

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Гаранин Максим Александрович
 Должность: Ректор
 Дата подписания: 12.01.2026 09:48:34
 Уникальный программный ключ:
 7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

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

Теория тяги поездов

рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
 Специализация Локомотивы

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

экзамены 7

курсовые проекты 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
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	85	85	85	85
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	36,3	36,3	36,3	36,3
Сам. работа	119	119	119	119
Часы на контроль	24,7	24,7	24,7	24,7
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: 23.05.03-25-2-ПСЖДл.pli.plx

Специальность 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 эксплуатацией 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/	7	1	
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/	7	2	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/	7	1	
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/	7	1	
2.3	Спрямление элементов профиля пути. Выбор величины расчетного подъема, максимального подъема и спуска для заданного участка пути. /Пр/	7	2	Практическая подготовка
2.4	Общие сведения о рабочем процессе и технико-экономических показателях работы ПС. /Пр/	7	2	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/	7	2	
3.2	Определение длины состава поезда. Проверка массы состава на трогание с места. /Пр/	7	2	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/	7	2	
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/	7	2	Практическая подготовка
	Раздел 5. Сопротивление движению поезда			
5.1	Основные понятия и классификация сил сопротивления движению поезда /Лек/	7	1	
5.2	Виды сопротивлений движению поезда и его снижение. /Пр/	7	2	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/	7	2	
6.2	Определение величины тормозного коэффициента. Решение тормозной задачи математическим и графическим методом. /Пр/	7	2	Практическая подготовка
	Раздел 7. Теоретические основы методов расчета движения поезда			
7.1	Общие теоретические основы методов решения дифференциального уравнения движения поезда. /Лек/	7	2	
7.2	Тяговая характеристика локомотива. Расчет исходных данных с применением ЭВМ. Построение зависимостей скорости и времени движения поезда по заданному участку методом МПС. /Пр/	7	2	Практическая подготовка
	Раздел 8. Энергетические затраты на движение поезда			
8.1	Методика планирования и организации нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов. /Лек/	7	2	
8.2	Определение расхода энергоресурсов. /Лек/	7	2	
	Раздел 9. Самостоятельная работа			
9.1	Подготовка к лекциям /Ср/	7	8	
9.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	16	
9.3	Выполнение курсового проекта /Ср/	7	70	Практическая подготовка
9.4	Основные сведения о локомотивах. Основные элементы устройства механической и электрической части подвижного состава. /Ср/	7	4	
9.5	Методы расчета сил сопротивления движению локомотивов и вагонов. Мероприятия по уменьшению сопротивления движению поезда. Технические возможности повышения скорости в кривых. /Ср/	7	3	
9.6	Виды контактных подвесок. Опоры контактной сети. Провода контактной сети. Изоляторы. Рельсовые цепи. /Ср/	7	4	
9.7	Преимущества и недостатки электрической и тепловозной тяги. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. Тяговые подстанции постоянного и переменного тока. /Ср/	7	4	
9.8	Виды сопротивлений движению поезда и его снижение. /Ср/	7	2	
9.9	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/	7	2	
9.10	Механизм образования тормозной силы и закон сцепления при торможении. Коэффициент трения и нажатие тормозной колодки. /Ср/	7	2	
9.11	Методы уравнения движения поезда. /Ср/	7	2	
9.12	Спрос и предложения локомотивной тяги на рынке транспортных услуг. /Ср/	7	2	
	Раздел 10. Контактные часы на аттестацию			

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. 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 эксплуатации 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 электропередач 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 B_m; б) управляемые — силы сопротивления движению W, неуправляемые - тормозная сила B_m и сила тяги F_k; в) управляемые – сила тяги F_k и тормозная сила B_m, и неуправляемые – силы сопротивления движению W.	

Тест 8

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 электровагоны делятся:

- а) на одно-, двухсекционные;
- б) на одно-, двух- трёхсекционные;
- в) на одно-, двух- трёх- и четырёхсекционные, возможность объединения двух, трёх или четырёх секций электровагонов 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) С → СП → П; б) СП → С → П ~ С → П → СП; в) П → С → 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) 10м

б) 15м

в) 20м

г) 25м

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:

Практическое задание № 1

Тема: Общие указания по выполнению курсового проекта

План проведения занятия

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

Курсовую работу 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.

Практическое задание № 2

Тема: Основы тяговых расчетов

План проведения занятия

1. Цель данного раздела (выполнение тяговых расчетов).
2. Провести анализ и спрямление профиля пути.
3. Установить величины расчетного подъема, максимального спуска и подъема.

Целью практического занятия является – выбрать исходные данные, согласно последней цифре своего шифра для заочников или последней цифре зачетной книжки (для очной формы обучения). Варианты профилей пути, представленные в конце методических указаний (см. Приложение 1), выбирают по предпоследней цифре соответственно.

Обратить внимание на точность вычислений при выполнении расчетов, должна быть в соответствии с правилами тяговых расчетов для поездной работы (ПТР).

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 к занятию

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?

Практическое задание № 3

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

План проведения занятия

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

Целью практического занятия является – ознакомиться и научиться применять расчетные параметры локомотива и состава.

ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

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?

Практическое задание 4

Тема: Проверка массы состава на трогание с места, определение величины расчетного тормозного коэффициента

План проведения занятия

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

Цель практического занятия – обсудить вопросы, касающиеся массы состава, величины расчетного тормозного коэффициента.

ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

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

Практическое задание 5

Тема: Решение тормозной задачи

План проведения занятия

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 к занятию

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 $S_{т} = 1200$ 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 ?

Практическое задание 6

Тема: Построение кривых скорости $v = f(s)$

План проведения занятия

Построение диаграммы удельных равнодействующих (ускоряющих и замедляющих) сил.

Эта диаграмма строится по данным распечатки с ЭВМ.

Цель практического занятия – построение кривой скорости для движения «туда» с остановкой на промежуточной станции, при этом поезд рассматривается как материальная точка, в которой сосредоточена вся масса поезда, и к которой приложены внешние силы.

Вопросы к занятию

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 допустимая скорость движения в этом случае?

Практическое задание 7

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

План проведения занятия

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 к занятию:

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

Практическое задание 8

Тема: Эксплуатация локомотивов

План проведения занятия

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

Целью практического занятия является – подведение результатов, полученных в курсового проекта, которые могут быть использованы для составления графика движения поездов, графика оборота локомотивов, выбора локомотива для заданного участка пути и технико-экономических расчетов перевозки грузов.

Вопросы к занятию

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. $|\dot{i}'_c - \dot{i}_{эл}|$. 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:

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

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 $\dot{i}''_c$ определяется по формуле

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

где R_{kp} – радиус кривой, м.

Окончательный уклон спрямленного участка в продольном профиле пути равен:

$$\dot{i}_c = \pm \dot{i}'_c + \dot{i}''_c. \quad (6)$$

Необходимо заметить, что знак крутизны $\dot{i}_c$ может быть и положительным (для подъемов), и отрицательным (для спусков); знак крутизны фиктивного подъема от кривой $\dot{i}''_c$ 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:

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

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

$P_{\text{л}}$ – 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;

$\dot{i}_p$ – 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:

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

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

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

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

$\omega''_{04с}$ – основное удельное сопротивление 4-осных грузовых вагонов на конических подшипниках, кгс/т:

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

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

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

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:

$$l_n = l_d + l_c + 10m \quad , \quad (17)$$

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:

$$l_n \leq l_{\text{пол}} , \quad (18)$$

где - длина приемо-отправочных путей, м.

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

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 курсового проекта

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 заменяется?
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 прямо-отправочных путей станций заданного участка, что это означает?
14. Если же вычисленная длина поезда получилась больше длины прямо-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 $t = 1200$ 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 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.

Критерии формирования оценок по защите курсового проекта

«Отлично» (5 баллов) – получают студенты, оформившие курсовой проект в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты проектирования энергетической установки без арифметических ошибок, а также грамотно ответившие на все встречные вопросы преподавателя.

«Хорошо» (4 балла) – получают студенты, оформившие курсовой проект в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты проектирования энергетической установки 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 проектирования энергетической установки. 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 узлов передач; незнание методики расчета типовых узлов деталей машин.*

- *негрубые: неточности в выводах по оценке прочностных свойств деталей машин; неточности в формулах и определениях различных устройств деталей машин.*

Описание процедуры оценивания «Защита курсового проекта»

Оценивание итогов выполнения курсового проекта проводится преподавателем за которым закреплено руководство курсового проекта.

По результатам проверки представленного к защите курсового проекта 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 курсового проекта не отвечает предъявляемым требованиям, то он возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать курсовой проект с учетом замечаний. Если сомнения вызывают отдельные аспекты курсового проекта, то в этом случае они рассматриваются во время публичной защиты.

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