
1.7	План формирования других категорий поездов и условия выполнения плана формирования.....	56
1.7.1	План формирования поездов из порожних вагонов.....	56
1.7.2	Методика расчета плана формирования поездов из однородного подвижного состава порожних вагонопотоков.....	57
1.8	План формирования участковых и сборных поездов.....	59
1.9	Установление окончательного варианта ПФ и обеспечение его выполнения. Показатели ПФ.....	61
1.10	План формирования поездов с изменением состава поезда в пути следования.....	62
1.10.1	Общие положения .....	62
1.10.2	ПФ поездов с уменьшением веса состава.....	62
1.10.3	ПФП с увеличением массы состава поезда.....	65
1.10.4	Определение эксплуатационных расходов при изменении состава поезда .....	67
2	Особенности разработки плана формирования в условиях малых объемов переработки вагонов.....	68
2.1	Общие положения.....	68
2.1.1	Основные требования к плану формирования в современный период.....	68
2.1.2	«Трехслойный» план формирования поездов.....	69
2.2	Особенности разработки плана формирования групповых поездов... ..	71
2.2.1	Эффективность формирования групповых поездов.....	71
2.2.2	Опыт организации групповых поездов.....	73
2.3	Особенности разработки плана формирования одногруппных поездов в современных условиях.....	77
2.4	Автоматизированная система организации вагонопотоков (АСОВ).....	79
2.5	Пример расчета плана формирования одногруппных поездов с целью ускорения доставки грузов с денежной оценкой вариантов....	82
3	Особенности системы организации вагонопотоков в условиях изменения структуры вагонного парка.....	90

3.1 Основные проблемы организации и продвижения вагонопотоков в условиях изменения плана формирования грузовых поездов на СКЖД.....	90
3.2 Особенности действующего плана формирования.....	96
3.3 Организация и продвижение вагонопотоков в морские порты Северо-Кавказской железной дороги.....	98
Библиографический список.....	102
Приложение.....	103

*Учебное издание*

**Зубков** Виктор Николаевич  
**Мусяенко** Нина Николаевна

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОЙ.  
ПЛАН ФОРМИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ**  
Часть 3

Редактор Н.С. Федорова  
Техническое редактирование и корректура Н.С. Федоровой

Подписано в печать 30.11.16. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 7,2.  
Тираж        экз. Изд. № 32. Заказ        .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

---

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового  
Полка Народного Ополчения, 2.

ISBN 978-5-88814-472-5



9 785888 144725