

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаранин Максим Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.06.2026 10:37:44
Уникальный программный ключ:
7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом университета
(протокол от 24.02.2026 №15)

Теория тяги поездов

рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
Направленность (профиль) Локомотивы

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

экзамен 4

курсовой проект 4

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	уп	ип		
Лекции	4	4	4	4
Практические	4	4	4	4
Конт. ч. на аттест.	2	2	2	2
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	2,3	2,3	2,3	2,3
В том числе в форме практ.подготовки	73	73	73	73
Итого ауд.	8	8	8	8
Контактная работа	12,3	12,3	12,3	12,3
Сам. работа	161	161	161	161
Часы на контроль	6,7	6,7	6,7	6,7
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Ляшенко В.В.

Рабочая программа дисциплины

Теория тяги поездов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215)

составлена на основании учебного плана: 23.05.03-26-1-ПСЖДл.plz.plx

Направление подготовки 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Направленность (профиль) Локомотивы

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Тяговый подвижной состав

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Шепелин П.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью изучения данной дисциплины является оптимизация использования пропускной способности железнодорожного транспорта, технических средств в целях снижения себестоимости перевозок, обеспечения их эффективности, изучение процессов движения поезда, используя полученные знания в процессе разработки и реализации наиболее экономичных и безопасных условий эксплуатации локомотивов.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.05
-------------------	---------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-4 Способен организовывать мероприятия по обеспечению и контролю безопасности движения и эксплуатации локомотивов

ПК-4.2 Производит тяговые расчеты на участке эксплуатации и осуществляет контроль их выполнения с целью обеспечения безопасности движения

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	теорию движения поезда основанную на эффективной эксплуатации подвижного состава.
3.2	Уметь:
3.2.1	выполнять тяговые расчеты, определять потребное количество тормозов, расчетную силу нажатия.
3.3	Владеть:
3.3.1	технологией составления тяговой характеристики локомотива.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Транспортные средства и элементы инфраструктуры ОАО "РЖД" определяющие тягу поездов.			
1.1	Методологические основы теории тяги. Общие сведения о тяговом подвижном составе (ТПС). Влияние элементов инфраструктуры, таких как путь, система электроснабжения для ЭПС, на организацию движения поездов. /Лек/	4	0,5	
1.2	Выдача конкретного варианта задания параметров подвижного состава для выполнения курсовой работы. Приводятся примеры по поиску исходных параметров в книге «Правила тяговых расчетов». /Пр/	4	0,5	Практическая подготовка
	Раздел 2. Влияние железнодорожного пути на тягу поездов			
2.1	План и профиль пути. Влияние кривых на скорость движения поездов. Силы сопротивления движения поезда, основное и дополнительное сопротивления /Лек/	4	0,5	
2.2	Общие сведения о конструкции контактной сети, способах подвески и закрепления проводов, их влияние на скорость движения поездов. Мероприятия по уменьшению сопротивления движению поезда. Технические возможности повышения скорости в кривых. /Лек/	4	0,5	
2.3	Спрямление элементов профиля пути. Выбор величины расчетного подъема, максимального подъема и спуска для заданного участка пути. /Пр/	4	0,5	Практическая подготовка
	Раздел 3. Контактная сеть			
3.1	Общие сведения о конструкции контактной сети, способах подвески и закрепления проводов, их влияние на скорость движения поездов. Влияние мощности тяговой подстанции на организацию тяжеловесных и длинносоставных поездов, на межпоездной интервал движения. /Лек/	4	0,5	
3.2	Определение длины состава поезда. Проверка массы состава на трогание с места. /Пр/	4	0,5	Практическая подготовка
	Раздел 4. Техничко-экономическое сравнение видов тяги и типов локомотивов			
4.1	Механизм возникновения силы тяги и поступательного движения подвижного состава. Сравнительные тягово-энергетические характеристики различных типов ТПС определяющие вес и скорость поезда. /Лек/	4	0,5	

4.2	Тяговая характеристика локомотива. Расчет исходных данных с применением ЭВМ. Назначение тяговых расчетов и их роль в организации движения поездов. Основные типы тяговых задач, решаемых с помощью уравнения движения поезда. /Пр/	4	1	Практическая подготовка
Раздел 5. Сопротивление движению поезда				
5.1	Основные понятия и классификация сил сопротивления движению поезда /Лек/	4	0,5	
5.2	Виды сопротивлений движению поезда и его снижение. /Пр/	4	0,5	Практическая подготовка
Раздел 6. Тормозные силы поезда				
6.1	Общие сведения о видах тормозных сил, принцип их действия. Влияние типов тормозов на скорость движения. /Лек/	4	0,5	
6.2	Определение величины тормозного коэффициента. Решение тормозной задачи математическим и графическим методом. /Пр/	4	0,5	Практическая подготовка
Раздел 7. Теоретические основы методов расчета движения поезда				
7.1	Общие теоретические основы методов решения дифференциального уравнения движения поезда. /Лек/	4	0,5	
7.2	Тяговая характеристика локомотива. Расчет исходных данных с применением ЭВМ. Построение зависимостей скорости и времени движения поезда по заданному участку методом МПС. /Пр/	4	0,5	Практическая подготовка
Раздел 8. Самостоятельная работа				
8.1	Подготовка к лекциям /Ср/	4	2	
8.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	4	4	
8.3	Выполнение курсового проекта /Ср/	4	70	Практическая подготовка
8.4	Основные сведения о локомотивах. Основные элементы устройства механической и электрической части подвижного состава. /Ср/	4	12	
8.5	Методы расчета сил сопротивления движению локомотивов и вагонов. Мероприятия по уменьшению сопротивления движению поезда. Технические возможности повышения скорости в кривых. /Ср/	4	9	
8.6	Виды контактных подвесок. Опоры контактной сети. Провода контактной сети. Изоляторы. Рельсовые цепи. /Ср/	4	10	
8.7	Преимущества и недостатки электрической и тепловозной тяги. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. Тяговые подстанции постоянного и переменного тока. /Ср/	4	10	
8.8	Виды сопротивлений движению поезда и его снижение. /Ср/	4	8	
8.9	Теоретические основы процесса образования силы тяги, создаваемой локомотивом. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на реализацию силы тяги. Методы опытного определения коэффициента сцепления и его расчетные значения. /Ср/	4	12	
8.10	Механизм образования тормозной силы и закон сцепления при торможении. Коэффициент трения и нажатие тормозной колодки. Методика планирования и организации нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов. /Ср/	4	8	
8.11	Методы уравнения движения поезда. /Ср/	4	8	
8.12	Спрос и предложения локомотивной тяги на рынке транспортных услуг. /Ср/	4	8	
Раздел 9. Контактные часы на аттестацию				
9.1	курсовой проект /КА/	4	2	
9.2	экзамен /КЭ/	4	2,3	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля), как правило, с использованием ЭИОС или путем проверки письменных работ, предусмотренных рабочими программами дисциплин в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Лукин В.В.	Железные дороги и подвижной состав. Зарождение и развитие: учебное пособие	, 2009	https://e.lanbook.com/book/1871
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Курилкин Д. Н.	Электрические передачи локомотивов. Ч. 1: Учебное пособие	, 2020	https://e.lanbook.com/book/1871
6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)				
6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения				
6.2.1.1	Microsoft Office			
6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем				
6.2.2.1	База данных совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества - www.sovetgt.ru			
6.2.2.2				
6.2.2.3	База данных Объединения производителей железнодорожной техники - www.opzt.ru			
6.2.2.4				
6.2.2.5	База данных Некоммерческого партнерства производителей и пользователей железнодорожного подвижного состава «Объединение вагоностроителей» - www.ovsr.rf			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).			
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)			
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.			
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования			
7.5	Помещения для курсового проектирования / выполнения курсовых работ, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (стационарными или переносными).			

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

ТЕОРИЯ ТЯГИ ПОЕЗДОВ

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

«Локомотивы»

(наименование)

Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации:

очная форма обучения – экзамен, курсовой проект (7 семестр);

заочная форма обучения – экзамен, курсовой проект (4 курс).

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-4 Способен организовывать мероприятия по обеспечению и контролю безопасности движения и эксплуатации локомотивов	ПК-4.2 Производит тяговые расчеты на участке эксплуатации и осуществляет контроль их выполнения с целью обеспечения безопасности движения

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-4.2 Производит тяговые расчеты на участке эксплуатации и осуществляет контроль их выполнения с целью обеспечения безопасности движения	Обучающийся знает: теорию движения поезда основанную на эффективной эксплуатацией подвижного состава.	Вопросы (1 - 15) Задания (1 - 23)
	Обучающийся умеет: выполнять тяговые расчеты, определять потребное количество тормозов, расчетную силу нажатия.	Задания (1 - 8)
	Обучающийся владеет: технологией составления тяговой характеристики локомотива.	Задания (1 - 3)

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

Промежуточная аттестация (курсовой проект) проводится в одной из следующих форм:

- 1) Публичная защита курсового проекта;
- 2) выполнение и размещение КП в ЭИОС университета с последующей защитой по средствам ресурсов ЭИОС университета.

2. Типовые¹ контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

¹ Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-4.2 Производит тяговые расчеты на участке эксплуатации и осуществляет контроль их выполнения с целью обеспечения безопасности движения	Обучающийся знает: теорию движения поезда основанную на эффективной эксплуатацией подвижного состава.
<i>Примеры вопросов/заданий</i> <i>Тест 1</i> Что обеспечивает конструкция подвижного состава? а) безопасность движения при допускаемых скоростях на прямых и кривых участках пути, плавность хода, достаточную устойчивость и прочность. б) плавность хода, достаточную устойчивость и прочность в) безопасность движения при не допустимых скоростях на отдельных участках пути г) максимально развивающуюся скорость движения на прямых и кривых участках пути, с выбором определенных особенностей параметров локомотива. <i>Тест 2</i> В зависимости от источника энергии для превращения ее в механическую работу локомотивы подразделяются: а) на зависимые (автономные) и независимые (неавтономные); б) независимые (неавтономные) или зависимые (автономные); в) независимые (автономные) и зависимые (неавтономные); г) зависимые (автономные) и независимые (неавтономные). <i>Тест 3</i> Выберите правильное определение: а) Электровозом называется локомотив, источником энергии которого является электрическая энергия, получаемая через контактную сеть от электрических станций; б) Электровозом называется локомотив, источником энергии которого является электрическая энергия, получаемая от собственного дизель генератора; в) Электровозом называется подвижной состав, имеющий в качестве силовой установки газовую турбину; г) Электровозом называется локомотив, который получает электрическую энергию через контактную сеть, где электродвигатели установлены в моторных вагонах, которые вместе с прицепными образуют секции. <i>Тест 4</i> Укажите правильный ответ: а) Локомотив представляет собой силовую тяговую установку, двигающуюся по рельсовым путям и предназначенную для перемещения подвижного состава или отдельных вагонов; б) Локомотив представляет собой установку, предназначенную для перемещения отдельных вагонов; в) Локомотивом называется совокупность электромеханических, пневмоэлектрических узлов и агрегатов; г) Локомотивом, называется транспортное средство, предназначенное для перемещения грузов по железной дороге. <i>Тест 5</i> Энергосистема — это: а) совокупность крупных электрических станций, объединенных линиями электропередачи и совместно питающих потребителей электрической и тепловой энергией; б) небольшие электрические станции, объединенные линиями электропередачи в) совокупность крупных потребителей, которые питают электрической и тепловой энергией электрические станции; г) линии электропередач питающих потребителей электрической энергией. <i>Тест 6</i> На каких участках особенно проявляется высокая эффективность электрической тяги? а) на участках с легким профилем пути; б) на участках со средним профилем пути; в) на ровных участках пути; г) на участках с тяжелым профилем пути. <i>Тест 7</i> Какие внешние силы действуют на поезд? а) управляемые — силы сопротивления движению W, сила тяги F_k и неуправляемые - тормозная сила W_t; б) управляемые — силы сопротивления движению W, неуправляемые - тормозная сила W_t и сила тяги F_k; в) управляемые – сила тяги F_k и тормозная сила W_t, и неуправляемые – силы сопротивления движению W. <i>Тест 8</i> Какую систему электроснабжения используют на железных дорогах России? а) постоянного и однофазного переменного тока, (третья фаза — рельсы); б) переменного тока;	

- в) постоянного тока;
- г) однофазного переменного тока.

Тест 9

Какая номинальная величина напряжения регламентирована Правилами технической эксплуатации в контактной сети электрического подвижного состава?

- а) 25 кВ — при постоянном токе и 3 кВ — при переменном;
- б) 3 кВ — при постоянном токе;
- в) 3 кВ — при постоянном токе и 25 кВ — при переменном;
- г) нет правильного ответа}

Тест 10

Ширина колеи Российских железных дорог равна:

- а) 1520 мм; б) 1540 мм; в) 1522 мм; г) 1632 мм.

Тест 11

По числу секций электровозы делятся:

- а) на одно-, двухсекционные;
- б) на одно-, двух- трёхсекционные;
- в) на одно-, двух- трёх- и четырёхсекционные, возможность объединения двух, трёх или четырёх секций электровозов для работы по системе СМЕ;
- г) на двух- трёхсекционные.

Тест 12

Назовите основные режимы движения поезда:

- а) режим тяги, выбега, холостого хода, торможения;
- б) режим тяги, выбега, торможения;
- в) режим тяги и торможения;
- г) режим торможения.

Тест 13

За счет чего повышается технико-экономическая эффективность электрической тяги?

- а) за счет внедрения системы переменного тока промышленной частоты;
- б) за счет автоматизирования управления устройствами электроснабжения;
- в) за счет меньшего оборудования для тяговых подстанций;
- г) все ответы верны}

Тест 14

В каких единицах рассчитываются удельные силы сопротивления?

- а) т/кг; б) т/т; в) кг/кг; г) кг/т.

Тест 15

В какой последовательности включаются тяговые электродвигатели при увеличении скорости движения?

- а) $C \rightarrow СП \rightarrow П$; б) $СП \rightarrow C \rightarrow П \sim C \rightarrow П \rightarrow СП$; в) $П \rightarrow C \rightarrow СП$.

Тест 15

КПД электрической тяги определяется формулой:

- а) $\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$; б) η ; в) $\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5$; г) $\eta_1 \cdot \eta_2$.

Тест 16

Можно ли спрямлять элементы профиля пути с противоположными знаками? а) нет; б) да.

Тест 17

На каком профиле пути производится апробирование тормозов? а) на горизонтальном и спуске; б) на горизонтальном; в) на спуске г) на подъеме.

Тест 18

От чего образуется дополнительное сопротивление поезда? а) от уклона пути; б) от кривизны пути; в) от атмосферных условий; г) все ответы верны.

Тест 19

При какой максимальной скорости допускается проезд входных стрелок, если поезд останавливается на станции? а) 40 км/ч; б) 50 км/ч; в) 60 км/ч; г) 30 км/ч.

Тест 20

Расчетный подъем — это...

- а) Наиболее трудный участок пути для движения поезда, на котором достигается конструкционная скорость;
- б) Наиболее легкий участок пути для движения поезда, на котором достигается расчетная скорость;
- в) Наиболее трудный участок пути для движения поезда, на котором достигается минимальная скорость;
- г) Наиболее трудный для движения в данном направлении профиль пути, на котором достигается расчетная скорость.

Тест 21

Скорость движения поезда по участку с учетом времени на разгон, замедление и времени на стоянку:

- а) техническая
- б) ходовая
- в) участковая
- г) маршрутная

Тест 22

Сколько метров запас длины на неточность установки поезда?

- а) 10 м
- б) 15 м

в) 20 м
г) 25 м
Тест 23

Тяговая характеристика локомотива - это зависимость:

- а) Силы тяги от времени движения
- б) Силы тяги от скорости движения
- в) Силы тяги от сопротивления движению
- г) Силы тяги от ускорения

2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-4.2 Производит тяговые расчеты на участке эксплуатации и осуществляет контроль их выполнения с целью обеспечения безопасности движения	Обучающийся умеет: выполнять тяговые расчеты., определять потребное количество тормозов, расчетную силу нажатия.

В рамках выполнения курсового проекта необходимо выполнить расчеты по следующим разделам:

Общие указания по выполнению курсового проекта

1. Излагаются требования для выполнения курсового проекта (основные положения).
2. Обсуждается структура курсового проекта.
3. Обсуждение преподавателя со студентами основных положений по выполнению работы.

Курсовой проект необходимо выполнять осмысленно, применяя расчетные формулы и тщательно продумывая выводы и результаты. Совершенно недопустимо механическое применение формул и выполнение по ним расчетов. Методические указания, которые приводятся ниже, не избавляют Вас (студентов) от необходимости глубоко и внимательно разобраться в рассматриваемых вопросах, используя соответствующие рекомендуемые источники.

Основы тяговых расчетов

1. Цель данного раздела (выполнение тяговых расчетов).
 2. Провести анализ и спрямление профиля пути.
 3. Установить величины расчетного подъема, максимального спуска и подъема.
- Необходимо осознание, для чего спрямляется профиль пути. Для повышения точности результатов тяговых расчетов, а также для сокращения объема последних и, следовательно, времени на их выполнение, необходимо спрямлять профиль пути.

Рассмотреть порядок выполнения и оформления расчетов по спрямлению элементов профиля пути на примере.

Вопросы

1. В соответствии с какими требованиями необходимо выполнять точность вычислений?
2. При построении каких графических зависимостей следует пользоваться только масштабами, приведенными в таблице методических указаний?
3. Для чего необходимо спрямлять профиль пути?
4. В процессе спрямления какие ограничения необходимо учитывать?
5. Что необходимо, чтобы расчеты скорости и времени движения поезда по участку были достаточно точными?
6. Как определить абсолютную величину разности между уклоном спрямляемого участка и уклоном проверяемого элемента?
7. Какие элементы спрямляемой группы подлежат проверке?
8. Абсолютная величина разности между уклоном спрямляемого участка и уклоном проверяемого элемента как определяется?
9. На спрямленных элементах расположенные кривые чем заменяются?
10. Знак крутизны окончательного уклона спрямленного участка в продольном профиле пути какого знака может быть?

Определение массы состава, числа вагонов и осей состава, длины поезда и состава

1. Иметь представление о расчетном подъеме и как его определить
2. Уметь определять массу состава для выбранного расчетного подъема
3. Уметь определять массу состава, число вагонов
4. Уметь определять длину поезда и состава

ВОПРОСЫ

1. Что называется расчетным подъемом?
2. Единица измерения расчетной силы тяги локомотива?
3. Если длина поезда меньше или равна длине приемо-отправочных путей станций заданного участка, что это означает?
4. Если же вычисленная длина поезда получилась больше длины приемо-отправочных путей, указанной в задании, что необходимо предпринять? **Проверка массы состава на трогание с места, определение величины расчетного тормозного коэффициента**

1. Проверка массы состава на трогание с места на станции или остановочных пунктах
2. Определение удельного сопротивления состава при трогании с места
3. Расчетный тормозной коэффициент поезда
4. Исходные данные для ввода в ЭВМ

ВОПРОСЫ

1. Обосновать для чего должно выдерживаться условие $Q_{тр} > Q$?
2. Что называется расчетным тормозным коэффициентом поезда?
3. Для того чтобы составить массив сил тяги локомотива, что необходимо предпринять?

Решение тормозной задачи

1. Рассмотреть основные критерии решения тормозной задачи.
2. Построение графической зависимости удельных замедляющих сил при экстренном торможении.

Цель практического занятия – рассмотреть решение тормозной задачи двумя способами, а именно математическим и графическим.

Вопросы

1. Где необходимо учитывать результаты решения тормозной задачи?
2. Чтобы поезд мог быть всегда остановлен на расстоянии, не превышающим длины полного тормозного пути, что необходимо предпринять?
3. Почему тормозной путь $S_t = 1200$ м?
4. Как называется скорость поезда, при которой начинается торможение и устанавливающаяся в результате торможения?
5. Какое время называется периодом подготовки тормозов к действию?
6. Как строится графическая зависимость удельных замедляющих сил при экстренном торможении от скорости?

Построение кривых скорости $v = f(s)$

Построение диаграммы удельных равнодействующих (ускоряющих и замедляющих) сил.

Эта диаграмма строится по данным распечатки с ЭВМ.

Вопросы

Как построить диаграмму удельных равнодействующих (ускоряющих и замедляющих) сил, для следующих режимов:

1. Режим тяги $f_1(v) = f_k - \omega_0$;
2. Режим холостого хода $f_2(v) = \omega_{0x}$;
3. Режим служебного торможения $f_3(v) = \omega_{0x} + b_T$.
4. При выполнении тяговых расчетов необходимо к какому результату стремиться?
5. Чтобы время движения поезда по перегонам было минимальным, что необходимо для этого предпринимать?
6. При достижении поездом скорости 40-60 км/ч на площадке или спуске, что необходимо учитывать?
7. Когда локомотив входит на входные стрелки, центр массы поезда находится от них на каком расстоянии? Когда это необходимо учитывать? И чему равна допускаемая скорость движения в этом случае?

Построение кривой времени $t = f(s)$. Определение технической скорости движения поезда.

Построение кривой времени, является результатом графического интегрирования уравнения движения поезда, а также диаграмм равнодействующих сил, являющихся основой для такого интегрирования.

Цель практического занятия – обсудить вопросы, касающиеся построению кривой времени.

Вопросы

1. От чего зависит построение кривой времени?
2. Построение первого и последующих элементов графика $t=f(s)$?
3. Как определяется техническая скорость движения поезда?

Эксплуатация локомотивов

План проведения занятия

Одной из проблем при организации движения поездов является рациональное использование локомотивного парка, данному вопросу и посвящено это занятие.

Вопросы

1. Определить пункты технического обслуживания ТО-2 локомотивов и их экипировки.

2. Составить расписание движения поездов на заданном участке. 3. Составить расчетные ведомости оборота локомотивов на участке обращения. 4. Разработать график оборота локомотивов и определить потребность локомотивов для заданных размеров движения.	
ПК-4.2 Производит тяговые расчеты на участке эксплуатации и осуществляет контроль их выполнения с целью обеспечения безопасности движения	Обучающийся владеет: технологией тяговых расчетов.

В рамках выполнения курсового проекта необходимо выполнить расчеты по следующим разделам:

Примеры заданий

Задание №1

Спрямить профиль пути, который состоит в замене двух или нескольких смежных элементов продольного профиля пути одним элементом, длина которого s_c равна сумме длин спрямляемых элементов ($s_1, s_2, \dots, s_n$), т.е.

$$s_c = s_1 + s_2 + \dots + s_n, \quad (1)$$

а общая крутизна спрямляемых элементов i'_c вычисляется по формуле

$$i'_c = \frac{i_1 \cdot s_1 + i_2 \cdot s_2 + \dots + i_n \cdot s_n}{s_1 + s_2 + \dots + s_n}, \quad (2)$$

где $i_1, i_2, \dots, i_n$ - крутизна элементов спрямляемого участка.

Чтобы расчеты скорости и времени движения поезда по участку были достаточно точными, необходимо выполнить проверку каждого спрямляемого элемента на возможность спрямления по формуле:

$$\Delta_i \cdot s_i \leq 2000; \quad (3)$$

где s_i - длина спрямляемого элемента, м;

Δ_i - абсолютная величина разности между уклоном спрямляемого участка и уклоном проверяемого элемента, ‰, т.е. $|\dot{i}'_c - i_{эл}|$. Проверке по формуле (3) подлежит каждый элемент спрямляемой группы, но прежде всего тогда, когда спрямляемые соседние элементы резко отличаются друг от друга по крутизне и по длине.

На спрямленных элементах возможно расположение кривых, которые заменяются фиктивным подъемом. Величина фиктивного подъема определяется по формуле:

$$i''_c = \frac{700}{s_c} \sum_{i=1}^n \frac{s_{kpi}}{R_{kpi}}, \quad (4)$$

где s_{kpi}, R_{kpi} - длина и радиус кривых в пределах спрямленного участка, м.

Если элемент профиля не подлежит спрямлению, а на нем расположена кривая, то фиктивный подъем от кривой i''_c определяется по формуле

$$i''_c = \frac{700}{R_{kpi}}, \quad (5)$$

где R_{kp} - радиус кривой, м.

Окончательный уклон спрямленного участка в продольном профиле пути равен:

$$i_c = \pm i'_c + i''_c. \quad (6)$$

Необходимо заметить, что знак крутизны i_c может быть и положительным (для подъемов), и отрицательным (для спусков); знак крутизны фиктивного подъема от кривой i''_c всегда положительный. Это обязательно надо учитывать при вычислениях.

Задание №2

Определить массу состава для выбранного расчетного подъема определяют, исходя из расчетных параметров локомотива и состава, по следующей формуле:

$$Q = \frac{F_{kp} - P_{\text{л}}(\omega'_0 + i_p)}{\omega''_0 + i_p}, \quad (7)$$

где F_{kp} - расчетная сила тяги локомотива, кгс (см. табл. 23 для тепловозов и табл. 16 для электровозов в /2/);

P_l - расчетная масса локомотива, т (см. табл.5 в /2/);

ω'_0 - основное удельное сопротивление локомотива в режиме тяги, кгс/т;

ω''_0 - основное удельное сопротивление состава, кгс/т;

i_p - крутизна расчетного подъема, ‰.

Основное удельное сопротивление локомотива подсчитывают по формуле:

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01v_p + 0,0003v_p^2, \quad (8)$$

где v_p - расчетная скорость локомотива, км/час (см. табл.5 в /2/).

Основное удельное сопротивление состава определяют по формуле:

$$\omega''_0 = \alpha \cdot \omega''_{04\kappa} + \beta \cdot \omega''_{04c} + \gamma \cdot \omega''_{06} + \delta \cdot \omega''_{08}, \quad (9)$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ - соответственно доли (не проценты) 4-, 6-, 8-осных грузовых вагонов в составе;

$\omega''_{04\kappa}$ - основное удельное сопротивление 4-осных грузовых вагонов на подшипниках качения, кгс/т.

$$\omega''_{04\kappa} = 0,7 + \frac{3 + 0,1v_p + 0,0025v_p^2}{g_{04}}; \quad (10)$$

ω''_{04c} - основное удельное сопротивление 4-осных грузовых вагонов на конических подшипниках, кгс/т:

$$\omega''_{04c} = 0,7 + \frac{1 + 0,1v_p + 0,0025v_p^2}{g_{04}}; \quad (11)$$

ω''_{06} - основное удельное сопротивление 6-осных вагонов, кгс/т:

$$\omega''_{06} = 0,7 + \frac{8 + 0,1v_p + 0,0025v_p^2}{g_{06}} \quad (12)$$

ω''_{08} - основное удельное сопротивление 8-осных вагонов, кгс/т.

$$\omega''_{08} = 0,7 + \frac{6 + 0,038v_p + 0,0021v_p^2}{g_{08}}. \quad (13)$$

Здесь g_{04}, g_{06}, g_{08} - средняя нагрузка от оси на рельсы соответственно 4-, 6-, 8-осных грузовых вагонов т/ось:

$$g_{04} = \frac{g_4}{4}; \quad g_{06} = \frac{g_6}{6}; \quad g_{08} = \frac{g_8}{8}, \quad (14)$$

где g_4, g_6, g_8 - массы соответственно 4-, 6-, 8-осных грузовых вагонов, т. (см. исходные данные).

Задание №3

Определить число вагонов и осей состава, длину поезда и состава

Число вагонов в составе определяется по формулам:

$$m_4 = \frac{(\alpha + \beta)Q}{g_4}; \quad m_6 = \frac{\gamma \cdot Q}{g_6}; \quad m_8 = \frac{\delta \cdot Q}{g_8}, \quad (15)$$

где - массы соответственно 4-, 6-, 8-осных вагонов.

Полученные количества вагонов необходимо округлить до целых числовых значений. Длины вагонов принимаются равными: 4-осного – 15 м, 6-осного – 17 м, 8-осного – 20 м.

Число осей состава определяем так:

$$n = 4m_4 + 6m_6 + 8m_8. \quad (16)$$

Длину состава и поезда определяем по формулам:

$$l_n = l_l + l_c + 10 \text{ м}, \quad (17)$$

где - длина локомотива, м (см. табл.12 в /2/);

- длина состава, м;

10 м – запас длины на неточность установки поезда.

Проверка возможности установки поезда на приемо-отправочных путях выполняется по соотношению:

$$l_n \leq l_{\text{пос}}$$

(18)

где l_n – длина приемо-отправочных путей, м.

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

ПК-4.2 Производит тяговые расчеты на участке эксплуатации и осуществляет контроль их выполнения с целью обеспечения безопасности движения

1. Техничко – экономические преимущества электрической тяги.
 2. Реализация силы тяги при различном соединении тяговых электродвигателей.
 3. Общие сведения о силах сопротивления и их классификация.
 4. Вывод уравнения движения поезда.
 5. Ограничения силы тяги по сцеплению. Тяговая характеристика локомотивов. Образование силы тяги (расчет и построение тяговой характеристики, расчет силы тяги, коэффициент сцепления колеса с рельсом, вращающий момент).
 2. Ограничения силы тяги по условиям сцепления колес с рельсами, по условиям реализации мощности дизеля, по наибольшей (конструктивной) скорости (расчет и построения тяговой характеристики, пороговая скорость, ее определение, ограничители силы тяги).
 6. Дополнительное сопротивление от уклона пути.
 7. Вывод уравнения движения поезда на основе II закона Ньютона.
 8. История развития ЭПС.
 9. Основной закон локомотивной тяги.
 10. Определение расхода электроэнергии электровоза переменного тока.
 11. К.П.Д. электрической тяги.
 12. Сопротивление от ударов колес на стыках рельсов.
 13. Общие понятия о силах действующих на движущийся поезд.
 14. Расчет тормозного коэффициента поезда.
 15. Сопротивления от трения между шейками осей и подшипников.
 16. Определение массы состава для выбранного расчетного подъема.
 17. Графическое решение тормозной задачи.
 18. Сопротивление от качения колес по рельсам.
 19. Построение кривой $V=f(S)$ способом МПС.
 20. Сила сцепления с учетом упругости материала бандажа и рельса.
 21. Общее сопротивление поезда.
 22. Определение нагрева обмоток тяговых электродвигателей.
 23. Процесс создания силы тяги в результате взаимодействия движущих колес локомотива с рельсовым путем.
 24. Определение массы состава для выбранного расчетного подъема.
 25. Влияние физических и эксплуатационных факторов на коэффициент сцепления
 26. Ограничение силы тяги электровоза по тяговым электродвигателям.
 27. Определение виртуального коэффициента участка пути.
 28. Определение и значение тормозной силы.
 29. Проверка массы состава на трогание с места.
 30. Тормозная сила от действия тормозных колодок.
 31. Определение расхода электроэнергии электровоза постоянного тока
 32. Сопротивление от трения скольжения колес по рельсам.
 33. Определение времени хода поезда способом равномерных скоростей.
 34. Сопротивление от воздействия воздушной среды.
 35. Принципы нормирования расхода электроэнергии на тягу поездов.
 36. Дополнительное сопротивление от кривизны пути.
 37. Спрямление профиля пути. Цель спрямления и техника его выполнения.
 38. Дополнительное сопротивление при трогании с места.
 39. Экономия электроэнергии на тягу поездов.
 40. Определение виртуального коэффициента для участка пути.
 41. Расчетные формулы для определения удельного основного сопротивления вагонов и локомотивов.
 42. Определение максимально допустимой скорости движения поезда на наиболее крутом спуске.
- Меры по снижению сопротивления.

Перечень вопросов для подготовки к защите КП

1. В соответствии с какими требованиями необходимо выполнять точность вычислений?
2. При построении каких графических зависимостей следует пользоваться только масштабами, приведенными в таблице методических указаний?
3. Для чего необходимо спрямлять профиль пути?
4. В процессе спрямления какие ограничения необходимо учитывать?
5. Что необходимо, чтобы расчеты скорости и времени движения поезда по участку были достаточно точными?
6. Как определить абсолютную величину разности между уклоном спрямляемого участка и уклоном проверяемого элемента?
7. Какие элементы спрямляемой группы подлежат проверке?
8. Абсолютная величина разности между уклоном спрямляемого участка и уклоном проверяемого элемента как определяется?
9. На спрямленных элементах расположенные кривые чем заменяются?
10. Знак крутизны окончательного уклона спрямленного участка в продольном профиле пути какого знака может быть?
11. Что называется расчетным подъемом?
12. Единица измерения расчетной силы тяги локомотива?
13. Если длина поезда меньше или равна длине приемо-отправочных путей станций заданного участка, что это означает?
14. Если же вычисленная длина поезда получилась больше длины приемо-отправочных путей, указанной в задании, что необходимо предпринять?
15. Как определить силу тяги локомотива при трогании с места?
16. Обосновать для чего должно выдерживаться условие $> ?$
17. Что называется расчетным тормозным коэффициентом поезда?
18. Для того чтобы составить массив сил тяги локомотива, что необходимо предпринять?
19. Почему тормозной путь $t = 1200 \text{ м}$?
20. Как называется скорость поезда, при которой начинается торможение и устанавливающаяся в результате торможения?
21. Какое время называется периодом подготовки тормозов к действию?
22. Как строится графическая зависимость удельных замедляющих сил при экстренном торможении от скорости?
23. Как построить диаграмму удельных равнодействующих (ускоряющих и замедляющих) сил, для следующих режимов:
 - Режим тяги
 - Режим холостого хода
 - Режим служебного торможения
24. При достижении поездом скорости 40-60 км/ч на площадке или спуске, что необходимо учитывать?
25. Когда локомотив входит на входные стрелки, центр массы поезда находится от них на каком расстоянии? Когда это необходимо учитывать? И чему равна допускаемая скорость движения в этом случае?

Примерные задания (темы) на выполнение курсового проекта

1. Выполнить расчеты и построить графическую зависимость процесса движения электровоза постоянного тока, соответствующей серии и профиля пути, в соответствии с вариантом указанным в практикуме по выполнению курсового проекта.
2. Выполнить расчеты и построить графическую зависимость процесса движения электровоза переменного тока, соответствующей серии и профиля пути, в соответствии с вариантом указанным в практикуме по выполнению курсового проекта.
3. Выполнить расчеты и построить графическую зависимость процесса движения грузового тепловоза, соответствующей серии и профиля пути, в соответствии с вариантом указанным в практикуме по выполнению курсового проекта.
4. Выполнить расчеты и построить графическую зависимость процесса движения маневрового тепловоза, соответствующей серии и профиля пути, в соответствии с вариантом указанным в практикуме по выполнению курсового проекта.

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки:* незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.
- *негрубые ошибки:* неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.
- *недочеты:* нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.

Критерии формирования оценок по защите курсового проекта

«Отлично» (5 баллов) – получают студенты, оформившие КП в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты процесса движения поезда без арифметических и графических ошибок, а также грамотно ответившие на все встречные вопросы преподавателя.

«Хорошо» (4 балла) – получают студенты, оформившие КП в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты процесса движения поезда без грубых ошибок. При этом при ответах на вопросы преподавателя студент допустил не более одной грубой ошибки или двух негрубых ошибок.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают студенты, оформившие курсовой проект в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты процесса движения поезда. При этом при ответах на вопросы преподавателя студент допустил две-три грубые ошибки или четыре негрубых ошибок.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – ставится за курсовой проект, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно».

Виды ошибок:

- *грубые:* неумение выполнять типовые расчеты определение спрямление профиля пути; массы состава; построение графических зависимостей.
- *негрубые:* неточности в выводах процесса движения поезда.

Описание процедуры оценивания «защита курсового проекта»

Оценивание итогов выполнения КП проводится преподавателем за которым закреплено руководство КП.

По результатам проверки представленного к защите КП обучающийся допускается к его защите при условии соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- отсутствуют ошибки;
- оформлено в соответствии с требованиями.

В том случае, если содержание работы не отвечает предъявляемым требованиям, то он возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать работу с учетом замечаний. Если сомнения вызывают отдельные аспекты работы, то в этом случае они рассматриваются во время публичной защиты.

Защита КП представляет собой устный публичный доклад обучающегося о результатах выполнения работы, ответы на вопросы преподавателя.

Критерии формирования оценок по экзамену

«Отлично» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Хорошо» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

«Удовлетворительно» – студент допустил существенные ошибки.

«Неудовлетворительно» – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.