

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



В.С. Тимонин

25 марта 2022 г.



Кафедра «Электропоезда и локомотивы»

Автор Руднев Владимир Сергеевич, к.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория тяги поездов**

Специальность:	<u>23.05.03 – Подвижной состав железных дорог</u>
Специализация:	<u>Электрический транспорт железных дорог</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2019</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 10 15 мая 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">О.Е. Пудовиков</p>
--	---

Рабочая программа учебной 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: 15.05.2019

Москва 2022 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения учебной дисциплины «Теория тяги поездов» являются получение теоретических знаний и практических навыков анализа и решения технических задач, связанных с механикой движения поездов на железных дорогах, рационального проектирования локомотивов, выбора и расчета их основных параметров, оценки тяговых возможностей. Тяговые расчеты, принципы и методы которых разработаны отечественными учеными и специалистами на базе теории тяги поездов, являются одновременно и основой для рациональной организации движения на железных дорогах, эффективной эксплуатации локомотивного парка и работы эксплуатационных локомотивных депо в целом.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Теория тяги поездов" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Общий курс железнодорожного транспорта:**

Знания: – основные понятия о транспорте, транспортных системах; основные характеристики различных видов транспорта; технику, технологии и организацию работы железнодорожного транспорта, системы энергоснабжения, инженерные сооружения и системы управления на железнодорожном транспорте, стратегию развития железнодорожного транспорта;

Умения: – демонстрировать основные сведения о транспорте, транспортных системах, характеристиках различных видов транспорта, об организации работы, системах энергоснабжения, инженерных сооружениях железнодорожного транспорта;

Навыки: – основами устройства железных дорог, организации движения грузовых и пассажирских перевозок.

#### **2.1.2. Физика:**

Знания: – физические основы механики, электричества и магнетизма, физики колебаний и волн, квантовой физики, электродинамики, статистической физики и термодинамики, атомной и ядерной физики; фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;

Умения: – использовать основные законы механики и других естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

Навыки: – основными законами и методами механики.

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Государственная итоговая аттестация**

**3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ),  
СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКР-21 Способен осуществлять расшифровку параметров движения локомотивов и моторвагонного подвижного состава, зафиксированных на бумажных или электронных носителях информации.	ПКР-21.1 Способен осуществлять расшифровку параметров движения локомотивов и моторвагонного подвижного состава по скоростемерным лентам. ПКР-21.2 Способен осуществлять расшифровку параметров движения локомотивов и моторвагонного подвижного состава по электронным носителям информации.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

4 зачетных единиц (144 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 8
Контактная работа	96	96,15
Аудиторные занятия (всего):	96	96
В том числе:		
лекции (Л)	48	48
практические (ПЗ) и семинарские (С)	48	48
Самостоятельная работа (всего)	21	21
Экзамен (при наличии)	27	27
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	144	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	4.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КП (1), ПК1, ПК2	КП (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	Раздел 1 Транспортное движение и локомотивная тяга.	4		2			6	
2	8	Тема 1.1 Основные характеристики кинематики транспортного движения Основные характеристики кинематики транспортного движения. Способы создания движущей силы в различных видах транспорта. Виды наземного колесного	4		2			6	ПК1
3	8	Раздел 2 Сила тяги и тяговые характеристики локомотивов	4		2			6	
4	8	Тема 2.4 Тяговые свойства электровозов с бесколлекторными тяговыми электродвигателями.	4		2			6	
5	8	Раздел 3 Силы сопротивления движению	12		4		2	18	
6	8	Тема 3.1 Классификация сил сопротивления. Основное сопротивление движению.	4				2	6	
7	8	Тема 3.4 Дополнительные силы сопротивления движению	4		4			8	
8	8	Тема 3.5 Добавочное сопротивление при трогании поезда с места. Общее сопротивление. Пути снижения	4					4	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		сопротивления движению.							
9	8	Раздел 4 Тормозные силы и торможение поездов.	12				3	15	
10	8	Тема 4.1 Системы торможения. Образование тормозной силы при колесно-колодочном, торможении.	4				2	6	ПК2
11	8	Тема 4.2 Тормозной коэффициент. Факторы, определяющие величину тормозной силы: коэффициент трения колодок, материал колодок, сила нажатия. Тормозной коэффициент.	4					4	
12	8	Тема 4.4 Электрическое торможение локомотивов	4				1	5	
13	8	Раздел 5 Уравнение движения поезда	4		16		1	21	
14	8	Тема 5.1 Общий вид уравнения движения поезда. Общий вид уравнения движения поезда. Формы уравнения для различных режимов движения поезда и работы локомотива. Цели и возможности решения уравнения движения поезда.	2				1	3	
15	8	Тема 5.2 Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения	2		16			18	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения. Возможности интегрирования уравнения движения поезда при переменной скорости.							
16	8	Раздел 6 Техника тяговых расчетов	6		18		5	29	
17	8	Тема 6.1 Установление унифицированных весовых норм Установление унифицированных весовых норм. Графические методы интегрирования уравнения движения поезда.	2		4		1	7	
18	8	Тема 6.2 Тормозные задачи, связанные с обеспечением безопасности движения поездов. Графоаналитические способы решения этих задач.	2		14		4	20	
19	8	Тема 6.3 Основные положения и нормативы тяговых расчетов на подъездных путях промышленных предприятий.	2					2	
20	8	Раздел 7 Энергетика локомотивной тяги	4		6		5	15	КП
21	8	Тема 7.2 Расчет расхода топлива тепловозом и электроэнергии электровозами.	2		6		2	10	
22	8	Тема 7.3 Влияние	2				3	5	



№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		эксплуатационных факторов на расход энергоресурсов локомотивами.							
23	8	Раздел 8 Испытания локомотивов	2				5	34	
24	8	Тема 8.1 Назначение и классификация испытаний Назначение и классификация испытаний.  Эксплуатационные испытания локомотивов	2				5	34	ЭК
25		Всего:	48		48		21	144	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 48 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 1 Транспортное движение и локомотивная тяга. Тема: Основные характеристики кинематики транспортного движения	Занятие 1  Кинематические параметры транспортного движения и единицы их измерения. Единицы измерения сил. Различия понятий массы, как количества вещества, и веса, как силы. Удельные силы. Особенности единиц измерения, принятых в ПТР издания 1985 г.	2
2	8	РАЗДЕЛ 2 Сила тяги и тяговые характеристики локомотивов Тема: Тяговые свойства электровозов с бесколлекторными тяговыми электродвигателями.	Занятие 5  Расчетные режимы работы локомотивов по силе тяги и скорости. Их сравнение для известных серий отечественных и зарубежных тепловозов и электровозов. Коэффициент тяги локомотивов.	2
3	8	РАЗДЕЛ 3 Силы сопротивления движению Тема: Дополнительные силы сопротивления движению	Занятие 2  Геометрические характеристики железнодорожного пути. Продольный профиль пути. Понятие об уклонах профиля. Геометрическое и условное представление продольного профиля пути.	2
4	8	РАЗДЕЛ 3 Силы сопротивления движению Тема: Дополнительные силы сопротивления движению	Занятие 3  Анализ продольного профиля участка пути с позиций характера предполагаемого движения поезда. Выбор расчетного подъема. Спрявление продольного профиля пути.	2
5	8	РАЗДЕЛ 5 Уравнение движения поезда Тема: Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения	Занятие 11  Методы определения скорости движения поезда по участку.	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
6	8	РАЗДЕЛ 5 Уравнение движения поезда Тема: Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения	Занятие 12  Техника построения кривой скорости способом А.И. Липеца. Выбор масштаба построений.	2
7	8	РАЗДЕЛ 5 Уравнение движения поезда Тема: Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения	Занятие 13  Определение равновесных скоростей движения поезда для различных уклонов профиля пути на основе диаграмм равнодействующих сил.	2
8	8	РАЗДЕЛ 5 Уравнение движения поезда Тема: Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения	Занятие 14  Методы определения времени хода поезда по участку	2
9	8	РАЗДЕЛ 5 Уравнение движения поезда Тема: Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения	Занятие 15  Техника построения кривой скорости времени способом Г.В. Лебедева. Выбор масштаба построений.	2
10	8	РАЗДЕЛ 5 Уравнение движения поезда Тема: Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения	Занятие 16  Проверка веса поезда по условиям нагревания тяговых электрических машин локомотива	2
11	8	РАЗДЕЛ 5 Уравнение движения поезда Тема: Решение уравнения движения при постоянной скорости и его практические приложения	Занятие 17  Техника построения зависимостей (кривых) силы тока тяговых электродвигателей тепловозов и электровозов от пути.	4

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
12	8	РАЗДЕЛ 6 Техника тяговых расчетов Тема: Установление унифицированных весовых норм	Занятие 6  Расчет веса (массы) грузового состава и установление весовой нормы поездов для заданного участка.	4
13	8	РАЗДЕЛ 6 Техника тяговых расчетов Тема: Тормозные задачи, связанные с обеспечением безопасности движения поездов. Графоаналитические способы решения этих задач.	Занятие 8  Удельные тормозные силы. Методика расчета удельных равнодействующих сил при различных скоростях движения.	6
14	8	РАЗДЕЛ 6 Техника тяговых расчетов Тема: Тормозные задачи, связанные с обеспечением безопасности движения поездов. Графоаналитические способы решения этих задач.	Занятие 9  Расчет сил, действующих на поезд, в режимах тяги и холостого хода (выбега) локомотива, а также при служебном и экстренном торможениях.	2
15	8	РАЗДЕЛ 6 Техника тяговых расчетов Тема: Тормозные задачи, связанные с обеспечением безопасности движения поездов. Графоаналитические способы решения этих задач.	Занятие 10  Методики определения допустимых по условиям безопасности скоростей движения поезда.	6
16	8	РАЗДЕЛ 7 Энергетика локомотивной тяги Тема: Расчет расхода топлива тепловозом и электроэнергии электровозами.	Занятие 18  Расчет затрат энергии на тягу поездов. Определение расхода электроэнергии электровозами постоянного и переменного тока. Определение расхода дизельного топлива тепловозами. Сопоставление удельных затрат энергии.	6
ВСЕГО:				48/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Тема проекта «Выбор рациональной серии локомотива для ведения состава заданного веса по участку».

Образец задания на выполнение курсового проекта прилагается



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Виды образовательных технологий подразделяются на традиционные технологии (объяснительно-иллюстративные) и интерактивные технологии (диалоговые).

Интерактивные методы обучения – методы, основанные на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи, возможности взаимной оценки и контроля, использования документов и других источников информации.

Интерактивный имитационный метод обучения – метод обучения, построенный на взаимодействии обучающегося с учебным окружением, учебной и информационной средой и основанный на технических средствах обучения (интерактивная доска, компьютерные технологии и т.п.) и компьютерных имитациях (симуляциях), воспроизводящих в условиях обучения реальные процессы путем их моделирования [интерактивная доска; электронный учебник; электронный справочник; тренажерный компьютерный комплекс (компьютерные модели, компьютерные конструкторы, компьютерные тренажеры); электронный лабораторный практикум; компьютерная тестирующая система (тестирующая интерактивная программа, база знаний, база данных)].

Интерактивный неимитационный метод обучения – метод обучения, построенный на взаимодействии обучающегося с учебным окружением, учебной и информационной средой, не предусматривающий построение моделей исследуемых процессов (проблемная лекция, видеолекция, мультимедиа лекция, учебная дискуссия, разбор и анализ ситуации, мозговой штурм и др.).

При реализации программы дисциплины «Теория тяги поездов» будут использованы различные образовательные технологии. Учебные занятия будут проводиться с использованием традиционного и интерактивного имитационного методов обучения, в частности, с использованием тренажерных компьютерных комплексов кафедры. Текущий контроль успеваемости студентов будет проведен с помощью компьютерной тестирующей системы.

Самостоятельная работа студентов предполагает использование интерактивных технологий: диалоговых и компьютерных технологий.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 3 Силы сопротивления движению Тема 1: Классификация сил сопротивления. Основное сопротивление движению.	Основное сопротивление движению поезда. Способы его снижения.	2
2	8	РАЗДЕЛ 4 Тормозные силы и торможение поездов. Тема 1: Системы торможения. Образование тормозной силы при колесно-колодочном, торможении.	Системы торможения и их эффективность.	2
3	8	РАЗДЕЛ 4 Тормозные силы и торможение поездов. Тема 4: Электрическое торможение локомотивов	Системы электрического торможения локомотивов.	1
4	8	РАЗДЕЛ 5 Уравнение движения поезда Тема 1: Общий вид уравнения движения поезда.	Решение тяговых задач при равномерном движении поезда.	1
5	8	РАЗДЕЛ 6 Техника тяговых расчетов Тема 1: Установление унифицированных весовых норм	Установление весовых норм на железнодорожном участке.	1
6	8	РАЗДЕЛ 6 Техника тяговых расчетов Тема 2: Тормозные задачи, связанные с обеспечением безопасности движения поездов. Графоаналитические способы решения этих задач.	Способы определения скорости движения поезда.	2
7	8	РАЗДЕЛ 6 Техника тяговых расчетов Тема 2: Тормозные задачи, связанные с обеспечением	Способы определения времени хода поезда по участку.	2

		безопасности движения поездов. Графоаналитические способы решения этих задач.		
8	8	РАЗДЕЛ 7 Энергетика локомотивной тяги Тема 2: Расчет расхода топлива тепловозом и электроэнергии электровозами.	Методы нормирования расхода энергоресурсов.	2
9	8	РАЗДЕЛ 7 Энергетика локомотивной тяги Тема 3: Влияние эксплуатационных факторов на расход энергоресурсов локомотивами.	Влияние эксплуатационных факторов на расход локомотивами энергоресурсов.	2
10	8	РАЗДЕЛ 7 Энергетика локомотивной тяги Тема 3: Влияние эксплуатационных факторов на расход энергоресурсов локомотивами.	Оценка влияния качественных факторов на расход энергоресурсов.	1
11	8	РАЗДЕЛ 8 Испытания локомотивов Тема 1: Назначение и классификация испытаний	Назначение и классификация испытаний.	2
12	8	РАЗДЕЛ 8 Испытания локомотивов Тема 1: Назначение и классификация испытаний	Эксплуатационные испытания локомотивов.	2
13	8	РАЗДЕЛ 8 Испытания локомотивов Тема 1: Назначение и классификация испытаний	Жизненный цикл локомотивов.	1
ВСЕГО:				21



## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Теория локомотивной тяги	Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я.	М.: Издательство «Маршрут», 2005 НТБ МИИТа	Все разделы
2	Теория электрической тяги: Учебник для вузов ж.-д. транспорта	Осипов С.И., Осипов С.С., Феоктистов В.П.	М.: Издательство «Маршрут», 2006 НТБ МИИТа	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
3	Тяговые расчеты: Справочник	Гребенюк П.Т., Долганов А.Н., Скворцова А.И.	М.: Транспорт, 1987 НТБ МИИТа	Все разделы
4	Тяга поездов: Методические указания	Руднев В.С.	М.: МИИТ, 2012 НТБ МИИТа	Все разделы
5	Правила тяговых расчетов для поездной работы		М.: Транспорт, 1985 НТБ МИИТа	Все разделы

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека.
4. Поисковые системы: Yandex, Rambler, Google, Mail.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

## 10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Компьютерный класс кафедры;  
Тренажер машиниста тепловоза в тепловозной лаборатории

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Руднев В.С. Тяга поездов: Методические указания. – М.: МИИТ, 2012. – 52 с.  
Руднев В.С. Тяговые расчеты для магистральных железных дорог: Методические указания. М.: МИИТ, 2014. – 44 с.