

540
МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ИМ. Ф. Э. ДЗЕРЖИНСКОГО

Кафедра изысканий и проектирования железных дорог

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ МАССЫ
ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ**

**Методические указания к курсовому
и дипломному проектированию**

Москва — 1988

М.У.

№ 540

01 79562

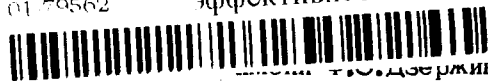
Уч.1

Технико-экономическая
эффективность повышения

НИИ СССР

намени
транспорта

540



И.О.Дзержинского

Кафедра изысканий и проектирования железных дорог

Утверждено
редакционно-издательским
советом института

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ МАССЫ
ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Методические указания к курсовому,
и дипломному проектированию
для студентов специальности
"СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ПУТЬ
И ПУТЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО"

Москва - 1988

УЧЕБНАЯ
БИБЛИОТЕКА
МФТА

Методические указания составили преподаватели МИИТа: Ю.А.Быков, Л.В.Элькина, И.Г.Переселенкова.

Рецензенты: канд.техн.наук С.М.Гончарук, зав.кафедрой "Изыскания и проектирование ж.д." ХаБииЖТа; инж. А.А.Кочерыгин, гл.инж. проекта ГипротрансТЭИ МПС.

1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ СРЕДНЕЙ МАССЫ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Важнейшая задача освоения растущих перевозок — дальнейшее увеличение провозной и пропускной способности грузонапряженных направлений. Усиление их технического оснащения требует проведения капитальных реконструктивных мероприятий. На двухпутных линиях это, как правило, — увеличение длины приемо-отправочных путей, введение более мощных локомотивов и строительство третьих главных путей. На однопутных линиях — укладка дополнительных главных путей, электрификация, удлинение путей и др.

Однако осуществить эти реконструктивные меры, направленные на изменение параметров постоянных устройств, в короткие сроки невозможно. Для их проведения необходимы значительные ресурсы. В этих условиях обеспечить на первом этапе возрастающие размеры перевозок могут мероприятия, которые предусматривают совершенствование методов организации движения и увеличения средней массы грузовых поездов. Они позволяют благодаря увеличению возможной провозной способности при существующем комплексе постоянных устройств устойчиво перевозить грузы до осуществления реконструкции этих устройств, а в ряде случаев и отдалить срок проведения таких работ.

Величина этого срока Δt при полностью использованной пропускной способности линии зависит от темпов увеличения потребных размеров перевозок $\dot{b}$, млн. т/г, размеров грузового движения $n_{гр}$, прироста среднего веса нетто $\Delta Q_{ср}$. На рис. 1 представлена графическая зависимость Δt от прироста $\Delta Q_{ср}$ при различных значениях $\dot{b}$:

а) для двухпутной линии при $\Pi_{2p} = 80$ поездов/сутки, отношение массы состава нетто к брутто $\gamma = 0,68$;

б) для однопутной линии при $\Pi_{1p} = 24$ пар поездов/сутки, $\gamma = 0,68$.

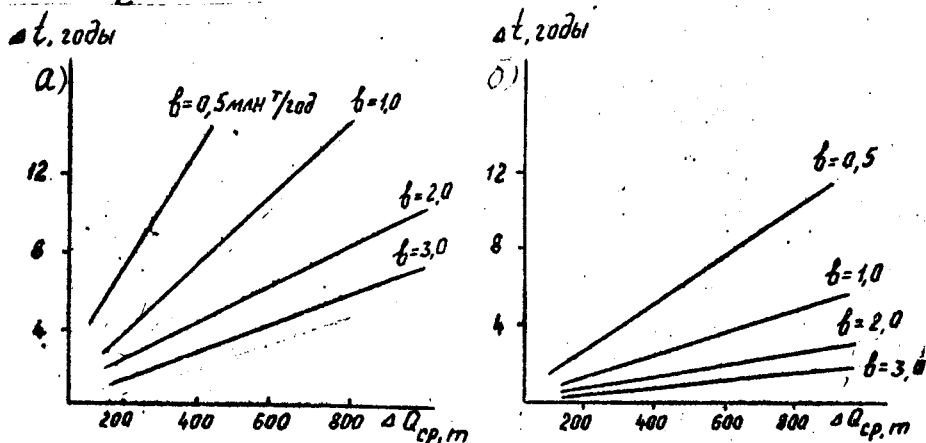


Рис. 1. Зависимость $\Delta t (\Delta Q_{ср})$

Из этого рисунка следует, что на двухпутных линиях, при больших размерах грузовых перевозок, за счет увеличения средней массы грузовых поездов можно существенно отдалить срок проведения реконструктивных мероприятий. На однопутных линиях срок отдаления таких мероприятий составляет не более 2-3 лет (при темпах роста перевозок 1-3 млн. т/г.). Вместе с тем, в период проведения строительных работ по реконструкции однопутных линий, обеспечение потребного объема перевозок может и здесь осуществляться за счет мероприятий, направленных на увеличение средней массы грузовых поездов.

1.1. Возможные мероприятия для увеличения средней массы грузовых поездов

Повышение средней массы грузовых поездов может быть обеспечено за счет организации пропусков:

дифференцированных (параллельных) по родам груза норм массы при существующем типе локомотива за счет таких организационно-технических мероприятий как отмена остановок, применение толкачей на отдельных перегонах[1];

дифференцированных по родам груза норм массы поездов с усиленной тягой при существующей длине приемо-отправочных путей. Эти два мероприятия являются эксплуатационной мерой увеличения средней массы грузовых поездов;

дифференцированных по родам груза норм массы поездов с усиленной тягой при одновременном удлинении приемоотправочных путей на части раздельных пунктов. Это мероприятие является также эксплуатационной мерой на базе проведения минимальных работ по переустройству части раздельных пунктов;

части соединенных груженных и порожних поездов, как самостоятельного мероприятия, так и наряду с дифференциацией норм массы по родам грузов. Для осуществления этого варианта, наряду с изменением технологии перевозочного процесса, требуется проведение работ по сооружению дополнительных станционных путей на сортировочных и участковых станциях и на части промежуточных станций.

Эффективность указанных способов увеличения средней массы грузовых поездов зависит от характеристик существующего профиля и плана, тягового обеспечения, путевого развития, раздельных пунктов, размеров и структуры грузопотока и других факторов.

1.1.1. Применение дифференцированных по родам груза норм массы составов

Организация пропуска дифференцированных по родам груза норм массы составов при существующем локомотиве и осуществлении организационно-технических мероприятий, направленных на увеличение кинетической энергии поезда, или при усиленной тяге, может обеспечить увеличение средней массы грузовых поездов только в тех случаях, когда принятые на участках железных дорог унифицированные нормы массы ограничены мощностью локомотива,

а существующая длина приемо-отправочных путей для грузового полновесного поезда, недоиспользуется. Если на таких участках в составе грузопотока имеет место большое содержание "тяжелых" грузов (уголь, руда, нефть), перевозимых маршрутами, то за счет применения организационно-технических мероприятий (отмена остановок, применение толкачей и т.п.) или усиления тяги можно обеспечить пропуск полносоставных поездов с "тяжелыми" грузами и соответственно увеличить среднюю массу грузовых поездов.

Норма массы поездов с "тяжелыми" грузами может быть определена по формуле

$$Q_T = P_T (L_{no} - \alpha), \quad (1.1)$$

где P_T - погонная масса при перевозке "тяжелых" грузов (значение погонной массы для различных грузов приведено в прилож.);

L_{no} - длина приемо-отправочных путей;

α - величина, учитывающая длину локомотива и допуск 10 м на установку поезда,

$$\alpha = m_n L_n + 10,$$

где m_n - число локомотивов;

L_n - длина локомотива.

При этом средняя масса груженых поездов с "легкими" грузами (все грузы за вычетом "тяжелых") определяется по формуле

$$Q_{-p} = P_{np} (L_{no} - \alpha) \leq Q_n, \quad (1.2)$$

где P_{np} - средневзвешенная погонная масса при перевозке грузов за вычетом тяжелых;

Q_n - норма массы ограниченная мощностью локомотива.

Средневзвешенная погонная масса может быть определена по формуле

$$P_{np} = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\gamma_i}}{\sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\gamma_i P_i}}$$

где m - количество родов грузов ("без тяжелых");

G_i - грузопоток по родам грузов;

P_i - погонная масса по родам грузов (прилож., таблица);

γ_i - отношение массы вагонов нетто к брутто по родам грузов (прил., таблица).

Эффективность пропуска дифференцированных норм массы во многом определяется использованием дополнительной мощности локомотива (в случае усиления тяги). В связи с этим, если при существующей длине приемо-отправочных путей мощность дополнительного локомотива используется менее, чем на 50%, то целесообразно рассмотреть вариант пропуска дифференцированных норм массы при одновременном удлинении приемо-отправочных путей.

При этом необходимо определить количество раздельных пунктов, на которых, в первую очередь, следует удлинить пути для пропуска поездов повышенной массы. Это сортировочные и участковые станции участка железной дороги и часть промежуточных раздельных пунктов, число которых может быть определено по формулам:

для однопутной линии -

$$K_y = \frac{\frac{n^{пов} L}{V_{гр}} \left(\frac{1}{\beta} - \Delta \right) - 12\beta(1-\Delta)}{24} + 1, \quad (1.3)$$

где $n_{гр}^{пов}$ - число поездов повышенной массы, пар поездов в сутки;

L - длина участка, км;

$V_{гр}$ - скорость следования грузовых поездов, км/ч;

β - коэффициент участковой скорости грузовых поездов повышенной массы;

Δ - отношение времени хода пассажирского поезда к грузовому;

для двухпутной линии -

$$K_{\text{пл}} = \frac{60 L}{V_{2p}} \frac{\left(1 - \frac{1}{n}\right)(1 - \Delta)}{T_{pc}} + 1, \quad (1.4)$$

где n - число перегонов;

T_{pc} - интервал между поездами повышенной массы, мин,

$$T_{pc} = \frac{1440}{n_{2p}^{\text{пов}}},$$

где $n_{2p}^{\text{пов}}$ - количество поездов повышенной массы.

Число удлиняемых путей можно принять следующим:

на сортировочных и участковых станциях в размере 50% от общего количества путей;

на промежуточных станциях по два приемо-отправочных пути (как на однопутной, так и на двухпутной линиях).

1.1.2. Пропуск по участку соединенных грузовых поездов

Пропуск по участку соединенных грузовых поездов - эффективное мероприятие по увеличению средней массы грузовых поездов. В условиях, когда принятая на участке железной дороги норма массы ограничена не мощностью локомотива, а длиной приемо-отправочных путей, это мероприятие является единственным, обеспечивающим увеличение средней массы грузовых поездов, так как введение дифференцированных норм массы в таких условиях не обеспечивает увеличение средней массы.

Масса таких поездов может составлять до 8000 т с числом осей до 400 с постановкой локомотива в голове и середине состава с использованием пневматической синхронизации управления тормозами и массой 12000 т с числом осей от 400 до 540 с объединением тормозной магистрали. При соединении грузовых поездов из порожних вагонов с постановкой локомотива в голове поезда число осей не должно превышать 400+480. С постановкой локомотива в

голове и середине длина порожних составов может быть от 480 до 780 осей при обязательном объединении тормозной магистрали [2].

При расчете наличной пропускной способности участков, на которых обращение соединенных поездов является системой организации движения, необходимо учитывать как изменение в технологии работы линии, так и их техническое развитие.

Как показали выполненные во ВНИИЖТе МПС исследования [3], организация обращения соединенных поездов оказывает существенное влияние на продолжительность занятия ограничивающего перегона на однопутной линии из-за снижения ходовой скорости, которое в среднем составляет 10-15%, и увеличения станционных интервалов в среднем на 30%. Расчетами ВНИИЖТа установлено, что период непакетного графика при обращении сдвоенных поездов возрастает примерно на 15% по сравнению с графиком движения одиночных поездов.

На двухпутных линиях относительное изменение межпоездного интервала при движении соединенных поездов, по сравнению с интервалом между одиночными поездами, составляет примерно 30%.

Кроме этого при обращении соединенных поездов как на однопутных, так и на двухпутных линиях на 5-6% снижается, по сравнению с действующей инструкцией по расчету пропускной способности [4], значение коэффициента надежности работы технических устройств.

С учетом этого наличная пропускная способность линий, на которых обращаются соединенные поезда, определяется по формулам:

для однопутной линии при непакетном графике -

$$\eta_n = \frac{(1440 - t_{\text{тех}}) \alpha_n K_2}{T_{\text{пер}} K_1}, \quad (1.5)$$

где $T_{\text{пер}}$ - период непакетного графика при движении одиночных поездов;

K_1 - коэффициент, учитывающий увеличение периода графика при пропуске соединенных поездов, $K_1 = 1,15$;

$t_{техн}$ - продолжительность технологического перерыва в движении поездов, $t_{техн} = 60, [4]$;

α_H - коэффициент надежности, определяемый для однопутной линии по инструкции [4];

K_2 - коэффициент, учитывающий снижение надежности работы технических устройств, $K_2 = 0,95$;
для двухпутных линий -

$$n_H = \frac{(1440 \cdot t_{техн}) \alpha_H K_2}{T \cdot K_3}, \quad (1.6)$$

где T - интервал между одиночными поездами, равный 8-10 мин;

K_3 - коэффициент, учитывающий увеличение межпоездного интервала для пропуска соединенных поездов, $K_3 = 1,3$;

$t_{техн}$ - продолжительность технологического перерыва в движении на двухпутной линии, $t_{техн} = 120$;

α_H - коэффициент надежности, определяемый для двухпутной линии по инструкции [4].

Для определения максимального количества грузовых поездов на линиях обращения соединенных поездов n_{2p}^{max} , прежде всего необходимо определить возможное количество "ниток" в графике движения для пропуска грузовых поездов

$$n_{2p} = n_H - \sum_{i=1}^m \varepsilon_i n_i, \quad (1.7)$$

где n_H - наличная пропускная способность определения по формулам (1.5), (1.6);

m - количество категорий поездов неосновного движения (пассажирских, сборных, участковых и др.);

ε_i - коэффициенты съема для поездов различных категорий;

n_i - количество поездов различных категорий.

Максимальное количество грузовых поездов при условии обращения соединенных поездов и части поездов, не подлежащих соединению, определится по формуле

$$\pi_{гр}^{max} = \frac{K \cdot \pi_{гр}}{1 + (K-1)\lambda}, \quad (1.8)$$

где K – количество одиночных составов в соединенном поезде;

λ – доля грузовых поездов, не подлежащих соединению (в среднем, по данным ВНИИЖТа может применяться равной 0,15).

Возможная провозная способность, с учетом обращения соединенных поездов, определяется по формуле

$$\Gamma_{\theta} = \frac{365 \cdot \pi_{гр}^{max} Q_{ср(н)}}{j},$$

где $Q_{ср(н)}$ – средняя масса нетто одиночного поезда;
 j – коэффициент внутригодовой неравномерности перевозок.

Для организации постоянного обращения соединенных поездов необходим соответствующее развитие отдельных пунктов. На сортировочных и участковых станциях достаточно с двух сторон построить вставки дополнительных путей длиной равной длине соединенного поезда, а на промежуточной станции удлинить один путь до длины соединенного поезда. Общее число таких промежуточных отдельных пунктов $N_{уд}$, для обеспечения скрещения соединенных поездов с соединенными и пассажирскими определяются на однопутной линии по формуле

$$N_{уд} = N_{уд}^{гр} + N_{уд}^{пс}, \quad (1.9)$$

где $N_{уд}^{гр}$ – количество промежуточных отдельных пунктов на участке, на которых необходимо удлинить по одному пути для скрещения соединенных поездов;

$N_{уд}^{пс}$ – количество промежуточных станций с удлиненными путями для обеспечения скрещения грузовых поездов с пассажирскими.

Величина $N_{уд}^{2p}$ может быть определена по формуле

$$N_{уд}^{2p} = \frac{N+1}{n_0} - 1, \quad (1.10)$$

где N – число всех промежуточных раздельных пунктов на участке;

n_0 – число перегонов, которое можно объединить для пропуска соединенных поездов,

$$n_0 = \frac{n_n}{n_{2p}^{max} - n_n}. \quad (1.11)$$

Значения n_n и n_{2p}^{max} определяются соответственно по формулам (1.5) и (1.8).

Величина $N_{уд}^{nc}$ может быть определена по формуле

$$N_{уд}^{nc} = \frac{(1-\lambda) n_{nc} T_{2p}}{1440} - 1, \quad (1.12)$$

где T_{2p} – время хода грузового поезда по участку;

n_{nc} – число пассажирских поездов.

На двухпутной линии количество промежуточных раздельных пунктов, на которых необходимо удлинить один путь до длины соединенного поезда, может быть определено по формуле (1.4).

1.2. Основные положения методики выбора вариантов обеспечения провозной способности за счет повышения средней массы грузовых поездов

Последовательность решения задачи выбора наиболее целесообразного варианта увеличения средней массы грузовых поездов сводится к следующему:

1. Определяются участки направления между крупными станциями (как правило, сортировочными), имеющие одина-

ковое техническое оснащение и размеры транзитных грузовых и пассажирских перевозок.

2. Определяется значение средней массы грузового поезда Q_{cp}^n , при которой обеспечиваются требуемые размеры перевозок на расчетный срок

$$Q_{cp}^n = \frac{\Gamma_n \delta}{365 \Gamma_{cp} \tau}, \quad (1.13)$$

где Γ_n - требуемые размеры грузопотока на расчетный срок;

Γ_{cp} - возможная пропускная способность грузового движения по участкам.

3. В структуре планируемых перевозок выявляется доля транзитных грузов, имеющих высокие погонные массы α_r , перевозка которых возможна в маршрутах повышенной массы Q_r с усиленной тягой (секционирование локомотивов по системе многих единиц (СМЕ), кратная тяга, более мощные локомотивы) или за счет организационно-технических мероприятий (отмена остановок, применение толкачей).

4. Определяется доля грузопотока α_r^n , которая должна быть перевезена в "тяжелых" поездах для обеспечения требуемых размеров перевозок. Величина α_r^n определяется из условия обеспечения полученной на данный расчетный срок требуемой средней массы грузового поезда Q_{cp}^n по формуле

$$\alpha_r^n = \frac{\frac{Q_{cp}^n \cdot \tau_{cp}}{Q_{np} \tau_{np}} - 1}{Q_{cp}^n \tau_{cp} \left(\frac{1}{Q_{np} \tau_{np}} - \frac{1}{Q_r \tau_r} \right)}, \quad (1.14)$$

где Q_{cp}^n - требуемая средняя масса поезда, обеспечивающая требуемые размеры перевозок на расчетный срок;

Q_{np}, Q_r - норма массы поезда соответственно с "легкими" и "тяжелыми" грузами;

q_{cp}, q_{np}, q_r — отношение массы нетто к брутто для средне-взвешенного поезда, для поезда с "легкими" и "тяжелыми" грузами.

$$q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{q_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{q_i}}$$

5. Если $\alpha_r^n \leq \alpha_r$, то определяется потребное количество "тяжелых" поездов

$$q_r = \frac{\alpha_r^n P_n \gamma}{365 Q_r q_r} \quad (1.15)$$

6. В случае, когда $\alpha_r^n > \alpha_r$, рассматривается возможность дальнейшей дифференциации норм массы. Если на рассматриваемом участке норма массы, ограниченная мощностью локомотива, меньше массы полносоставного груженого поезда с "легкими" грузами, то за счет усиления тяги можно обеспечить пропуск полносоставных поездов и с "легкими" грузами массой $Q_{np}(r) = P_{np}(C_{no} - \alpha)$. Потребная доля грузопотока с "легкими" грузами, перевозимая в поездах повышенной массы $Q_{np}(r)$, определяется по формуле

$$\alpha_{np}^n = \frac{Q_{cp} q_{np} \left[\frac{\alpha_r}{Q_r q_r} + \frac{1}{Q_{np} q_{np}} (1 - \alpha_r) \right] - 1}{Q_{cp} \frac{q_{cp}}{q_{np}} \left(\frac{1}{Q_{np}} - \frac{1}{Q_{np}(r)} \right)} \quad (1.16)$$

Количество полносоставных груженных поездов с прочими грузами массой $Q_{np}(r)$ определяется по формуле (1.15), где вместо α_r^n и Q_r подставляются α_{np}^n и $Q_{np}(r)$.

7. Для обеспечения потребного прироста средней массы грузовых поездов может быть рассмотрен вариант пропуска соединенных поездов. Доля грузопотока, который должен быть освоен соединенными поездами $\alpha_{сдв}^n$, определяется по формуле

$$\frac{Q_{cp}^n}{Q_{yn}} - 1 \quad (1.17)$$

$$\alpha_{сдв}^n = \frac{Q_{cp}^n}{Q_{cp}^n \left(\frac{1}{Q_{yn}} - \frac{1}{Q_{сдв}} \right)}$$

где $Q_{ун}$ - принятая на участке унифицированная норма массы;

$Q_{сдв}$ - норма массы соединенного поезда.

Определив величину $\alpha_{сдв}^n$ по формуле (1.15), вычисляют потребное количество соединенных поездов, где вместо α^n и Q подставляется $\alpha_{сдв}^n$ и $Q_{сдв}$.

8. В зависимости от получаемого количества поездов повышенной нормы массы по формулам (1.2+1.6) определяется количество станций, где необходимо удлинить приемо-отправочные пути (варианты, предусматривающие выделение дифференцированных норм массы) или построить вставки дополнительных путей для пропуска соединенных поездов.

С учетом полученного путевого развития отдельных пунктов, где реализация рассматриваемых вариантов обеспечения потребной средней массы грузовых поездов, определяется строительная стоимость по каждому из вариантов [5]. Одновременно для каждого из вариантов определяются эксплуатационные расходы на расчетный срок, как сумма затрат на передвижение грузовых поездов $C_{дв}$, на содержание постоянных устройств $\Delta C_{пу}$, на перелом массы $C_{пер}$, и приведенные капитальные вложения в локомотивный и вагонный парки $E(K_n + K_g)$, [5].

9. Сравнение рассматриваемых вариантов обеспечения потребных размеров перевозок осуществляется по сумме приведенных строительно-эксплуатационных расходов

$$\mathcal{Z} = K + \frac{1}{E_n} C, \quad (1.18)$$

где K - строительная стоимость;

E_n - нормативный коэффициент эффективности (0,1);

C - эксплуатационные расходы на расчетный срок.

Лучшим является вариант, имеющий минимальное значение $\mathcal{Z}$.

2. ПРИМЕР ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ СРЕДНЕЙ МАССЫ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Исходные данные для решения примера взяты из практики реального проектирования реконструкции одной из существующих двухпутных железнодорожных линий, характеризующейся следующими данными:

1. Длина линии - 460 км.

2. Число путей - П; число перегонов - 46; количество сортировочных станций - 2; участковых станций - 3; промежуточных - 42; расстояние между станциями с обязательными остановками - 96, 115, 108, 171; число промежуточных станций, соответственно - 7, 13, 9, 13.

3. План и профиль линии сложные, характерные наличием кривых малых радиусов ($R_{min} = 275$ м, $R_{ср} = 612$ м), затяжными подъемами (наибольшая крутизна подъемов превышает 15 ‰, использование напряженного хода составляет $\sim 30\%$).

4. Полезная длина приемо-отправочных путей - 850 м.

5. Тяга электрическая. Тип локомотива - ВЛ10У.

6. Линия оборудована двухсторонней автоблокировкой. Межпоездной интервал $\gamma = 8$ мин.

7. На станции А линия примыкает к существующей железной дороге с полезной длиной приемо-отправочных путей 850 м и на станции В к железной дороге с длиной приемо-отправочных путей 1050 м.

8. Линия предназначена в основном для осуществления транзитных перевозок, размеры которых приведены в табл. 1

9. Размеры пассажирского движения с учетом пригородного на расчетные годы соответственно составляют 20, 25, 28, 30 пар поездов.

10. Характеристика подвижного состава приведена в прилож., таблица.

Т а б л и ц а 1

Размеры перевозок по годам эксплуатации, млн.т нетто

Наименование грузов	В направлении от А на В				В направлении от В на А			
	2-й	5-й	10-й	15-й	2-й	5-й	10-й	15-й
Уголь ...	17,7	14,3	15,0	20,6	-	-	-	-
Кокс ...	0,5	1,6	2,4	2,3	-	-	-	-
Руда ...	1,1	0,4	0,4	0,6	11,2	15,1	12,9	11,8
Нефть ...	1,7	2,8	2,8	4,0	5,9	3,2	3,2	2,7
Металл...	6,5	7,6	8,9	11,0	4,7	4,6	4,6	4,6
Лес ...	9,1	8,5	8,9	12,2	0,5	0,3	0,3	0,3
Минстрой-материалы ...	5,1	8,8	10,5	12,7	6,1	8,4	9,5	10,3
Удобрения ...	0,3	0,8	0,8	1,2	0,4	0,4	0,4	0,4
Хлеб ...	1,1	2,1	2,2	3,0	1,4	2,2	2,3	2,5
Прочие...	10,2	15,5	18,9	22,4	19,0	21,7	26,2	30,3
Всего ...	53,3	62,4	70,8	90,0	49,7	55,9	59,4	62,7

2.1. Обработка исходные данных

Для назначения возможных вариантов увеличения средней массы грузовых поездов прежде всего необходимо выявить существующее ограничение унифицированной нормы массы.

Для этого анализируется диаграмма поперегонных масс состава, где наносятся ограничения массы состава по мощности локомотива, с учетом использования кинетической энергии поезда, и по длине приемо-отправочных путей для средневзвешенного груженого поезда отдельно по направлениям движения (нечетное и четное).

Масса средневзвешенного груженого поезда в тоннах, ограниченная длиной приемо-отправочных путей $Q_{\text{по}}$, определяется по формуле (1.2).

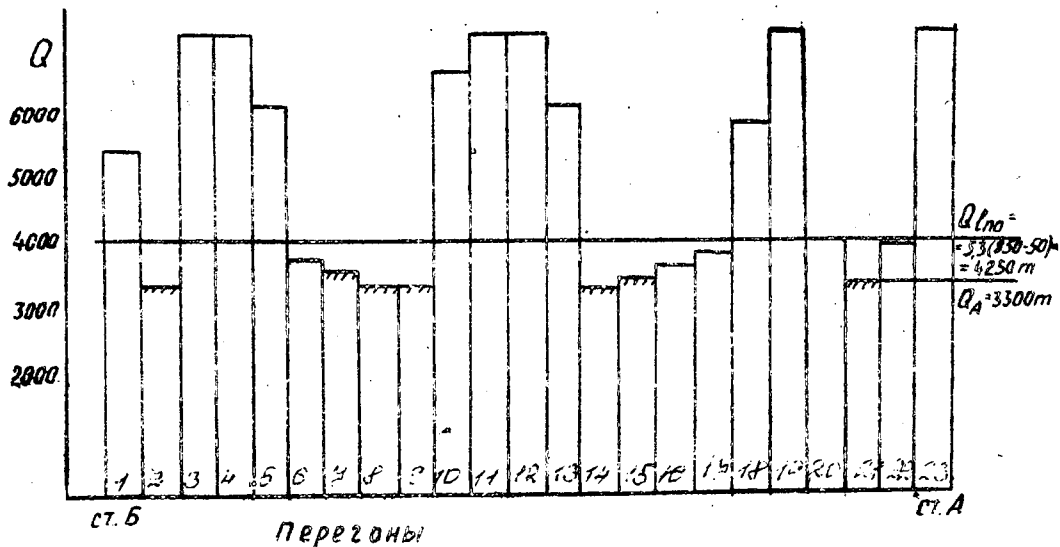


Рис. 2. Диаграмма поперегонных масс состава

На рис. 2 приведена диаграмма поперегонных масс (Q) грузового поезда на характерных перегонах данного участка АВ в нечетном (грузовом) направлении.

Анализ этой диаграммы показывает, что на данном участке АВ железной дороги в грузовом направлении нормы массы ограничены мощностью локомотива на 2, 7, 8, 9, 14, 15, 21 перегонах, характеризующихся сложным профилем и планом, и составляют $Q_n = 3300 \text{ т}$, при ограничении по длине приемо-отправочных путей и средневзвешенной погонной нагрузке ($5,3 \text{ т/м}$) $Q_{ср} = 4250 \text{ т}$.

Отмена остановок на части отдельных пунктах, примыкающих к этим перегонам, не приводит к увеличению кинетической энергии поезда на подходах к расчетным подъемам, а на других отдельных пунктах не может быть осуществлена технологически. Применение толкачей, в условиях рассматриваемого участка железных дорог, существенно осложняет технологию организации движения на перегонах, ограничивающих норму массы, требует наличия дополни-

тельных локомотивов для подталкивания. Поэтому за унифицированную норму массы в данных условиях принята норма массы 3 300 т, ограниченная мощностью локомотива без указанных организационно-технических мероприятий. Эта норма массы и определяет возможную провозную способность при существующем техническом оснащении и методах организации движения поездов. Для обеспечения перспективных потребных размеров перевозок наряду с применением традиционных реконструктивных мер, обеспечивающих увеличение пропускной способности, могут быть рассмотрены мероприятия увеличения провозной способности за счет увеличения средней массы грузовых поездов.

2.2. Назначение возможных мероприятий для увеличения средней массы грузовых поездов

Как отмечено в предыдущем параграфе за унифицированную норму массы в пределах рассматриваемого участка принята норма массы, ограниченная мощностью локомотива ВЛ10У (3 300 т). При этом существующая длина приемо-отправочных путей, для средневзвешенного груженого поезда, недоиспользуется. В то же время на данном участке в составе грузопотока имеет место большое содержание "тяжелых" грузов: уголь, руда (см. табл. 1). Поэтому в данных условиях при разработке вариантов увеличения средней массы грузовых поездов необходимо, прежде всего, рассмотреть мероприятия, обеспечивающие максимальное использование существующей длины приемо-отправочных путей, за счет формирования полносоставных поездов как с "тяжелыми", так и с "легкими" грузами. Обеспечить пропуск таких поездов, в условиях рассматриваемого участка, можно за счет секционирования локомотивов 2ВЛ10У по СМЕТ.

При этом норма массы поездов с "тяжелыми" грузами, ограниченная длиной приемо-отправочных путей, определяется по формуле (1.1) и на данном участке составит:

$$Q_r = 6,25 [850 - (33 \times 2 + 10)] = 4850 \text{ т.}$$

Норма массы полносоставных поездов с "легкими" грузами (все грузы за вычетом "тяжелых") определяется по формуле (1.2) и составляет:

$$Q_{np} = 4,85 [850 - (33 \times 2 + 10)] = 3750 \text{ т.}$$

Здесь следует отметить, что при реализации пропуска "тяжелых" поездов массой 4850 т мощность дополнительного локомотива ВЛ10У используется на 47%, а при пропуске полносоставных поездов с "легкими" грузами всего на 14%, что явно нерационально.

Поэтому для обеспечения более эффективного использования мощности локомотива 2ВЛ10У (СМЕТ) могут быть рассмотрены варианты пропуска дифференцированных норм масс при удлинении приемо-отправочных путей на части раздельных пунктов. Имея ввиду, что на линии примыкания, в рассматриваемом направлении движение, длина приемо-отправочных путей составляет 1050 м, рассмотрен вариант удлинения приемо-отправочных путей и на данном участке железной дороги до 1100 м на части раздельных пунктов (с учетом длины дополнительного локомотива). Тогда нормы массы поездов с "тяжелыми" и "легкими" грузами составят соответственно:

$$Q_t = 6,25 [1100 - (2 \times 33 + 10)] = 6400 \text{ т;}$$

$$Q_{np} = 4,85 [1100 - (2 \times 33 + 10)] = 4950 \text{ т.}$$

В этом случае мощность дополнительного локомотива при пропуске "тяжелых" поездов используется уже не 84%, а при пропуске "легких" полносоставных поездов на 50%.

Для варианта, предусматривающего вождение соединенных поездов, норма массы таких поездов может быть принята равной 6600 т, так как существующее ограничение массы по мощности одного локомотива составляет 3300 т.

В табл. 2 приведены намеченные варианты мероприятий, обеспечивающих увеличение средней массы грузовых поездов, и соответствующие этим мероприятиям нормы массы.

Нормы массы при различных вариантах увеличения средней массы поезда

Варианты	Полезная длина приемных отправок путей, м	Существующая норма массы, т (ВЛ10У)	Полносоставные груженные поезда (2ВЛ10У СМЕТ) с грузами				Масса соединенного поезда $Q_{сдв}$, т (2ВЛ10)
			"тяжелыми"		"легкими"		
			Норма массы, Q_r , т	Использование мощности дополнительного локомотива, %	Норма массы $Q_{пр}$, т	Использование мощности дополнительного локомотива, %	
I	850	3300	4850	47	3750	14	-
II	Частичное удлинение до: 1100	3300	6400	94	4950	50	-
III	850	3300	-	-	-	-	6600

2.3. Обеспечение провозной способности за счет намеченных вариантов увеличения средней массы грузовых поездов

В соответствии с исходными данными на рассматриваемом участке железной дороги между двумя сортировочными станциями характер и размеры транзитных перевозок одинаковы. Поэтому выбор рациональных мероприятий, обеспечивающих перспективные размеры грузопотока (90 млн. т/г), осуществлялся в пределах всего участка длиной 490 км.

В соответствии с изложенной в п. 1.2 методикой на этом участке необходимо определить потребную среднюю массу грузовых поездов, обеспечивающую потребные размеры грузопотока, (формула (1.13)). Для это рассчитывается возможная пропускная способность грузового движения n_{zp} .

Величина n_{zp} может быть определена по формуле (1.7) в зависимости от наличной пропускной способности n_n , которая различается по рассматриваемым вариантам увеличением средней массы грузовых поездов. Для вариантов предусматривающих выделение дифференцированных по родам грузов норм массы величина n_n определяется по формуле

$$n_n = \frac{(1440 - t_{тех}) \alpha_n}{T},$$

где T - межпоездной интервал, $T = 8$ мин;

$t_{тех}$ - продолжительность технологического "окна",

$t_{тех} = 120$ мин;

α_n - коэффициент надежности (для принятых исходных данных, $\alpha_n = 0,95 [4]$).

Для варианта, предусматривающего пропуск соединенных поездов, наличная пропускная способность определяется по формуле (1.6).

В табл. 3 приведены значения наличной пропускной способности, пропускной способности грузового движения и потребной средней массы грузовых поездов для намеченных вариантов.

Т а б л и ц а 3

Потребная средняя масса грузовых поездов
по различным вариантам

Вариант	Наличная пропускная способность, π_n	Количество пассажирских поездов, $\pi_{пс}$	Коэффициент съема, $\epsilon_{пс}$	Пропускная способность грузового движения	Потребная средняя масса грузовых поездов
1	156,8	30	1,6	108,8	3598
П	156,8	30	1,6	108,8	3598
Ш	114,5	30	1,6	66,3	5889

Для обеспечения полученных значений потребной средней массы грузовых поездов по вариантам, предусматривающим выделение дифференцированных норм массы, определяется доля грузопотока α_r и $\alpha_{пс}$, которая должна быть перевезена в поездах повышенной нормы массы, см. формулы (1.14) и (1.16) и соответствующее количество таких поездов, формула (1.15).

Для варианта, предусматривающего вождение соединенных поездов, в зависимости от соответствующей этому варианту потребной средней массы грузовых поездов, по формуле (1.17) находится доля грузопотока, которая должна быть освоена соединенными поездами $\alpha_{сдв}$, и определяется количество таких поездов, формула (1.15).

В табл. 4 приведены результаты определения количества грузовых поездов повышенной нормы массы, количества соединенных поездов и поездов с унифицированной нормой массы для рассматриваемых вариантов обеспечения потребных размеров перевозок.

Из табл. 4 следует, что для первого варианта, когда применяются дифференцированные нормы массы при длине приемо-отправочных путей 850 м, доля грузопотока с "тяжелыми" грузами α_r , которая должна быть перевезе-

Доля грузов, перевозимых в поездах различной нормы массы и их количество

Вариант	Норма массы	Доля перевозимых грузов			Количество поездов в сутки
		потребная $\alpha_T^n, \alpha_{np}^n$	возможная $\alpha_T^b, \alpha_{np}^b$	принятая α_T, α_{np}	
I	4850	0,27	0,23	0,23	17,2
	3750	0,14	0,77	0,14	15,0
	3300	-	-	0,63	76,6
II	6400	0,11	0,23	0,11	6,2
	4950	-	-	-	-
	3300	-	-	0,89	102,6
III	6600	0,88	0,85	0,85	50,4
	3300	-	-	0,15	16,1

на в поездах повышенной нормы массы Q_T , превышает действительное содержание "тяжелых грузов" в общем объеме перевозок α_T^b . Поэтому, в этом варианте, для обеспечения потребного прироста средней массы грузовых поездов, необходимо осуществить пропуск поездов повышенной массы и с "легкими" грузами ($\alpha_{np}^n = 0,14$; $Q_{np}(r) = 3750$ т).

Во II варианте, предусматривающем введение дифференцированных норм массы при частичном удлинении приемо-отправочных путей, для обеспечения потребного прироста средней массы грузовых поездов, достаточно ввести 6,2 поездов/сутки ($\alpha_T^n = 0,11$) параллельной нормы массы $Q_T = 6400$ т. При этом не возникает необходимости в пропуске поездов повышенной массы с "легкими" грузами.

В III варианте для обеспечения потребных размеров перевозок необходимо осуществить пропуск 85% грузов в со-

единенных поездах, что составляет 50,4 соединенных поезда/сутки.

В зависимости от полученного количества поездов повышенной нормы массы для П и Ш вариантов по формуле (1.4) определено потребное развитие отдельных пунктов.

В табл. 5 приведены данные о потребном количестве промежуточных станций, на которых должно быть произведено удлинение приемо-отправочных путей, и приведена стоимость путевого развития отдельных пунктов (стоимость 1 км удлинения путей и строительство третьих путей приняты равными 800 тыс.р.).

Т а б л и ц а 6

Приведенные строительно-эксплуатационные расходы

Показатели, млн.р.	Варианты		
	I	II	III
K ...	-	7,78	27,20
$C_{\partial в}$...	79,70	67,74	70,06
$\Delta C_{пу}$...	-	0,03	-
$E K_n$...	4,50	3,79	3,92
C ...	84,20	71,56	74,12
$\Sigma = K + \frac{1}{E_n} C$...	842,0	723,3	768,4

Эксплуатационные расходы по каждому из вариантов определены как сумма затрат на передвижение грузовых поездов $C_{\partial в}$, на содержание постоянных устройств $\Delta C_{пу}$ и приведенных капитальных вложений в локомотивный парк $E K_n$.

Результаты определения эксплуатационных расходов, строительной стоимости и приведенных затрат приведены в табл. 6.

Результаты сравнения показали, что рациональным является вариант обеспечения потребных размеров перевозок за счет увеличения средней массы грузовых поездов, предусматривающий введение дифференцированных норм массы

Т а б л и ц а 5

Стоимость путевого развития раздельных пунктов

Вариант	Число станций, на которых удлиняются пути			Количество удлинённых путей на станциях			Общее количество удлинённых путей, км	Стоимость удлинённых путей, млн. р.
	промежуточных	сортировочных	технических	промежуточных	сортировочных	технических		
1	-	-	-	-	-	-	-	-
П	8	2	3	16	20	12	9,6	7,7
Ш	10	2	3	20	4 ^х)	6 ^х)	34,0	27,2

х)

При пропуске соединённых поездов у сортировочных и технических станций осуществляется пристройка вставок третьих путей длиной равной 1 700 м с обеих сторон.

для перевозки части "тяжелых" грузов в поездах повышенных норм массы ($G_p = 6400$ т) при частичном удлинении прямо-отправочных путей.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

1. Изыскания и проектирование железных дорог /А.В.Горин, И.И.Кантор, А.П.Кондратченко, И.В.Турбин. М.: Транспорт, 1979, т. 1, с. 319, т. П, с. 343.

2. Временная инструкция по организации обращения поездов повышенного веса и длины. М.: Всесоюзный научно-исследовательский ин-т ж.-д.трансп., 1985, 56 с.

З. К а н а р с к а я Л.А. Особенности организации работы технических станций и расчета пропускной способности линии при обращении соединенных поездов /Тр. ВНИИЖТа "Повышение эффективности технических средств на железнодорожных станциях". М., 1986, с. 82.

4. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. МПС СССР. М., 1981, 198 с.

5. Проектирование усиления однопутной железной дороги и вторых путей. Методические указания к курсовому проектированию. МИИТ, 1983, -50 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Т а б л и ц а

Характеристика использования вагонов по отдельным родам основной номенклатуры грузов

Род грузов	Основные типы вагона	Распределение вагонов под перевозку данного рода груза, %	Грузоподъемность, т	Тара, т	Длина вагона, м	Коэффициент использования грузоподъемности	Погонная нагрузка, т/пог.м	Коэффициент отношения массы вагона нетто к брутто
Каменный уголь, руда.. Кокс . . . Нефть . . . Металл...	Полувагоны	100	65	22	13,92	1,0	6,25	0,75
	Полувагоны	100	65	22	13,92	0,65	4,6	0,65
	Цистерны	100	60	22	12,02	0,83	6,0	0,69
	Полувагоны	85	65	22	13,92	0,92	5,8	0,73
	Платформы	15	66	20,92	14,62	0,92	5,8	0,73
Лес . . . Строительные материалы	Полувагоны	83	65	22	13,92	0,7	4,8	0,61
	Платформы	17	66	20,92	14,62	0,7	4,8	0,61
	Крытые	18	64	23	14,73	0,93	5,8	0,73
	Платформы	21	66	20,92	14,62	0,93	5,8	0,73

0,73
0,73
0,73
0,73
0,73
0,72
0,62
0,62
0,62
0,62

5,8
5,8
6,1
6,1
6,1
5,6
4,2
4,2
4,2
4,2

0,93
0,93
0,99
0,99
0,99
0,91
0,6
0,5
0,7
0,7

12,02
13,92
14,73
12,02
13,82
14,73
14,73
14,82
13,92
12,02

24,15
22
23
24,15
22
23
23
20,92
22,0
24,15

61
65
64
61
65
64
64
66
65
61

4
57
60
16
24
100
43
17
26
6

Цистерны
Полувагоны
Крытые
Цистерны
Полувагоны
Крытые
Крытые
Платформы
Полувагоны
Цистерны
Рефрижератор

Удобрения

Хлеб . .

Прочие:

СОДЕРЖАНИЕ

1. Обеспечение провозной способности участков железных дорог за счет повышения средней массы грузовых поездов	3
1.1. Возможные мероприятия для увеличения средней массы грузовых поездов	4
1.1.1. Применение дифференцированных по родам груза норм массы составов	5
1.1.2. Пропуск по участку соединенных грузовых поездов	8
1.2. Основные положения методики выбора вариантов обеспечения провозной способности за счет повышения средней массы грузовых поездов ...	12
2. Пример выбора эффективных способов обеспечения провозной способности за счет повышения средней массы грузовых поездов	16
2.1. Обработка исходных данных	17
2.2. Назначение возможных мероприятий для увеличения средней массы грузовых поездов	19
2.3. Обеспечение провозной способности за счет намеченных вариантов увеличения средней массы грузовых поездов	22
Список литературы	26
Приложение	28

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ МАССЫ
ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Методические указания к курсовому
и дипломному проектированию

Редактор Г.А.Чоботова
Технический редактор Н.Н.Васильева
Корректор М.Б.Остапович

Подписано к печати	21.11.88	Формат	60x84 1/16
Усл.печ.л.	2,0	Уч.-изд.л.	1,73
Изд. №	236	Заказ №	2030
		Тираж	300 экз.
			Бесплатно

Редакционно-издательский отдел МИИТа
101475, Москва, А-55, ул. Образцова, 15
Типография МИИТа