

МПС РОССИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

---

13/ 5/4

Одобрено кафедрой  
«Тепловозы и тепловозное  
хозяйство»

Утверждено  
деканом факультета  
«Транспортные средства»

# ТЕОРИЯ ЛОКОМОТИВНОЙ ТЯГИ

Рабочая программа  
для студентов VI курса  
специальности  
150700. ЛОКОМОТИВЫ (Т)  
специализации  
150700.02. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЛОКОМОТИВОВ



Программа разработана на основании учебной программы по данной дисциплине, составленной в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки студента по специальности 150700. Локомотивы.

Составитель – канд.техн.наук, проф. Н.М. ХУТОРЯНСКИЙ

Курс – VI (V).

Всего часов – 32.

Лекционные занятия – 20 ч

Практические занятия – 12 ч

Курсовые работы – 1 (количество)

Самостоятельная работа – 128 ч

Зачеты – 1 (количество)

Экзамены – 1 (количество)

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2001

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цель преподавания дисциплины

Правильное на основе теории тяги поездов понимание физической сущности процессов, происходящих при движении поезда, умение оценить влияние различных факторов на изменение тяговых и энергетических характеристик локомотивов, производить тяговые расчеты, нормировать расход энергоресурсов, определять рациональные методы вождения поездов являющиеся необходимыми условиями успешной работы инженера по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту локомотивов.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины

Изучив дисциплину, студент должен:

#### 1.2.1. Знать:

теоретические основы процессов образования силы тяги, сопротивления движению и торможения поезда;

методы решения уравнения движения поезда: аналитический, графический и численный с помощью ПЭВМ;

методы нормирования расхода энергоресурсов локомотивами на тягу поездов;

методы определения скорости и времени хода поезда по участку;

рациональные режимы вождения поездов и особенности движения тяжеловесных и длинносоставных поездов.

#### 1.2.2. Уметь:

выполнять расчеты по установлению весовых норм поездов;

определять скорость и время хода поезда по заданному участку методами графического и численного интегрирования уравнения движения поезда, в том числе с использованием ПЭВМ;  
выполнять тормозные расчеты;  
обосновывать тяговые параметры магистральных локомотивов;

определять расход энергоресурсов локомотивами.

*1.2.3. Иметь представление:*

о принципах моделирования и теории оптимального управления движением поезда;  
об особенностях тяговых расчетов для тепловозов промышленного транспорта и электровозов;  
о видах испытаний локомотивов.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Общие сведения о локомотивной тяге**

История развития локомотивной тяги. Роль отечественных ученых и специалистов в развитии теории и практики локомотивной тяги.

Правила тяговых расчетов и их значение на железнодорожном транспорте.

[6.2.3, Введение].

### **2.2. Сила тяги и физико-технические возможности ее реализации**

Теоретические основы процесса образования силы тяги, создаваемой локомотивом. Методы опытного определения коэффициента сцепления и его расчетные значения. Влияние конструкционных и эксплуатационных факторов на реализацию силы тяги.

[6.1.1, §2 – 5].

### **2.3. Тяговые характеристики локомотивов**

Тяговые характеристики тепловозов с различными типами передачи и электровозов постоянного и переменного тока.

Внешняя и частичные тяговые характеристики локомотивов.

Расчетные значения силы тяги и скорости движения на расчетном подъеме и принципы их определения для различных типов локомотивов.

Оценка тяговых возможностей локомотивов по конструкционным параметрам.

[6.1.1, §7 – 11].

### **2.4. Сопротивление движению поезда.**

#### **Тормозные силы**

Силы сопротивления движению поезда, основное и дополнительное сопротивления. Методы расчета сил сопротивления движению локомотивов и вагонов.

Мероприятия по уменьшению сопротивления движению поезда. Системы торможения. Механические системы торможения трением. Тормозная сила поезда.

Электрическое торможение. Техничко-экономическая эффективность электрического торможения.

[6.1.1, §26 – 39].

### **2.5. Уравнение движения поезда и методы его решения**

Основные понятия механики в приложении к движению поезда. Математическая модель движения поезда как материальной точки. Основные допущения, положенные в основу этой модели, оценка их значимости.

Уравнение движения поезда. Анализ уравнения движения поезда для условий грузового и пассажирского движения.

Методы решения уравнения движения поезда.

[6.1.1, §40 – 43].

## **2.6. Принципы моделирования процесса движения поезда на ПЭВМ**

Выбор исходной информации при составлении математической модели процесса движения поезда. Алгоритмы решения на ПЭВМ системы уравнений, описывающей математическую модель процесса движения поезда.

[6.2.3, гл.15].

## **2.7. Основы теории оптимального управления движением поезда**

Критерии оптимального управления движением подвижного состава. Методика оптимального управления скоростью движения поездов.

Выбор оптимальных режимов ведения поезда тепловозом при различных условиях эксплуатации.

## **2.8. Обоснование тяговых параметров локомотивов**

Теоретические основы выбора тяговых параметров локомотивов: по условиям эксплуатации, мощности, сцепного веса, расчетных значений силы тяги и скорости, коэффициента тяги и др.

Сравнение различных типов локомотивов по обобщенным параметрам.

## **2.9. Тяговые расчеты**

### *2.9.1. Общие сведения о тяговых расчетах.*

Назначение тяговых расчетов и их роль в организации движения поездов. Основные типы тяговых задач, решаемых с помощью уравнения движения поезда.

### *2.9.2. Расчет веса (массы) поезда и установление весовых норм.*

Определение веса (массы) состава при условии движения поезда с равномерной скоростью на расчетном подъеме. Расчет

веса состава с учетом использования кинетической энергии на наиболее крутых элементах профиля. Проверки веса поезда по условиям эксплуатации. Установление унифицированных весовых (массовых) норм и тоннокилометровые диаграммы. Пути увеличения весовых (массовых) норм грузовых и пассажирских поездов.

*2.9.3. Подготовка продольного профиля пути для тяговых расчетов.*

Выбор величины расчетного подъема для заданного тягового участка. Спрямление элементов профиля железнодорожного пути. Эквивалентный уклон.

*2.9.4. Расчет равнодействующих сил, приложенных к поезду при его движении.*

Равнодействующая сил, приложенных к поезду. Расчет и построение диаграммы дельных сил, действующих на поезд, в режимах тяги, холостого хода и торможения. Анализ характера движения поезда по различным элементам профиля с помощью диаграммы удельных сил при различных режимах работы локомотива.

*2.9.5. Методы расчета скорости движения и времени хода поезда по участку.*

Графический и численный с помощью ПЭВМ методы интегрирования уравнения движения поезда. Методика и техника построения кривых скорости движения и времени хода поезда по участку способом МПС. Расчет времени хода поезда приближенными способами.

[6.1.1, §44 – 55].

*2.9.6. Решение тормозных задач.*

Принципы тормозных расчетов. Аналитический, графический и численный с помощью ПЭВМ методы решения тормозных задач: определение полного тормозного пути, необходимых тормозных средств в поезде, наибольших допустимых скоростей движения поезда для обеспечения безопасности движения.

[6.1.1, §58 – 60].

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Тема	Кол-во часов
1	2
Процесс образования силы тяги, создаваемой локомотивом.	2
Коэффициент сцепления колес локомотива с рельсами, его расчетные значения. Влияние конструкционных и эксплуатационных факторов на реализацию силы тяги. Тяговая характеристика локомотива. Внешняя и частичные кривые тяговой характеристики	2
Ограничения, накладываемые на тяговую характеристику локомотива. Расчетные параметры локомотивов. Мероприятия, способствующие улучшению тяговых качеств локомотива. Силы сопротивления движению поезда. Основное и дополнительное сопротивления. Расчет тормозной силы поезда. Электрическое торможение, его виды и технико-экономическая эффективность	2
Мероприятия по уменьшению сопротивления движению поезда	2
Системы торможения. Механические системы торможения поездов. Расчет тормозной силы поезда. Электрическое торможение, его виды и технико-экономическая эффективность	2
Математическая модель движения процесса как материальной точки. Вывод уравнения движения поезда и его анализ. Методы решения уравнения движения поезда	2
Назначение тяговых расчетов. Основные типы тяговых задач, решаемых с помощью уравнения движения поезда. Определение массы состава и проверки ее по условиям эксплуатации	2
Анализ профиля и плана железнодорожного пути и выбор расчетного подъема для заданного тягового участка. Спрямление элементов профиля пути. Спрямляемые элементы, спрямленный участок, фиктивный подъем, эквивалентный уклон	2



Окончание табл.

1	2
Расчет и построение диаграммы удельных равнодействующих сил, приложенных к поезду на режимах тяги, холостого хода и торможения. Анализ характера движения поезда по различным элементам пути с помощью диаграммы удельных равнодействующих сил при различных режимах работы локомотива	2
Аналитический, графический и численный с использованием ПЭВМ методы решения тормозных задач: определение тормозного пути, наибольшей допустимой скорости движения поезда, необходимых тормозных средств для обеспечения безопасности движения поездов	2
Графический и численный с использованием ПЭВМ методы интегрирования уравнения движения поезда. Техника построения кривых скорости движения и времени хода поезда по участку способом МПС.	2
Методы расчета расхода дизельного топлива тепловозами и электроэнергии электровозами. Удельный расход энергоресурсов на измеритель перевозочной работы. Нагревание тяговых электрических машин локомотивов. Расчет температуры перегрева обмоток главного генератора и тяговых электродвигателей тепловозов. Нагревание тяговых электрических машин локомотивов. Расчет температуры перегрева обмоток главного генератора и тяговых электродвигателей тепловозов	2

**Перечень тем, которые студенты должны проработать самостоятельно:**

Определение коэффициента сцепления колес локомотива с рельсами экспериментальным способом.

Проверка расчетной массы состава на преодоление поездом крутого короткого подъема с учетом использования накопленной кинетической энергии.

Унифицированные весовые (массовые) нормы составов и тоннокилометровые диаграммы.

Расчет времени хода поезда по тяговому участку способом

равномерных скоростей.

Мероприятия по снижению расхода энергоресурсов на тягу поездов: конструкционные и эксплуатационные.

Назначение и виды испытаний локомотивов.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема	Кол-во часов
Расчет массы грузового поезда и ее проверки по условиям эксплуатации	2
Спрямление продольного профиля пути. Расчет удельных сил, действующих на поезд при его движении. Алгоритмы расчета на ПЭВМ	2
Определение наибольших допустимых скоростей движения поезда по условиям эксплуатации. Алгоритмы расчета на ПЭВМ	2
Расчет скорости движения и времени хода поезда по участку графическим методом	2
Расчет скорости движения и времени хода поезда по участку с использованием ПЭВМ	2
Проверка массы состава по условиям нагревания тяговых электрических машин локомотивов	2

#### 5. КУРСОВАЯ РАБОТА

*Тема: Тяговые расчеты для заданного участка железной дороги*

В курсовой работе выполняют тяговые расчеты для заданного участка железной дороги длиной 40 – 45 км.

**Работа включает следующие пункты:**

- анализ профиля пути заданного тягового участка и установление крутизны расчетного подъема;
- определение расчетной массы состава грузового поезда;
- проверка расчетной массы состава на преодоление самого

крутого подъема заданного участка, на трогание поезда с места и разгон его на отдельных пунктах, а также по длине приемоотправочных путей станций тягового участка;

спрямление профиля и плана пути заданного участка;

расчет и построение диаграммы удельных равнодействующих сил для режимов тяги, холостого хода и торможения;

определение максимально допустимой скорости движения поезда по заданному тяговому участку;

расчет скорости движения и времени хода поезда по тяговому участку (численным методом с использованием ЭВМ или графическим способом);

определение времен хода поезда по перегонам и технической скорости движения на участке;

проверка главного генератора или тяговых электродвигателей тепловоза на нагревание;

определение общего и удельного расхода дизельного топлива тепловозом на выполнение перевозочной работы;

**Графическая часть курсовой работы:**

диаграмма удельных равнодействующих сил;

решение тормозной задачи графическим способом;

построение графических зависимостей скорости движения и времени хода поезда по заданному тяговому участку;

вспомогательные графические зависимости (тяговая характеристика тепловоза, токовая характеристика тягового генератора)

Примерное время для выполнения курсовой работы – 35 часов.

## **6. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Обязательная литература**

6.1.1. Бабичков А.М., Гурский П.А., Новиков А.П. Тяга поездов и тяговые расчеты. – М.: Транспорт, 1971.

6.1.2. Розенфельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н.

Теория электрической тяги. – М.: Транспорт, 1983.  
6.1.3. Конспект лекций по дисциплине.

## **6.2. Рекомендуемая литература**

- 6.2.1. Правила тяговых расчетов для поездной работы. – М.: Транспорт, 1985.
- 6.2.2. Г р е б е н ю к П.Т. и др. Тяговые расчеты: Справочник. – М.: Транспорт, 1987.
- 6.2.3. О с и п о в С.И., О с и п о в С.С. Основы тяги поездов. – М.: Транспорт, 2000.

## **7.3. Компьютерные программы**

- 6.3.1. Расчет диаграммы удельных равнодействующих сил (UDSIL).
- 6.3.2. Определение наибольшей допускаемой скорости движения поезда на расчетном спуске (MAXSCOR).
- 6.3.3. Определение полного тормозного пути при заданной начальной скорости движения поезда (TORPUT).
- 6.3.4. Определение требуемых тормозных средств поезда при заданных наибольшей скорости движения и полном тормозном пути (TORSRED).
- 6.3.5. Расчет скорости движения и времени хода поезда с использованием ПЭВМ (SKORVREM).
- 6.3.6. Расчет тяговой характеристики тепловоза, ограничения по сцеплению и сопротивления движению (TYAGHAR 1).
- 6.3.7. Расчет тяговой характеристики тепловоза для многопозиционного контролера (TYAGHAR 2).

## **7. Краткие методические рекомендации по самостоятельной работе при изучении дисциплины**

Дисциплина «Теория локомотивной тяги» является базовой дисциплиной профилирующего цикла дисциплин, которые студенты изучают на старших курсах университета. Именно при изучении этой дисциплины у студентов локомотивной специальности формируется тяговое мышление, которое обязательно должно быть свойственно инженеру, в должностные обязанности которого входит управление технической эксплуатацией локомотивов.

Осваивая основные положения теории тяги поездов, студент должен обратить особое внимание на опорные пункты этой дисциплины. Сюда относятся:

- анализ профиля пути тягового участка и установление крутизны расчетного подъема;

- процесс образования движущей силы, создаваемой локомотивом и приложенной к поезду;

- тяговая характеристика локомотива и ее ограничения;

- процесс образования тормозной силы поезда;

- уравнение движения поезда на различных режимах движения поезда и методы его решения;

- проверка массы состава по условиям преодоления поездом крутого подъема и по нагреванию обмоток тяговых электрических машин локомотивов.

Использование ПЭВМ для решения тяговых и тормозных задач.

**Необходимо запомнить:** только добросовестно и внимательно изучив основные положения теории тяги поездов и выполнив курсовую работу, студент может рассчитывать на успешную защиту курсовой работы и сдачу экзамена по данной дисциплине.

**Н. М. Хуторянский**

## **ТЕОРИЯ ЛОКОМОТИВНОЙ ТЯГИ**

*Рабочая программа*

Редактор **В. И. Чучева**  
Компьютерная верстка **В. В. Бебко**

---

Тип. зак. <b>7/8</b>	Изд. зак. 40	Тираж <b>100</b> экз.
Подписано в печать 25.10.01	Гарнитура NewtonС	Офсет
Усл. печ. л. 1,0	Допечатка тиража	Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Издательский центр и Участок оперативной печати  
Информационно-методического управления РГОТУПС,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2