

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Тяговое обеспечение высокоскоростного наземного транспорта**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Высокоскоростной наземный транспорт

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5214  
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег  
Евгеньевич  
Дата: 11.05.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Тяговое обеспечение высокоскоростного наземного транспорта» являются:

- изучение общей теории движения поезда и высокоскоростного наземного транспорта;
- освоение реализации сил тяги и торможения, сопротивления движению поезда;
- изучение характеристик тягового и тормозного режимов работы ЭПС, стабильности характеристик ЭПС при реализации сил тяги и торможения;
- изучение надежности реализации расчетных сил тяги и торможения;
- освоение методов определения расхода энергии на движение поезда;
- изучение расчета нагревания электрооборудования при работе ЭПС, оценок использования мощности ЭПС, видов испытаний ЭПС.

Задачами освоения учебной дисциплины «Тяговое обеспечение высокоскоростного наземного транспорта» являются:

- освоение детерминированных методов решения поставленных задач вероятностными и статистическими методами, позволяющими учесть влияние случайных факторов на ход процесса и его конечный результат, которым являются использование тяговых и тормозных свойств электроподвижного состава и расход электроэнергии на движение поездов;
- освоение существенного влияния на степень использования тяговых и тормозных свойств электроподвижного состава и расход электроэнергии, которые оказывают случайные разбросы параметров и характеристик;
- освоение вероятностных и статистических методов расчета фактических характеристик с учетом их случайных разбросов, вызывающих снижение использования ЭПС и ухудшение энергетических показателей;
- освоение как расчётных методов, так и современных методов проведения тяговых расчетов и статистических расчетов.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-5** - Способен осуществлять расшифровку параметров движения подвижного состава высокоскоростного наземного транспорта, зафиксированных или электронных носителях информации.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Уметь:**

выполнять тяговые расчеты

**Владеть:**

теорией движения высокоскоростных поездов, методами реализации сил тяги и торможения, методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов; технологиями тяговых расчетов, методами расчета необходимого количества тормозов, расчетной силы нажатия, длины тормозного пути

**3. Объем дисциплины (модуля).****3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	96
В том числе:		
Занятия лекционного типа	48	48
Занятия семинарского типа	48	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 48 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

**4. Содержание дисциплины (модуля).**

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Пути развития электрической тяги</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- история развития электрических железных дорог. Значение электрифицированных железных дорог.</li><li>- Сравнение эксплуатационных показателей электровоза и тепловоза.</li></ul>
2	<p>Уравнение движения поезда</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- вывод уравнения движения поезда;</li><li>- силы, действующие на поезд;</li><li>- режимы движения поезда.</li></ul>
3	<p>Сила сопротивления движению высокоскоростного поезда</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основное сопротивление движению поезда, электровоза, вагонов;</li><li>- дополнительное сопротивление движению поезда.</li></ul>
4	<p>Тормозная сила при механическом торможении</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- коэффициент трения;</li><li>- расчетный тормозной коэффициент;</li><li>- устойчивость механического торможения.</li></ul>
5	<p>Тормозные задачи</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- типы тормозных задач: определение максимально возможной скорости начала торможения; определение тормозного пути; определение тормозных средств поезда; определение уклона;</li><li>- решение тормозных задач.</li></ul>
6	<p>Сила тяги</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- реализация силы тяги;</li><li>- коэффициент сцепления, сила сцепления;</li><li>- способы увеличения силы сцепления</li></ul>
7	<p>Факторы, определяющие величину коэффициента сцепления колес локомотива с рельсами.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- физико-химические свойства материала бандажа и рельса и состояние опорной поверхности;</li><li>- влияние электрической схемы силовых цепей ЭПС;</li><li>- влияние механической части ЭПС;</li><li>- режимы движения ЭПС. Статистические характеристики коэффициента сцепления колес локомотива с рельсами.</li></ul>
8	<p>Характеристики тягового режима высокоскоростного транспорта.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- электромеханические характеристики тягового двигателя, отнесенные к ободу колеса;</li><li>- тяговая характеристика.</li></ul>
9	<p>Влияние жесткости характеристик на использование мощности и эксплуатационные показатели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- требования к электрической и механической устойчивости;</li><li>- требования к равномерному распределению нагрузок;</li><li>- требования к колебаниям напряжения контактной сети;</li></ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие резкого изменения мощности при изменении нагрузки;</li> <li>- переход в режим электрического рекуперативного торможения;</li> <li>- условия сцепления колес электровоза с рельсами.</li> </ul>
10	<p><b>Характеристики ЭПС при регулировании возбуждения тяговых двигателей</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- шунтирование обмотки возбуждения резисторами;</li> <li>- шунтирование обмотки возбуждения резисторами;</li> <li>- процесс изменения скорости ЭПС при регулировании возбуждения;</li> <li>- применение ослабления возбуждения для реализации дополнительных позиций регулирования.</li> </ul>
11	<p><b>Плавное регулирование напряжения в тяговом режиме.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- плавное регулирование на ЭПС постоянного тока;</li> <li>- плавное регулирование на ЭПС переменного тока;</li> <li>- преимущества и недостатки;</li> <li>- принципы регулирования скорости ЭПС с бесколлекторными тяговыми двигателями;</li> <li>- регулирование режимов работы асинхронных тяговых двигателей.</li> </ul>
12	<p><b>Тяговые расчеты, типы задач.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок решения задач;</li> <li>- определение веса поезда;</li> <li>- построение кривых движения поезда.</li> </ul>
13	<p><b>Определение расхода электроэнергии на тягу высокоскоростного поезда.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение расхода электроэнергии на тягу поезда для ЭПС постоянного и переменного тока;</li> <li>- полный и удельный расход электроэнергии.</li> </ul>
14	<p><b>Аналитический метод расчета расхода электроэнергии на тягу высокоскоростного поезда.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитический метод расчета расхода электроэнергии на тягу поезда при электровозной и моторвагонной тяге;</li> <li>- энергетика пуска. Коэффициент пусковых потерь.</li> </ul>
15	<p><b>Электрическое торможение ВСНТ.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды электрического торможения;</li> <li>- преимущества и недостатки;</li> <li>- реостатное торможение с последовательным и независимым возбуждением;</li> <li>- характеристики реостатного торможения.</li> </ul>
16	<p><b>Рекуперативное торможение ЭПС постоянного тока.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исследование системы рекуперативного торможения с последовательным возбуждением на электрическую устойчивость;</li> <li>- рекуперативное торможение с независимым возбуждением;</li> <li>- характеристики системы рекуперативного торможения с противовозбуждением возбудителя.</li> </ul>
17	<p><b>Рекуперативное торможение ЭПС однофазно-постоянного тока</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципиальная схема силовых цепей электровоза в режиме электрического торможения;</li> <li>- регулирование режимов работы. Способы регулирования.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Процесс движения поезда Рассматриваемые вопросы: - при электрической тяге
2	Силы сопротивления движению высокоскоростного поезда Рассматриваемые вопросы: - определение и расчет сил сопротивления движению от кривых участков пути, аэродинамического сопротивления
3	Сила сцепления колес с рельсами Рассматриваемые вопросы: - расчет коэффициента сцепления, построение ограничений по сцеплению колес с рельсом
4	Спрямление профиля пути Рассматриваемые вопросы: - определение эквивалентного уклона, расчетного подъема
5	Расчет массы поезда Рассматриваемые вопросы: - проверка массы поезда по различным условиям
6	Удельные силы, действующие на поезд Рассматриваемые вопросы: - расчет и построение удельных ускоряющих и замедляющих сил
7	Построение кривых движения высокоскоростного поезда Рассматриваемые вопросы: - построение кривых скорости от пути, времени от пути, тока ЭПС от пути, определение температуры нагрева электрооборудования
8	Энергетика движения высокоскоростного поезда Рассматриваемые вопросы: - расчет расхода электроэнергии на тягу высокоскоростного поезда, определение удельного расхода

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение курсовой работы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Тяговые расчеты для высокоскоростных поездов различных серий с индивидуальными заданиями профиля пути, длинами тормозного пути. Расчеты предусматривают механическое и электрическое торможение.

### Варианты заданий

Тип тягового двигателя

Количество ТЭД пд

Диаметр бандажей колесной пары, мм Dб

Вес, приходящийся на одну к.п., тс Pо

Передаточное отношение ?

Коэффициент эксплуатационной перегрузки кпэ

Коэффициент неравномерности пуска по току кпI

Сопротивление обмоток тягового двигателя, Ом ?гд

Сопротивление обмоток возбуждения тягового двигателя, Ом ?гов

Минимальный коэффициент регулирования возбуждения ?min

Конструкционная скорость, км/ч ?кон

Ускорение локомотива, м/с<sup>2</sup> а

Номер позиции регулирования

Индивидуальное задание. Цепи управления

1) ТЛ2К

8

1200

23

3,7

1,25

0,06

0,08

0,04

0,38

110

0,3

15

Токоприемниками

2) ТЛ2К

8

1220

24

3,8

1,35

0,07

0,09

0,05

0,4

115

0,33

20

Быстродействующим выключателем

3) ТЛ2К

8

1270

25

3,9

1,45

0,08

0,1

0,06

0,42

120

0,36

25

Мотор-вентилятором

4) ТЛ2К



8

1290

26

4

1,55

0,09

0,11

0,05

0,44

105

0,39

30

Мотор-компрессором

5)

AL4846eT

6

1200

19

1,6

1,3

0,07

0,1

0,05

0,38

160

0,45

13

Токоприемниками

6)

AL4846eT

6

1220

21

1,7

1,5

0,08

0,11

0,06

0,4

170

0,5

18

Быстродействующим выключателем

7)

AL4846eT

6

1270

23

1,8

1,7

0,09

0,12

0,07

0,42

180

0,55

23

Мотор-вентилятором

8)

ДК106Б

4

1000

15

3

1,5

0,1

0,4

0,2

0,4

110

0,6

7

Токоприемниками

9)

ДК106Б

4

1030

17

3,2

1,7

0,11

0,42

0,22

0,45

120

0,65

10

Быстродействующим выключателем

10)

ДК106Б

4

1070

19

3,4

1,9

0,12

0,44

0,24

0,5

130

0,7

15

Мотор-вентилятором

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Теория электрической тяги В.Е. Розенфельд, И.П. Исаев, Н.Н. Сидоров, М.И. Озеров; Под ред. И.П. Исаева Однотомное издание Транспорт , 1995	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
2	Правила тяговых расчетов для поездной работы МПС РФ, ВНИИЖТ Однотомное издание Транспорт , 1985	Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (уч.1); НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)); Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>Инструкции РЖД.

[https://instructionsrzd.ucoz.ru/load/vse\\_po\\_ehlektrorozam](https://instructionsrzd.ucoz.ru/load/vse_po_ehlektrorozam)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Для выполнения курсового проекта необходимо использовать в расчетах программное обеспечение Excel или Mathcad

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения практических занятий необходимо иметь: стенд с электрическими машинами, одна из которых работает в режиме двигателя; компьютерный имитационный стенд кабины машиниста

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 8 семестре.

Экзамен в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»

А.А. Чучин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

О.Е. Пудовиков

С.В. Володин