

Принцип организации и управления пассажирскими перевозками.

Лекция 12

План лекции

1. Основы организации пассажирских перевозок. Основные устройства и сооружения на станции.
2. Оптимальный вес и скорость движения дальних и местных поездов. Составы и композиция пассажирских поездов.
3. Определение количества и назначения пассажирских поездов, оборот состава. Расчет необходимого количества составов и вагонов.
4. Организация скоростного движения поездов.
5. Обслуживание поездов.
6. Особенности пригородного движения. Определение числа и размещение зонных станций. Определение числа пригородных поездов и распределение их по времени суток.
7. График движения пригородных поездов и пропускная способность пригородных линий. Маятниковое движение поездов на пригородных линиях.

1 Основы организации пассажирских перевозок. Основные устройства и сооружения на станции

Пассажирские станции предназначены для обслуживания пассажиров и выполнения операций с пассажирскими поездами различных категорий. Все операции, выполняемые на пассажирских станциях, подразделяются на два основных вида:

- **1) технические операции** состоят в приеме и отправлении пассажирских поездов, подготовке составов в рейс для перевозки пассажиров, техническом осмотре и снабжении составов транзитных поездов.
- **2) операции по обслуживанию пассажиров.**

Для обслуживания пассажиров, обработки составов пассажирских и пригородных поездов предназначены пассажирские комплексы. Пассажирские комплексы включают:

- пассажирские станции, имеющие пути для приема и отправления поездов, пассажирские платформы для посадки и высадки пассажиров;
- вокзальные комплексы, включающие здание вокзала со всеми необходимыми устройствами, привокзальную площадь;
- технические станции (технические парки) для технического обслуживания, ремонта и экипировки пассажирских составов.

В пассажирские комплексы могут так же включаться:

- парки отстоя резервных составов,
- пассажирские локомотивные и вагонные ремонтные предприятия,
- соединительные, ходовые, вытяжные и прочие пути,
- локомотивное и вагонное хозяйство,
- устройства автоматики, связи, освещения, водоснабжения, канализации

Классификация пассажирских вокзалов:

1) по условиям размещения на железнодорожной линии:

- **конечные (тупиковые)** - на которых основная часть пассажиров заканчивает поездку на железнодорожном транспорте;
- **узловые** - расположенные в местах пересечений или примыканий нескольких железнодорожных линий, в которых значительная часть пассажиров совершает пересадки.

2) в зависимости от категорий обслуживаемых пассажиров:

- **раздельные** - для каждой категории пассажиров предусмотрены отдельные линии их пропуска - вокзалы дальнего следования и вокзалы региональные;
- **комбинированные** - для совместного обслуживания пассажиров; каждой категории пассажиров выделяют некоторые самостоятельные (раздельные) элементы вокзала, например, пассажирские здания, павильоны, платформы;
- **единые (общие)** для совместного обслуживания всех категорий пассажиров, при этом все элементы вокзала эксплуатируют совместно.

3) по расположению в плане пассажирского здания, платформ, железнодорожных путей вокзалы подразделяют на типы:


- **боковой (береговой)** – здание (павильон) располагают с внешней стороны перронных путей (Витебск, Жлобин и др.);
- **островной** – здание (павильон) располагают на платформе между перронными путями (вокзалы на станции Орша-Центральная);
- **тупиковый** – пассажирское здание и примыкающую к нему лобовую распределительную П- или Г-образную платформу располагают поперек тупиковых путей и платформ (Киевский, Ярославский вокзалы в Москве);
- **руслевой** (надпутный или подпутный) – пассажирское здание располагается над или под железнодорожными путями и пассажирскими платформами (применяют в условиях стесненной городской застройки и на сложном рельефе местности);
- **комбинированный** - сочетающий в себе признаки нескольких типов вокзалов.

4) по расположению привокзальной площади, пассажирского здания и платформы по вертикали выделяют следующие типы вокзалов:

- **горизонтальный** – привокзальная площадь, пассажирское здание (пол первого этажа) и платформы на одном уровне.
- **пониженный** – привокзальная площадь и пассажирское здание ниже платформ примерно на этаж;
- **повышенный** – привокзальная площадь и пассажирское здание выше платформ примерно на этаж;
- **многоуровневый** – когда площадь, здание и платформы находятся в нескольких уровнях, в том числе непосредственно друг над другом.

5) в зависимости от расчетной вместимости и среднесуточного расчетного потока пассажиров вокзалы подразделяются:

- на малые – до 200 пассажиров;
- средние – от 200 до 700;
- большие – от 700 до 1500;
- крупные – свыше 1500.



Для обслуживания пассажиров на технических станциях предусматриваются специальные устройства: пассажирские здания, платформы для посадки и высадки, переходы через пути, багажные и почтовые устройства, привокзальная площадь.

На железнодорожных станциях платформы, как правило, сооружаются низкими – высотой 0,2 м над головкой рельса. Это создает большие удобства при техническом осмотре проходящих пассажирских поездов. При обращении моторвагонных поездов без подножек платформы могут проектироваться высокими.

На станциях длина пассажирских платформ для дальнего движения должна приниматься до 500 м, регионального – до 300 м. На существующих станциях длина платформ составляет 250 – 400 и 200 – 250 м соответственно.

Ширина платформ на станциях зависит от их назначения: основной платформы у пассажирского здания — не менее 6 м, а на остальном протяжении — не менее 4 м.

Переходы соединяют пассажирские платформы с вокзалом и при вокзальной площадью.

В зависимости от интенсивности движения переходы устраивают на уровне рельсов в виде асфальтированных или деревянных дорожек и тоннелей.

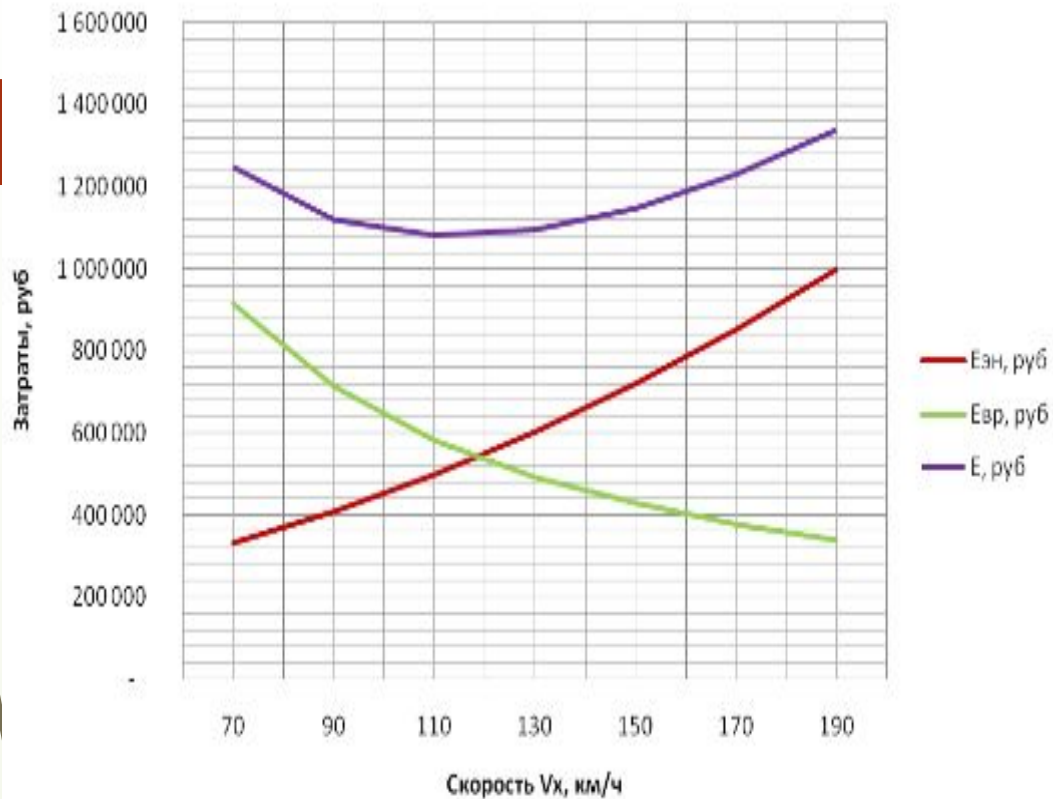
2 Оптимальный вес и скорость движения дальних и местных поездов. Составы и композиция пассажирских поездов.

Для нахождения оптимальной массы и скорости движения поездов должны быть выполнены технико-экономические расчеты. При этом необходимо учитывать затраты на потребный парк локомотивов, содержание локомотивных бригад, электроэнергию (топливо) и ремонтные работы, потребное усиление пропускной способности линии, удлинение станционных путей и платформ, развитие вагонных экипировочных депо и др.

При заданном техническом оснащении линии наибольшее влияние на скорость и массу оказывают стоимость одного поездо-часа и одного тонно-километра работы локомотива.

$$E = \left\{ (P + Q)(\omega_0 + i_s)10^{-3}L + 3,8(P + Q)(\alpha V_x)^2 10^{-6} K_{ост} \right\} \cdot C_{т-км} + \frac{L}{\beta_m V_x} \cdot C_{п-ч}$$

Оптимальные весовые нормы и скорость движения поездов могут быть установлены для всех возможных категорий поездов и их композиций при различной расчетной населенности, заданной длине станционных путей и мощности локомотива по минимуму приведенных затрат, учитывающих изменяющиеся в различных вариантах капиталовложения и эксплуатационные расходы.



Полученные массу и скорость проверяют по ряду требований:

- 1) Соответствие мощности заданного локомотива по условию трогания с места
- 2) Соответствие мощности локомотива оптимальной ходовой скорости проверяют, исходя из технико-экономических расчетов

$$Q_{пкс} = \frac{3600 \cdot N_{л} - P(w'_0 + i_3) \cdot v_x^{пкс}}{(w''_0 + i_3) \cdot v_x^{сп}}$$

- 3) Соответствие длины поезда длине пассажирских платформ на станциях рассматриваемого направления

КОМПОЗИЦИЯ СОСТАВОВ

- Расположение определенного числа вагонов в пассажирском поезде вагонов различных типов называется - **композицией состава или схемой формирования**. Композиция устанавливается с учетом нормы массы и категории поездов, типов включаемых в состав вагонов, мощности и характера пассажиропотоков на данном направлении.
- Композиция выбирается в зависимости от длины поезда, дальности следования и его категории. Включение в состав поезда того или иного типа вагона, зависит как, от категории поезда, так и от дальности его следования. Так в дальние поезда, следующие на большие расстояния, включаются вагоны со спальными местами и лучшим оборудованием, а в поезда, следующие на короткие расстояния, вагоны с местами для сидения.
- Пассажирские поезда в зависимости от расстояния следования подразделяются на дальние (прямые), следующие на расстояния свыше 1000 км.; местные-250км до 1000 км.; пригородные - до 250км. Дальние и местные поезда делятся на скорые и пассажирские. Указанные категории поездов отличаются друг от друга по массе, скорости следования, количеству остановок, числу и категориям вагонов, включаемых в состав, населенности состава, удобствам, создаваемым для пассажиров.

Тип вагона	Число вагонов	Количество мест в вагоне	Масса вагона, т	Общая численность населения, человек	Общая масса, т
Б	1	-	60	-	60
ПЛ	4 (7)	54	57	216 (378)	228 (399)
К	8	36	56	288	448
КР	1	28/8	56	28/8	56
СВ	1	18	64	18	64
Итого	15(18)	-	-	550/8 (712/8)	856 (1027)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Б	ПЛ	ПЛ	ПЛ	К	К	К	К	КР	СВ	К	К	К	К	ПЛ	ПЛ	ПЛ	ПЛ

3 Определение количества и назначения пассажирских поездов, оборот состава. Расчет необходимого количества составов и вагонов.

Основой при определении размеров движения пассажирских поездов являются **пассажиропотоки**.

Для определения числа и назначений пассажирских поездов необходимо знать **густоту** пассажиропотоков на каждом участке сети железных дорог.

Густота пассажиропотоков рассчитывается на основе построения диаграммы пассажиропотоков или с помощью таблицы пассажиропотоков путем суммирования мощностей корреспонденции пассажиропотоков по участкам железных дорог.

Размеры движения определяются **по наибольшей величине расчетного пассажиропотока в четном или нечетном направлении**

При определении размеров пассажирского движения учитывают также **пропускную способность** линии.

В связи со значительными изменениями мощности пассажиропотока размеры движения определяют на летний и зимний периоды.

Размеры движения дальних и местных пассажирских поездов **зависят:**

- от мощности пассажиропотока на рассматриваемом направлении;
- категории пассажирских поездов и дальности их следования;
- композиции и вместимости состава поезда;
- весовых норм пассажирских поездов;
- желательной частоты движения поездов (особенно местных);
- административно-хозяйственного, культурного или курортного значения конечных и промежуточных населенных пунктов, расположенных на линии следования пассажирских поездов.
- Размеры движения пассажирских поездов определяются по **максимальной густоте пассажиропотоков** между железнодорожными станциями формирования и оборота пассажирских поездов.

$$N = \frac{A_{\text{год}} \cdot k_{\text{н}}}{365 \cdot a}$$

- **Оборотом состава пассажирского поезда** называется время в сутках от момента отправления пассажирского поезда со станции приписки до следующего его отправления с этой же станции.

$$Q_c = \frac{1}{24} (T'_M + T''_M + t_{об} + t_{ос})$$

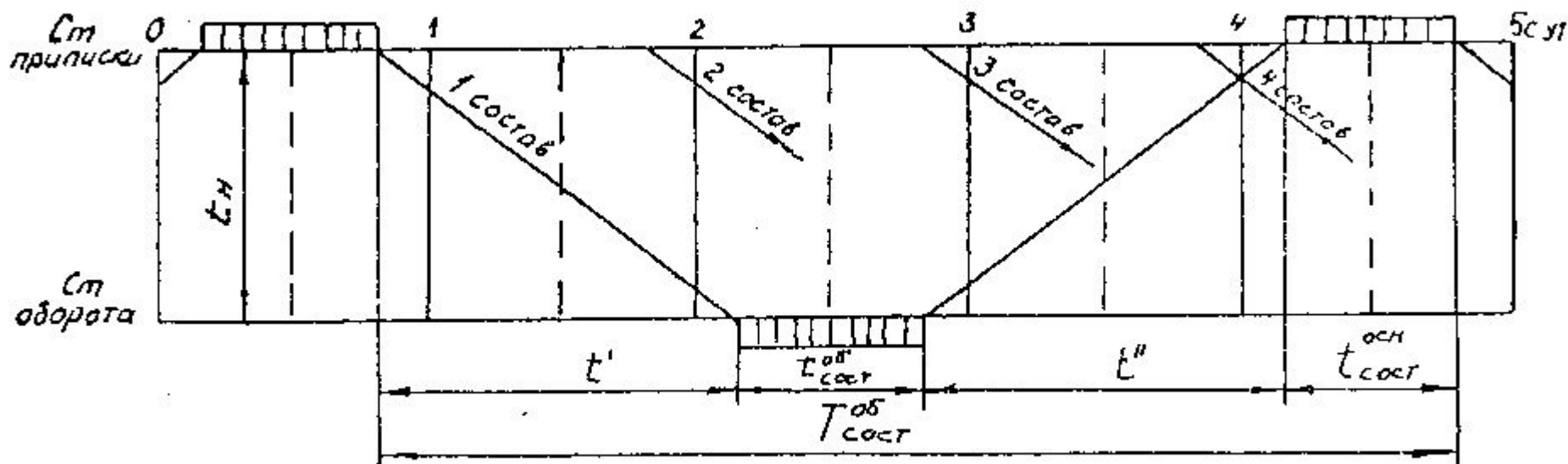


Рис. 1.6. График оборота пассажирских составов

- **Потребное количество составов** для организации пассажирского движения определяется для международных, межрегиональных и региональных поездов.
- Количество составов для обслуживания всех поездов i -й категории рассчитывается по формуле

$$n_{c_i} = \theta_{c_i} \cdot N_{\text{пас}_i},$$

- Рабочий парк пассажирских вагонов для i -й категории поездов

$$m_{p_i} = \sum m_i \cdot n_{c_i},$$

- **Инвентарный парк пассажирских вагонов** учитывает долю нерабочего парка ($\alpha_{\text{нр}}$) и оперативного резервного вагона ($\alpha_{\text{рез}}$)

$$m_{\text{ин}} = m_{\text{р.об}} \left(1 + \alpha_{\text{нр}} + \alpha_{\text{рез}} \right).$$

4 Организация скоростного движения поездов.

Максимальная скорость движения устанавливается исходя из:

- конструктивной скорости пассажирских локомотивов,
- состояния пути,
- допустимой скорости для пассажирских вагонов с учетом конструкции тормозов,
- важности пассажирского направления и категорий обращающихся на данном направлении пассажирских поездов.

Обслуживание поездов:

1) на станциях остановки (транзитные поезда)

- Обработка транзитных поездов без смены локомотива на станции их остановки
- Обработка транзитного поезда со сменой локомотива и частичной экипировкой вагонов
- Обработка транзитного поезда с отцепкой групп вагонов

2) на станциях оборота и приписки

- Обработка поездов на станциях приписки и оборота

5 Организация обслуживания поездов

Обслуживание поездов:

1) на станциях остановки (транзитные поезда)

- Обработка транзитных поездов без смены локомотива на станции их остановки
- Обработка транзитного поезда со сменой локомотива и частичной экипировкой вагонов
- Обработка транзитного поезда с отцепкой групп вагонов

2) на станциях оборота и приписки

- Обработка поездов на станциях приписки и оборота


6 Особенности пригородного движения.

Сокращение мощности регионального пассажиропотока по мере удаления от города, резкие спады его на участке в местах расположения крупных населенных пунктов вызывают необходимость деления регионального участка на части, называемыми **региональными зонами**.

В этом случае часть **региональных поездов следует до определенных станций**, обслуживая пассажиропоток назначением до этих станций или ближайших к ним станций. Такие станции на региональном участке называются **зонными станциями**.

Факторы, влияющие на определение протяженности региональных зон:

- ☐ удобства обслуживания региональных пассажиров, в первую очередь сокращение времени на проезд;
- ☐ наличие пунктов массовой посадки-высадки региональных пассажиров;
- ☐ обеспечение эффективного использования технических средств региональной линии, в том числе подвижного состава;
- ☐ минимизация затрат железной дороги на региональные перевозки пассажиров – снижение себестоимости региональных перевозок.




Для выбора оптимального количества зон намечается несколько вариантов, которые сравниваются по следующим показателям:

- затратам пассажиро-часов на проезд и ожидание поезда;
- размерам поездных пробегов;
- расходам на постоянные устройства (зонные станции) и подвижной состав;
- эксплуатационным расходам (содержание штата, амортизационные отчисления и т.п.).

Расчет числа зон

$$Z = \sqrt{\frac{\Pi t_{\text{ост}} A_{\text{час}}}{a_{\text{п}}}}$$



Размеры движения региональных поездов **распределяются по часам суток** (за вычетом 4–5 часов ночного времени).

Общие размеры движения региональных поездов распределяются по часам суток по прибытию на головную станцию участка и по отправлению с нее. При распределении поездов по часам суток учитывается время начала и конца работы или занятий на предприятиях, в учебных заведениях.

Утром следует обеспечить прибытие региональных поездов к началу работы – к 7–9 часам, особенно к 8 часам. Кроме того, надо обеспечить привоз рабочих, которые начинают работу в 16; 20 и 24 часа. Поезда должны прибывать за 30–40 мин до начала работы.

Наибольшее количество пассажиров отправляется с головной станции в период с 17 до 20 часов. Также надо обеспечить выезд рабочих, которые заканчивают работу в 7; 8; 20 и 24 часа. Региональные поезда должны отправляться через 40–50 мин после окончания рабочего дня или смены. В часы «пик» утреннего прибытия (с 7 до 9 часов) и вечернего отправления (с 17 до 20 часов) сосредоточивается до 35–40 % суточного количества поездов. На дневной период (с 10 до 17 часов) приходится 35–40 %, а на вечерний и ночной периоды – 20–30 %.

При **небольшом числе поездов** для обеспечения необходимой частоты движения по зонам целесообразно применять параллельный график движения региональных поездов.

При **значительном числе поездов**, особенно в часы «пик», следует организовать региональное движение по непараллельному графику, на котором должны прокладываться в порядке чередования «скороходы» и «тихоходы».

7 График движения пригородных поездов и пропускная способность пригородных линий.

Региональное движение может быть организовано с применением **параллельного, шахматного, елочного или непараллельного** графика.

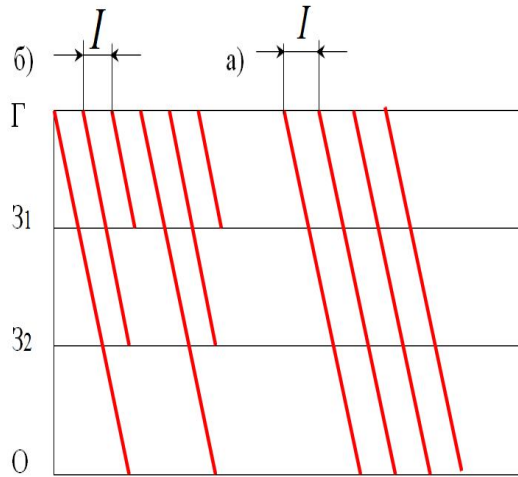
- При **параллельном** графике все региональные поезда следуют с одинаковой скоростью.
- **Однозонный** параллельный график применяется на участках с малыми размерами регионального движения, когда интервалы между региональными поездами значительны.
- **Зонный** параллельный график применяется при больших спадах пассажиропотока по отдельным пунктам регионального участка.

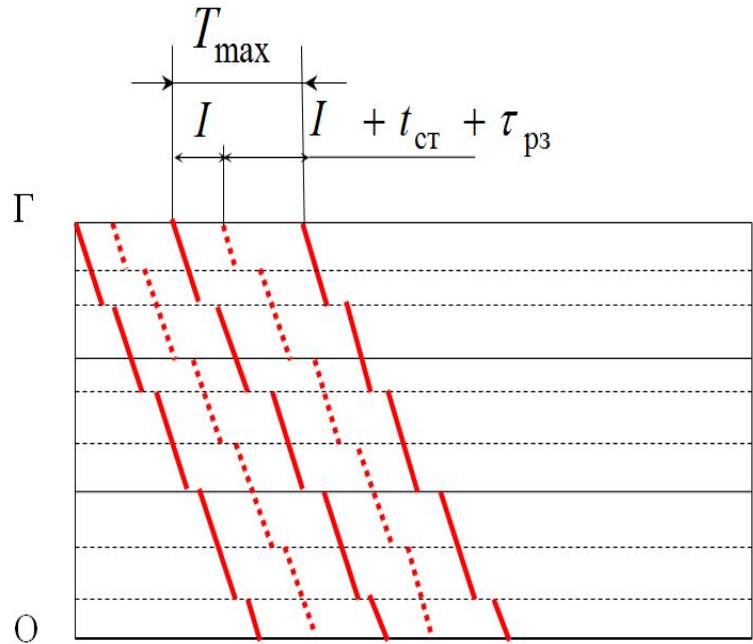
преимущество: - минимальная потребность пропускной способности для его реализации.

недостаток: - существенное снижение участковой скорости, а следовательно, увеличение эксплуатационных затрат.

Пропускная способность параллельного графика за час интенсивного движения

$$N_{\text{пар}}^{\text{ч}} = \frac{60}{I}$$





- **Шахматный** график является разновидностью параллельного графика. Шахматный график предусматривает чередование остановок региональных поездов на участке.
- Шахматный график имеет преимущества и недостатки такие же, как и у параллельного графика.

Период шахматного графика равен

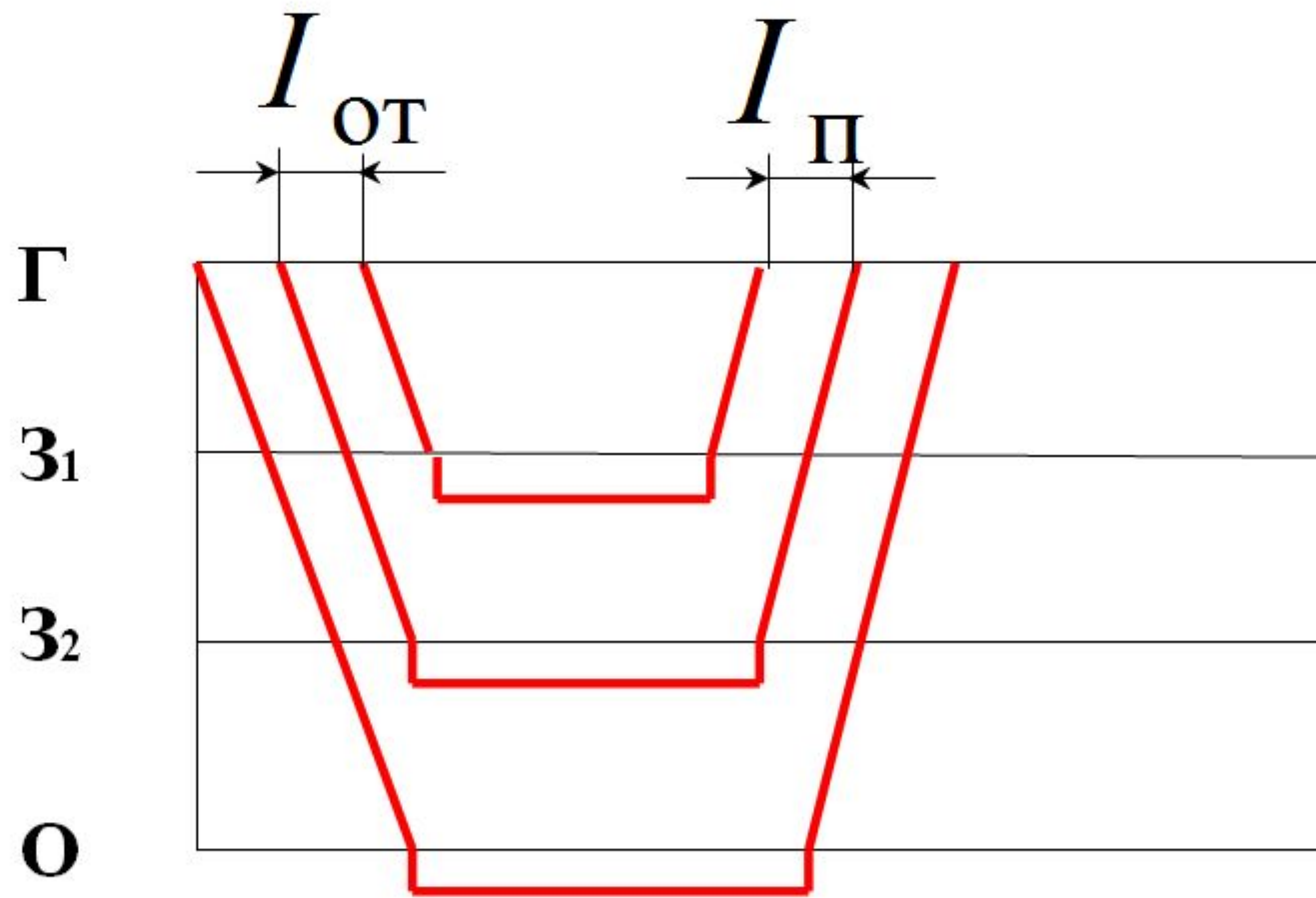
$$T_{\max} = 2I + t_{\text{ст}} + \tau_{\text{рз}}$$

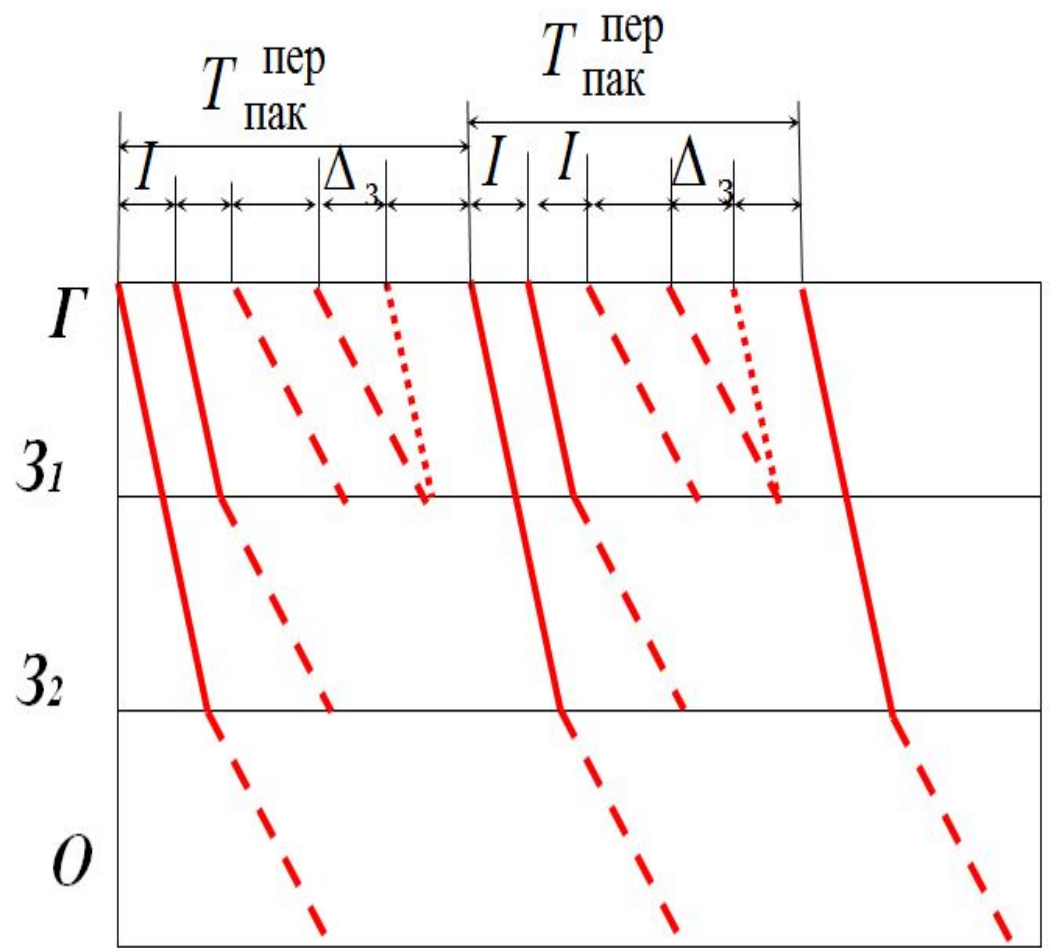
Часовая пропускная способность

$$N_{\text{час}}^{\text{нп}} = \frac{60k}{T_{\text{пер}}} = \frac{60k}{2I + t_{\text{ст}} + \tau_{\text{рз}}}$$

Елочный график является разновидностью параллельного графика.

Может быть применен на однопутных региональных участках, когда требуется в течение определенного времени организовать пропуск поездов только в одном направлении.





□ **Зонный непараллельный** график движения региональных поездов предусматривает их следование по зонам с различными скоростями.


Каждый поезд обслуживает свою определенную зону, останавливаясь здесь на каждом остановочном пункте, а другие зоны, как правило, проходит без остановки.

Поезд, проходящий одну зону или несколько зон без остановки, называется **«скороходом»**, а поезд, имеющий на данной зоне остановки, - **«тихоходом»**.

Для связи пассажиропотока внутри участка, а также в периоды спада пассажиропотока **отдельные поезда назначаются с остановками по всем пунктам от первой до последней зоны.**

Часовая пропускная способность

$$N_{\text{час}}^{\text{нп}} = \frac{60k}{kI + \Delta_3} = \frac{60}{I + \frac{\Delta_3}{k}}$$



Маятниковое движение может быть организовано на железнодорожных диаметрах, т. е. линиях, которые проходят «насквозь» через центральные районы города.

При этом головная станция сквозного типа обслуживает два и более пригородных участков, сходящихся к ней. Пригородные поезда, прибывающие с одного участка, проходят на следующий без отстоя или оборота в центральной части города. Оборот составов производится на зонных станциях. При этом в черте города поезда могут останавливаться чаще и, следовательно, скорость их меньше, чем на внешнегородских участках.

Но отсутствие отстоя составов и их оборота на головной станции позволяет значительно лучше использовать подвижной состав и обслуживать внутригородские перевозки. При маятниковом движении нет необходимости содержать или развивать в центре города технические парки для стоянки, экипировки пригородных составов, целесообразнее выносить их на зонные станции. Вследствие неравномерного распределения пригородных поездов по часам суток обычно по маятниковому графику следуют не все поезда, а только часть их.