

734

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

---

Инж. ГОЦ В. У.

ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УКЛОНОВ  
КРАТНОЙ ТЯГИ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Днепропетровск  
1964

НТБ  
ДНУЖТ

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени и в Днепропетровском институтах инженеров железнодорожного транспорта.

Автореферат разослан

1964 года

Публичная защита диссертации состоится на заседании Ученого совета по строительно-эксплуатационным специальностям в *декабре* 1964 г.

Отзывы по настоящему автореферату просьба направлять по адресу: гор. Днепропетровск 10, Университетская 2, ДИИТ, ученому секретарю совета.

НТБ  
ДНУЖТ

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

---

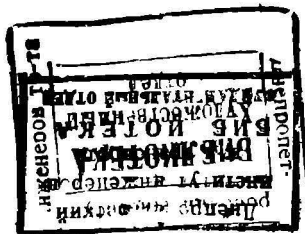
На правах рукописи

Инж. ГОЦ В. У

2308а.  
ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УКЛОНОВ  
КРАТНОЙ ТЯГИ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель —  
член-корреспондент Академии наук  
СССР, доктор технических наук,  
профессор А. В. ГОРИНОВ



Днепропетровск  
1964

НТБ  
ДНУЖТ

## Введение

В свете исторических решений XXII съезда КПСС, задача снижения стоимости, сокращения сроков строительства и улучшения эксплуатационных показателей проектируемых железных дорог приобретает все более актуальное значение.

Применение уклонов кратной тяги для преодоления высотных препятствий в соответствующих условиях местности способствует решению этой задачи.

По сравнению с паровой, электрическая и тепловозная тяга создают более благоприятные экономические и эксплуатационные условия для участков трассы с уклонами кратной тяги. Вместе с этим, и рельеф местности в районах наиболее широкого развития перспективного железнодорожного строительства (Сибирь, ДВК) предопределяет большие возможности для снижения стоимости и сокращения сроков строительства железных дорог за счет эффективного применения уклонов кратной тяги. Однако, применение уклонов кратной тяги вызывает дополнительные эксплуатационные затраты и усложняет организацию движения поездов.

В связи с приведенными положениями вопросы методики определения экономической эффективности уклонов кратной тяги, на проектируемых новых линиях при новых видах тяги, приобретают важное значение. Эти вопросы и рассматриваются в диссертации.

## Содержание работы

Диссертация состоит из трех глав.

**Глава первая** является вводной. В ней приведен анализ состояния вопросов методики определения экономической эффективности уклонов кратной тяги и рассматриваются задачи исследования.

Вопросы методики и экономической эффективности уклонов кратной тяги неоднократно подвергались исследованию. Этой теме посвящены труды члена-корр. АН СССР А. В. Горина, докторов технических наук А. Е. Гибшмана, Г. И. Черномордика, кандидатов технических наук А. И. Смирнова, Ю. Е. Рывкина, К. К. Тихонова и других исследователей.

По действующей методике, разработанной ЦНИИС'ом\*), экономическая эффективность уклонов кратной тяги определяется в зависимости от достигаемого при кратной тяге сокращения длины линии в пределах высотного препятствия. При этом попарно сравниваются варианты с применением и без применения кратной тяги при неизменной величине руководящего уклона.

В методике ЦНИИС'а указывается, что при сравнении вариантов и технико-экономическом обосновании целесообразности кратной тяги необходимо учитывать возможность снижения крутизны руководящего уклона на линии в целом. Однако, в рекомендациях даже для приближенных расчетов это положение не применяется. Между тем, экспериментальными и теоретическими исследованиями выполненными под руководством члена-корр. А. Н. СССР А. В. Горина и работами доц. К. К. Тихонова доказана и многолетним эксплуатационным опытом подтверждена эффективность введения усиленной или кратной тяги на трудных по профилю, но не-

---

\*) ЦНИИС. Методика выбора руководящего уклона и уклонов кратной тяги при проектировании новых железных дорог 1963.

больших по протяженности, участках существующих железных дорог.

С точки зрения продольного профиля введение кратной тяги на участках существующих железных дорог, обеспечивающее повышение веса состава поезда, представляет собой мероприятие понижения эквивалентного (руководящего) уклона.

Проведенный анализ показал, что продольный профиль существующих железных дорог, на участках которых была введена кратная тяга, характеризуется наличием больших по протяженности участков малого использования руководящего уклона, что позволило понизить (теоретически) его расчетную величину (повысить вес состава поезда) без выполнения реконструктивных работ.

На существующих железных дорогах число возможных вариантов повышения провозной способности значительно сокращается наличием железнодорожного полотна и других сооружений и устройств. Если варианты реконструкции трассы заведомо не целесообразны, то зависимость экономической эффективности введения кратной тяги от степени повышения веса состава поезда является вполне оправданной. При этом достигается выбор относительно более эффективного, но, в большинстве случаев, не оптимального варианта.

При проектировании новых железных дорог не имеется постоянных сооружений, препятствующих возможности выбора оптимального варианта трассы и ее параметров для любых конкретных условий с учетом наличия и протяженности сосредоточенных высотных препятствий. При этих условиях нет никаких оснований отказываться от выбора экономически наиболее рациональной величины руководящего уклона применительно к доминирующему рельефу на преобладающей части протяжения проектируемой линии в сочетании с преодолением сосредоточенных высотных препятствий уклонами кратной тяги.

В такой постановке вопроса эффективность применения кратной тяги при проектировании новых линий существенно повышается. И если до последнего времени экономика применения кратной тяги обычно ограничивалась учетом ее влияния на возможное сокращение длины линии и уменьшение объемов работ только в пределах высотного препятствия, то в настоящем исследовании эти обстоятельства дополняются учетом эффекта за счет понижения руководящего уклона для всей линии.

В соответствии с этими положениями в диссертации рассматриваются вопросы методики определения экономической эффективности уклонов кратной тяги с тем, чтобы можно было обеспечить выбор варианта трассы при экономически наиболее выгодном сочетании степени сокращения длины линии за счет преодоления высотных препятствий уклонами кратной тяги при одновременном снижении величины руководящего уклона на всем протяжении линии, когда достигается минимальная величина суммарных приведенных затрат на строительство и эксплуатацию проектируемой линии.

Отыскание наиболее выгодной величины руководящего уклона в указанной постановке может быть основано на методе пробных трасс, разработанном членом-корреспондентом АН СССР А. В. Гориновым.

Так как при выборе оптимального варианта трассы руководящий уклон является независимой переменной величиной, натуральные и стоимостные затраты должны быть выражены в функции уклонов при одиночной и кратной тяге, в виде, удобном для применения ЭЦВМ.

Применяемые в настоящее время различные методы приближенных технико-экономических расчетов не отвечают этим требованиям.

В диссертации разработана методика приближенных технико-экономических расчетов для научных исследований и решения проектных задач в рассматриваемой области.

**Вторая глава** посвящена анализу зависимости энергетических и строительных затрат от величины руководящего уклона при заданном локомотиве и при унифицированном весе состава поезда.

Для получения аналитических выражений затрат по вариантам трассы анализ зависимостей между затратами и уклонами проводился при соблюдении следующих положений:

1. Для всех видов затрат (строительных и эксплуатационных), зависящих от размеров перевозок, в качестве единицы измерения принят один млн. тонн брутто поездов при их передвижении на протяжении 1 км. пути. Такая величина затрат (натуральных или стоимостных) названа в работе единичной.

Принятый измеритель по сравнению с другими измерителями (поездо-км, поездочас, млн. т. нетто/км и другие) позволил получить наиболее простые аналитические выражения (многочлены) единичных затрат в функции уклонов и грузонапряженности. Эти многочлены содержат подобные

слагаемые, что очень важно для получения обобщенных выражений.

2. Взаимосвязь между затратами и уклонами определялась отдельно для безостановочного движения и для остановок поездов при одиночной и кратной тяге.

Значительная часть полученных аналитических выражений натуральных и стоимостных единичных затрат приведена ниже.

1. Число поездов на млн. т. брутто

$$n = n_0 + n_1 i_p \quad (\text{поездов/млн. т})$$

Коэффициенты единичных затрат ( $n_0, n_1$  и другие) подсчитаны для электровозов ВЛ60, ВЛ23, ВЛ18 и тепловоза ТЭ10. Например, для поездов из состава четырехосных вагонов, грузоподъемностью 60 т при тяге электровозом ВЛ60\*

$$n = 39,9 + 25,1 i_p \quad (\text{поездов/млн. т})$$

То же, при унифицированном весе состава поезда ( $Q_y$ ),

$$n_y = n_{oy} - n_{iy} i_p \quad (\text{поездов/млн. т}).$$

При  $Q_y = 5000$  т

$$n_y = 198,9 - 0,60 i_p \quad (\text{поездов/млн. т}).$$

2. Единичные эксплуатационные расходы при безостановочном движении поездов на подъем:

а) при руководящем уклоне  $i_p$

$$e = e_0 + (e_{ip}' + e_s) i_p \quad (\text{руб./млн. т, км}),$$

$$e = 212,5 + (2,57 + 61,03) i_p \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

б) при уклоне кратной тяги

$$e_k = e_{ок} + (e_{ipk} + K_n e_s) i_p \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

$$e_2 = 214,2 + (2,71 + 2 \cdot 61,34) i_p \quad (\text{руб./млн. т, км}).$$

То же, при уклонах:

а) меньше руководящего  $i_n$

$$e = e_0 + e_{ip}' i_p + e_{in} + e_n (i_p - i_n) \quad (\text{руб./млн. т, км}).$$

$$e = 212,5 + 2,57 i_p + 61,03 i_n + 6,5 (i_p - i_n) \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

\*) Все последующие примеры выполнены для указанного поезда. При этом стоимость электроэнергии принята 8 руб./100 квт. час.

б) меньше уклона кратной тяги

$$e_k = e_{ок} + e_{ик}i_b + e_{вк}(K_n i_p - i_b) \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

$$e_2 = 214,2 + 64,05i_b + 7,1(2i_p - i_b) \quad (\text{руб./млн. т, км}).$$

То же, при движении на вредных спусках

$$e_x = e_{ок} + e_{ик}i_p \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

$$e_x = 123,0 + 1,5i_p \quad (\text{руб./млн. т, км}).$$

3. Единичные эксплуатационные расходы при безостановочном движении поездов унифицированного веса на подъеме:

а) при руководящем уклоне  $i_p$

$$e_y = e_{оу} + (e_{iry} + e_3)i_p \quad (\text{руб./млн. т, км}),$$

$$e_y = 228,4 + 61,16i_p \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

б) при уклоне кратной тяги

$$e_{ук} = e_{оук} + (e'_{ирку} + e_3 K_n)i_p \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

$$e_{y2} = 241,1 + 60,32 \cdot 2i_p \quad (\text{руб./млн. т, км}).$$

То же, при уклонах:

а) меньше руководящего

$$e_y = e_{оу} + e_{iry}i_b + e_b(i_p - i_b) \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

$$e_y = 228,4 + 61,16i_b + 6,5(i_p - i_b) \quad (\text{руб./млн. т, км}),$$

б) меньше уклона кратной тяги

$$e_{ку} = e_{оку} + e_{рук}i_b + e_{вк}(K_n i_p - i_b) \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

$$e_{2y} = 241,1 + 60,3i_b + 7,5(2i_p - i_b) \quad (\text{руб./млн. т, км})$$

4. Эксплуатационные расходы на остановки поездов:

$$\mathcal{E}_{ост} = e_{1ост}i_p \Gamma^3 + e_{2ост}i_p^2 \Gamma^2 \quad (\text{руб./год, км});$$

а) на руководящем уклоне

$$\mathcal{E}_{ост} = 0,0016i_p \Gamma^3 + 0,0061i_p^2 \Gamma^2 \quad (\text{руб./год, км});$$

б) на уклонах меньше руководящего

$$\mathcal{E}_{ост} = 0,0033i_p \Gamma^3 + 0,024i_p^2 \Gamma^2 \quad (\text{руб./год, км}).$$

5. Стоимость подвижного состава:

$$a_{пс} = a_2 \Gamma - a_b i_p + a_3 i_b + a_4 i_p \Gamma^3 \quad (\text{руб./год, км}).$$

$$a_{пс} = 200 \Gamma - 200i_p + 300i_b + 0,5_p \Gamma^2 \quad (\text{руб./год, км}).$$

6. Стоимость отдельных пунктов:

а) при одном локомотиве

$$a_{pn} = (a_o - a_i i_p) \frac{1}{l_n} \text{ (тыс. руб./км);}$$

$$a_{pn} = (150 - 3i_p) \frac{1}{l_n} \text{ (тыс. руб./км);}$$

б) при унифицированном весе состава поезда

$$a_{pny} = (a_{oy} + a_{iy} i_p + a_y Q_y) \frac{1}{l_n} \text{ (тыс. руб./км);}$$

$$a_{pny} = (68 + 2,9i_p + 0,011Q_y) \frac{1}{l_n} \text{ (тыс. руб./км).}$$

7 Расходы по содержанию вспомогательных локомотивов в период дополнительных простоев на отдельных пунктах, ограничивающих участок кратной тяги:

$$\mathcal{E}_{на} = [e_1 \Gamma + (e_2 \Gamma - e_4 \Gamma^2) i_p - e_3 \Gamma - e_5 \Gamma^2 i_p^2] 10^{-3} \text{ (тыс. руб./км);}$$

$$\mathcal{E}_{на} = [344\Gamma + (202 - 0,135\Gamma^2) i_p - 0,185\Gamma - 0,076\Gamma^2 i_p^2] 10^{-3} \text{ (тыс. руб./км).}$$

8. Расходы, пропорциональные времени дополнительной задержки поездов в период прицепки и отцепки вспомогательных локомотивов и пробы тормозов:

$$\mathcal{E}_{зп} = (e_{01,2} + e_{1,2} i_p) \Gamma 10^{-3} \text{ (тыс. руб./км),}$$

$$\mathcal{E}_{зп} = (208 + 71,3i_p) \Gamma 10^{-3} \text{ (тыс. руб./км),}$$

Анализ слагаемых других видов затрат на принятый измеритель приводит к подобного рода формулам за исключением объемов земляных работ и искусственных сооружений.

Стоимость земляных работ и искусственных сооружений ( $a_{зп}$ ) определяется по данным схематических продольных профилей или выборочным (эталонным) способом.

Численные значения коэффициентов в приведенных выше примерах действительны для любого значения руководящего уклона.

Для состава вагонов, отличающегося от принятого (четырёхосные вагоны грузоподъемностью 60 т), изменяются только некоторые коэффициенты приведенных выше формул по определению затрат, зависящих от размеров перевозок.

Например, при переходе от 60 т вагонов, к любому другому составу, единичные эксплуатационные расходы при безостановочном движении поездов на руководящем подъеме равны

$$e = e_0 \frac{w_0''}{w_0''_{60}} + e_i i_p \quad (\text{руб./млн. т, км});$$

$$e = 212,5 \frac{w_0''}{1,59} + (2,57 + 61,03) i_p \quad (\text{руб./млн. т, км}),$$

где  $w_0''_{60}$  — основное удельное сопротивление состава четырехосных вагонов, грузоподъемностью 60 т;

$w_0''$  — то же, любого другого состава вагонов.

Аналогичные поправки вводятся при изменении стоимости электроэнергии и других исходных данных по сравнению с принятыми.

Принятые в настоящем исследовании единичные затраты отличаются, например, от обычно применяемых норм на поезд-км тем, что они более наглядно поддаются сопоставлению для исследовательских целей при любых значениях руководящего уклона и уклонов краткой тяги при всех видах тяги и типах локомотивов. Нормы на поезд-км не сопоставимы, так как одинаковому весу состава поезда соответствуют различные значения руководящего уклона и, наоборот, одинаковому значению руководящего уклона соответствуют различные веса.

По нормам на поезд-км и по другим обычно применяемым измерителям невозможно установить непосредственное влияние каждого элемента продольного профиля и плана трассы на величину затрат, так как система групповых норм представлена суммарным числом.

Предлагаемыми единичными затратами может быть установлена непосредственная связь между элементами профиля и соответствующей частью затрат. Для иллюстрации, на рис. 1 представлена структура единичных затрат эксплуатационных расходов по передвижению на 1 млн. т, км брутто при безостановочном скрещении поездов для электровозов ВЛ60.

Наконец, очень важным преимуществом предлагаемых единичных затрат является то, что они дают возможность перейти от поэлементных подсчетов всех видов затрат к обобщенным формулам, для которых достаточно, в качестве исходных дан-

ных, иметь величину преодолеваемых высот и протяженность вариантов трассы.

По данным геоморфологии суши и обработки продольных профилей реальных проектов железных дорог, выполненных Днепрогипротрансом, Гипропромтрансстроем и другими про-

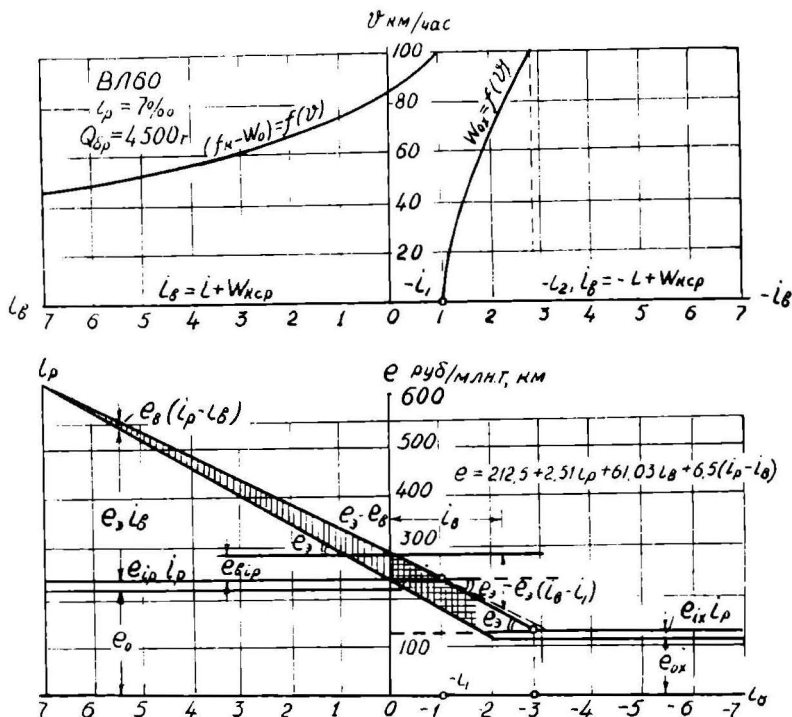


Рис. 1

ектными институтами, проведенным исследованием установлено:

Участки трассы в пределах высотного препятствия и на подходах к нему в большинстве случаев находятся в различных условиях рельефа местности и общая длина трассы зависит не только от руководящего уклона и уклонов кратной тяги, но и от характера взаимосвязи этих участков.

Взаимосвязь участков трассы на пересечении высотного препятствия и на подходах к нему определяется следующими топографическими условиями:

— если прямая воздушной линии пересекает склоновую полосу высотного препятствия и часть местности подходов, то условия развития трассы на участке преодоления высоты оказывают влияние и на участок трассы подходов;

— если фиксированные точки расположены на линии, разграничивающей склоны высотного препятствия от подходов к нему, то трасса на участке преодоления высоты не влияет на длину трассы подходов, если рельеф местности позволяет трассирование подходов без существенного развития длины.

Пользуясь полученными выражениями единичных затрат для одиночной и кратной тяги в работе дана следующая обобщенная формула эксплуатационных и строительных затрат:

$$K_t = \mathcal{E}_t + A_r + A_t \quad (\text{тыс. руб./год}),$$

где  $K_t$  — эксплуатационные и строительные затраты по варианту;

$\mathcal{E}_t$  — систематические эксплуатационные и реновационные затраты, пропорциональные времени, грузонапряженности и длине;

$A_r$  — систематические строительные затраты, пропорциональные росту грузонапряженности;

$A_t$  — единовременные строительные затраты, не зависящие от времени и грузонапряженности.

Выражение каждого из этих слагаемых получено для преодолеваемых высот и подходов к ним при одиночной и кратной тяге для заданного локомотива и унифицированного веса состава.

Ниже приведены выражения каждого из этих слагаемых для участков преодоления высотного препятствия ( $\Sigma \Delta H$ )

$$\mathcal{E}_t = \alpha \Sigma \Delta H \left[ \frac{e_n P_o}{i_p} + \left( \frac{\mathcal{E}_1}{i_p} + \mathcal{E}_2 \right) \Gamma + \mathcal{E}_3 \Gamma^3 + \mathcal{E}_4 i_p \Gamma^2 \right] 10^{-3} + \mathcal{E}_t$$

(тыс. руб./год),

$$A_r = \alpha \Sigma \Delta H \left( \frac{\mathcal{E}_3}{i_p} + a_1 P_o \Gamma 10^{-3} \right) \Gamma \quad (\text{тыс. руб./год}),$$

$$A_t = \alpha \Sigma \Delta H \left( \frac{a_{3n} P_o}{i_p} + \frac{\mathcal{E}_1}{i_p} + \mathcal{E}_2 \right) \quad (\text{тыс. руб./год}).$$

Здесь  $\alpha$  — коэффициент, учитывающий влияние круговых кривых на длину участка трассы напряженного хода;

$P_0$  — относительная протяженность площадок для раздельных пунктов.

Для ВЛ60 при одиночной тяге и  $P_0 = 1,12$

$$\mathcal{E}_t = \alpha \Sigma \Delta H \left[ \frac{9520}{i_p} + \left( \frac{395}{i_p} + 62,9 \right) \Gamma + 0,0018 \Gamma^3 + \right. \\ \left. + 0,0068 i_p \Gamma^2 \right] 10^{-3} + \frac{70000}{39,9 + 25,1 i_p} \text{ (тыс. руб./год)}$$

$$A_r = \alpha \Sigma \Delta H \left( \frac{0,98}{i_p} + 1,68 \Gamma \right) \Gamma \text{ (тыс. руб./год)},$$

$$A_t = \alpha \Sigma \Delta H \left( \frac{a_{3n} P_0}{i_p} + \frac{109}{i_p} + 0,67 \right) \text{ (тыс. руб./год)}.$$

Аналитические выражения единичных затрат в виде многочленов, содержащих подобные слагаемые, позволили перейти от трудоемких поэлементных подсчетов к обобщенным характеристикам продольного профиля, выражаемым преодолеваемыми высотами и протяженностью участков вольных и напряженных ходов трассы.

Этого рода обобщенные характеристики могут быть установлены непосредственно по схематическому профилю варианта или по картам в горизонталях.

Проектная линия продольного профиля по существу воспроизводит линию профиля поверхности земли, сглаживая ее неровности при помощи насыпей и выемок. Следовательно, если учесть сглаживающую роль проектной линии, то обобщенные характеристики каждого варианта трассы можно определить на основе схематических профилей поверхности земли получаемым при помощи раствора циркуля.

В диссертации выполнено исследование влияния бесстыкового пути, перспективных локомотивов и вагонов с роликowymi подшипниками на расчетную величину уклонов кратной тяги.

**В главе третьей** — исследованы и разработаны следующие вопросы:

1. Методика определения экономической эффективности уклонов кратной тяги;

2. Влияние грузонапряженности, рельефа местности и преодолеваемой высоты при электрической и тепловозной тяге на:

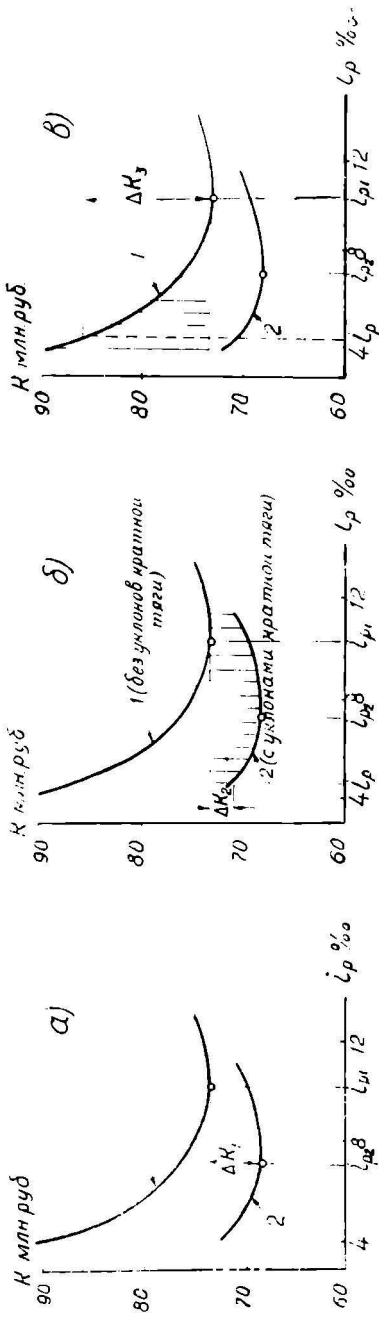


Рис 2

НТБ  
ДНУЖТ

а) оптимальную величину руководящего уклона в случае преодоления высотных препятствий уклонами кратной тяги;

б) оптимальную величину руководящего уклона без применения участков кратной тяги;

в) степень понижения оптимального руководящего уклона, достигаемую применением участков кратной тяги;

г) экономическую эффективность применения кратной тяги.

Важное экономическое значение имеет величина удельной протяженности участков кратной тяги на тяговом плече, исследованная в работах ЦНИИС'а.

В области методики определения экономической эффективности уклонов кратной тяги установлено:

1. При проектировании новых железных дорог с выбором руководящего уклона экономическая эффективность участка с уклоном кратной тяги должна определяться с учетом трассы подходов к ним.

Сравнение вариантов одиночной и кратной тяги только в пределах высотного препятствия исключает возможность экономической оценки степени понижения руководящего уклона.

2. При необходимости преодоления высотного препятствия следует производить выбор оптимального руководящего уклона из двух групп вариантов — с применением и без применения уклонов кратной тяги. Это дает возможность выявить соответственно два оптимальных руководящих уклона (рис. 2а  $i_{p2}$  и  $i_{p1}$ ), которые, как правило, отличаются различной величиной суммарных приведенных затрат.

3. Экономическое преимущество любого варианта с участком кратной тяги должно определяться по отношению к оптимальному варианту руководящего уклона без применения уклонов кратной тяги (рис. 2б,  $i_p$ ).

Экономическое преимущество одного из вариантов с уклоном кратной тяги определяется разностью суммарных приведенных затрат (рис. 2 б, одна из ординат разностей, например  $\Delta K_2$ ).

Прежде всего, сравниваются варианты оптимальных руководящих уклонов, при которых достигается максимальная величина экономии суммы приведенных затрат (рис. 1а,  $\Delta K_1$ ).

При сравнении вариантов одиночной и кратной тяги только в пределах высотного препятствия преимущество уклонов кратной тяги в большинстве случаев оказывается завышенным (рис. 2в, разность ординат, например,  $\Delta K_3$ ).

С другой стороны, исключается учет экономических пре-

имущества, который может дать понижение руководящего уклона на подходах к участкам кратной тяги.

4. Сравнение вариантов одиночной и кратной тяги в пределах высотного препятствия применимо лишь в частном случае, когда имеет место фиксированное значение руководящего уклона по тем или иным соображениям (например, по условиям унификации уклонов линии данного направления).

Расчетный анализ экономической эффективности применения уклонов кратной тяги проводился на основе приведенных выше методических положений при следующих исходных данных:

1. Вид тяги и тип локомотива: электрическая тяга на переменном токе при электровозе ВЛ60; тепловозная тяга при тепловозе ТЭ10.

2. Расчетная грузонапряженность рассмотрена в двух вариантах начальных размеров перевозок (5 и 10 млн. т. км/км) и двух темпах роста перевозок (0,5 и 1 млн. ткм/км в год).

3. Категория рельефа местности на подходах и в пределах высотного препятствия первая и, второй вариант, — первая и четвертая соответственно.

4. Средний уклон склонов по линии воздушного направления: в пределах высотного препятствия — больше  $25^{0/00}$ ; на отдаленных подходах  $0-3^{0/00}$  и на ближних подходах  $3-6^{0/00}$ .

5. Сумма преодолеваемых высот  $\sum \Delta H = 200, 400, 600$  и  $800$  м. Длина трассы подходов при  $i_p = 6^{0/00} - 300$  км.

6. Период суммирования эксплуатационных расходов и капиталовложений с учетом этапного усиления мощности железной дороги принят равным 10 годам.

На основании технико-экономических расчетов получены следующие выводы:

а) если условия рельефа местности на подходах к высотному препятствию допускают укладку трассы пологим руководящим уклоном с небольшим развитием длины, то применением участков с уклоном кратной тяги при средних размерах перевозок может быть достигнуто экономическое понижение руководящего уклона, примерно, на  $3-4^{0/00}$ ;

б) с увеличением размеров перевозок экономия суммарных приведенных затрат значительно возрастает, а крутизна руководящего уклона еще более уменьшается;

в) чем сложнее рельеф местности и больше высота сосредоточенного препятствия, тем больше увеличивается крутизна оптимального руководящего уклона на подходах к нему

Эти выводы дают общую ориентировку в вопросах экономической эффективности применения уклонов кратной тяги.

Определение эффективности этих уклонов в конкретных условиях проектирования следует производить с учетом местных особенностей на основе разработанной в диссертации методики.

В последнем параграфе III-й главы излагаются рекомендации по определению экономической эффективности уклонов кратной тяги.

### Основные выводы

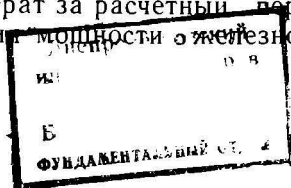
1. Произведенное исследование выявило необходимость развития и уточнения выбора руководящего уклона на проектируемых линиях с учетом условий преодоления высотных препятствий.

2. При наличии на трассе проектируемой линии более или менее значительных высотных препятствий их преодоление за счет применения уклонов кратной тяги может оказать существенное влияние на выбор руководящего уклона всей проектируемой линии.

3. Исследованием установлена неудовлетворительность применяемых в проектной практике методов технико-экономического анализа эффективности применения уклонов кратной тяги при проектировании новых линий, так как при этом не учитывается эффективное влияние применения этих уклонов на все протяжение проектируемой линии.

4. Комплексный технико-экономический анализ эффективности кратной тяги при проектировании новых линий требует применения других методов учета одновременных и систематических затрат на обобщенный измеритель, позволяющий учитывать в аналитической зависимости влияние различных сочетаний руководящего уклона и уклонов кратной тяги на технико-экономические показатели вариантов трассы.

Приведенный в работе выбор такого измерителя (один млн. т. брутто поездов/км) и произведенное расчленение эксплуатационных и строительных затрат на отдельные слагаемые, непосредственно зависящие от факторов их вызывающих (уклоны, преодолеваемые высоты, длина линии, грузонапряженность), позволили разработать методику определения суммарных приведенных затрат за расчетный период времени с учетом этапного усиления мощности железной дороги, для



многовариантного анализа и выбора руководящего уклона в сочетании с уклоном кратной тяги. Методика этих расчетов приведена к аналитическим зависимостям, удобным для применения ЭЦВМ.

5. Внедрение тепловой и электрической тяги, введение более мощных и надежных тормозов и применение другой новейшей техники, все это, вместе взятое, создает благоприятные условия для более широкого применения уклонов кратной тяги в целях снижения объемов и сокращения сроков строительства, улучшения эксплуатационных показателей и повышения производительности труда на проектируемых новых линиях.

6. Результаты выполненного исследования могут быть использованы при выборе параметров новых проектируемых железных дорог с учетом неоднородности рельефа местности.

7. В диссертации не исчерпаны все вопросы, связанные с определением экономической эффективности применения уклонов кратной тяги.

Представляется необходимым в дальнейшем провести исследование технико-экономических условий поучасткового изменения руководящего уклона и силы тяги локомотивов за счет секционирования и применения уклонов кратной тяги при унифицированной весовой норме поезда на отдельных направлениях, включающих участки проектируемых и существующих железных дорог.

**Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Вопросы методики определения эффективности уклонов кратной тяги — журнал «Транспортное строительство», № 11, 1959.

2. О структуре норм эксплуатационных расходов для технико-экономических расчетов. ДИИТ, 1960.

3. Выбор экономически наиболее выгодного руководящего уклона с применением участков кратной тяги. ДИИТ, 1960.

4. Определение энергетических и эксплуатационных показателей при тепловозной и электровозной тяге. Труды ДИИТ'а, вып. 30.

5. Вопросы расчетов эксплуатационных расходов по передвижению поездов. Труды ДИИТ'а, вып. 42, 1962.

6. Определение затрат на остановки поездов. Труды ДИИТ'а, вып. 45, 1963.

7. О величине уклонов краткой тяги. Журнал «Транспортное строительство», № 1, 1964.

Результаты работы были доложены на научно-технической конференции Днепропетровского и Московского институтов инженеров железнодорожного транспорта, Гипропромтрансстроя, Днепрогипротранса и Киевгипротранса по вопросам проектно-исследовательских работ на железнодорожном транспорте (1959 г.) и на конференции по вопросам проектирования железных дорог при новых видах тяги (1961 г.), а также на кафедрах изысканий и проектирования железных дорог МИИТа и ДИИТа.

Некоторые результаты расчетов были использованы в методике выбора руководящего уклона и уклонов кратной тяги при проектировании новых железных дорог (разработанной ЦНИИСом в 1963 г.).

---

БТ 07069. Областная книжная типография  
Днепропетровского областного управления по печати,  
г. Днепропетровск, ул. Серова, 7.

Заказ 1008-м. Тираж 180. Объем 1,25 п. л. Подписано к печати 29. X. 64 г.

Сканировала Юнаковская В. В.