

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «30» мая 2025 г. № 51

**Б1.О.26.04 Электроснабжение и подвижной состав железных  
дорог**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 23.05.04 Эксплуатация железных дорог

Специализация/профиль – Транспортный бизнес и логистика

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма 5 лет; заочная форма 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Электроэнергетика транспорта

Общая трудоемкость в з.е. – 6  
Часов по учебному плану (УП) – 216

Формы промежуточной аттестации  
очная форма обучения:  
зачет 3, 4 семестр  
заочная форма обучения:  
зачет 3 курс

**Очная форма обучения** **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	4	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	34	68	<b>102</b>
– лекции	17	17	<b>34</b>
– практические (семинарские)	17	34	<b>51</b>
– лабораторные		17	<b>17</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	38	76	<b>114</b>
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>144</b>	<b>216</b>

**Заочная форма обучения** **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	24	<b>24</b>
– лекции	8	<b>8</b>
– практические (семинарские)	12	<b>12</b>
– лабораторные	4	<b>4</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	184	<b>184</b>
<b>Зачет</b>		<b>8</b>
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.  
009B9D93267016946D4792FA33A1E1FAE3 с 22 января 2025 г. по 17 апреля 2026 г. Подпись  
соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 216.

Программу составил(и):

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Электроэнергетика транспорта», протокол от «20» мая 2025 г. № 9

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

В.А. Тихомиров

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Управление эксплуатационной работой», протокол от «20» мая 2025 г. № 9

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

А.В. Дудакова

<b>1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цель дисциплины</b>	
1	формирование теоретических знаний и практических навыков в области устройства, принципов работы и взаимодействия систем электроснабжения, тягового подвижного состава железных дорог, необходимых для обеспечения безопасного, надежного и эффективного функционирования транспортных систем
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	сформировать системное представление об устройстве и принципах работы систем тягового электроснабжения (тяговые подстанции, контактная сеть, рельсовая цепь) и тягового подвижного состава (электровозы, электропоезда)
2	раскрыть физическую составляющую процессов тяги, энергопотребления, торможения
3	усвоить классификации тягового подвижного состава и систем электроснабжения, применяемых на железных дорогах России и мира
4	сформировать навыки расчета основных параметров, связанных с движением поезда (сила тяги, сопротивление движению, тормозной путь) и энергопотреблением
5	оценить уровень пропускной и провозной способностей участков в зависимости от параметров системы электроснабжения и типа подвижного состава
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Б1.О.07 Высшая математика
2	Б1.О.14 Физика
3	Б1.О.15 Химия. Общая экология
4	Б1.О.20 Основы электротехники
5	Б1.О.26.01 Общий курс железных дорог
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.28 Математическое моделирование на транспорте
2	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.2 Применяет методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений, проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты	Знать: методику тяговых расчетов и факторы, влияющие на энергопотребление.
		Уметь: выполнять предварительные тяговые расчеты с целью определения ожидаемых результатов, используя специализированное программное обеспечение
		Владеть: навыками обработки расчетных данных, построения графиков и формулировки выводов о степени влияния различных факторов (рельеф пути, режимы ведения поезда, потери в сети) в общий
ОПК-5 Способен разрабатывать отдельные этапы технологических процессов производства, ремонта, эксплуатации и обслуживания транспортных систем и сетей, анализировать,	ОПК-5.1 Знает инструкции, технологические карты, техническую документацию в области техники и технологии работы транспортных систем и сетей, организацию работы подразделений и линейных предприятий железнодорожного транспорта	Знать: структуру и функции подразделений, участвующих в организации движения, техническом обслуживании и ремонте тягового подвижного состава и систем электроснабжения.
		Уметь: анализировать технологическую документацию для выявления причин нарушений графика движения поездов и разработки мероприятий по их предотвращению.
	ОПК-5.2 Умеет	Владеть: навыками работы с технической документацией на подвижной состав и устройства электроснабжения для эффективного решения эксплуатационных задач.
		Знать: структуру и содержание технологических процессов

планировать и контролировать технологические процессы	разрабатывать отдельные этапы технологических процессов производства ремонта, эксплуатации и обслуживания транспортных систем и сетей, анализировать, планировать и контролировать технологические процессы, осуществлять контроль соблюдения требований, действующих технических регламентов, стандартов, норм и правил в области организации, техники и технологии транспортных систем и сетей	эксплуатации, технического обслуживания транспортных систем.
		Уметь: анализировать эффективность существующих процессов, выявлять отклонения и планировать корректирующие мероприятия в рамках действующих норм и правил эксплуатации и обслуживания транспортных систем.
		Владеть: навыками разработки технологических процессов для отдельных операций по эксплуатации и обслуживанию транспортных систем.

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
1.0	Основы системы электроснабжения железных дорог											
2.0	Подвижной состав											
3.0	Тяговые расчеты											
4.0	Взаимодействие, эксплуатация и перспективы											
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	51	17	114		8	12	4	184	

#### 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
--	----------------------------	----------------------------------

##### 6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
--	----------------------------	----------------------------------

##### 6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
--	----------------------------	----------------------------------

6.1.3.1

- Текст: электронный. - URL:  
[https://www.irgups.ru/eis/for\\_site/umkd\\_files/mu\\_68219\\_1718\\_2025\\_1\\_signed.pdf](https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_68219_1718_2025_1_signed.pdf)

Онлайн

##### 6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

##### 6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

##### 6.3.1 Базовое программное обеспечение

<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Не предусмотрено
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Не предусмотрены
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрены

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных

	<p>теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока I.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натуральных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине «Электроснабжение и подвижной состав железных дорог» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Электроснабжение и подвижной состав железных дорог» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

ОПК-5. Способен разрабатывать отдельные этапы технологических процессов производства, ремонта, эксплуатации и обслуживания транспортных систем и сетей, анализировать, планировать и контролировать технологические процессы

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>3 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Основы системы электроснабжения железных дорог</b>			
1.1	Текущий контроль	Введение в систему тягового электроснабжения.	ОПК-5.2	Конспект (письменно)
1.2	Текущий контроль	Тяговые подстанции (ТП) и распределительные устройства.	ОПК-5.2	Конспект (письменно)
1.3	Текущий контроль	Контактная сеть.	ОПК-5.2	Конспект (письменно)
1.4	Текущий контроль	Рельсовая цепь и возврат тягового тока.	ОПК-5.2	Конспект (письменно)
1.5	Текущий контроль	Разбор кинематической схемы электроснабжения на примере карты полигона дороги. Определение основных элементов системы. Дискуссия на тему «Преимущества и недостатки электрификации участка дороги».	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Дискуссия (устно)
1.6	Текущий контроль	Расчет нагрузочной способности трансформатора ТП. Чтение упрощенной однолинейной схемы тяговой подстанции. Анализ типовых неисправностей на ТП (например, отключение фидера).	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
1.7	Текущий контроль	Методика спрямление и приведение профиля пути	ОПК-1.2	Проверочная работа (устно/письменно)
1.8	Текущий контроль	Эскизное изображение поперечного сечения контактной подвески на станции и перегоне. Расчет длины пролета.	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
1.9	Текущий контроль	Замечания, выявляемые при выполнении обходов с осмотром устройств контактной сети	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
<b>2.0</b>	<b>Подвижной состав</b>			
2.1	Текущий контроль	Классификация и общее устройство подвижного состава.	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
2.2	Текущий контроль	Тяговые электродвигатели и преобразователи.	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
2.3	Текущий контроль	Системы управления на электровозах и вспомогательное оборудование.	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
2.4	Текущий контроль	Характеристики тепловозов	ОПК-5.1	Конспект (письменно)

2.5	Текущий контроль	Нетяговый подвижной состав	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
	Промежуточная аттестация			Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
<b>4 семестр</b>				
<b>3.0</b>	<b>Тяговые расчеты</b>			
3.1	Текущий контроль	Введение в тяговые расчеты. Основные понятия.	ОПК-1.2	Конспект (письменно)
3.2	Текущий контроль	Сопротивления движению поезда.	ОПК-1.2	Конспект (письменно)
3.3	Текущий контроль	Тормозные силы поезда.	ОПК-1.2	Конспект (письменно)
3.4	Текущий контроль	Основное уравнение движения поезда.	ОПК-1.2	Конспект (письменно)
3.5	Текущий контроль	Расчет массы состава	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.6	Текущий контроль	Проверка массы состава	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.7	Текущий контроль	Принципы установления норм массы поездов	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.8	Текущий контроль	Расчет и построение кривых удельных ускоряющих и замедляющих сил	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.9	Текущий контроль	Определение максимально допустимой скорости движения поезда на наиболее крутом спуске участка (тормозная задача)	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.10	Текущий контроль	Методика тормозных расчеты с помощью номограмм	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.11	Текущий контроль	Построение кривой $V(S)$	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.12	Текущий контроль	Построение кривой $t(S)$	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.13	Текущий контроль	Определение времен хода поезда способом равномерных скоростей и технической скорости движения поезда	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.14	Текущий контроль	Построение кривой $I_{da}(S)$	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.15	Текущий контроль	Определение расхода электрической энергии	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.16	Текущий контроль	Определение расхода топлива тепловозами и дизель-поездами	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.17	Текущий контроль	Техническое нормирование расхода электрической энергии и топлива. Пути повышения энергоэффективности перевозок.	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
3.18	Текущий контроль	Знакомство с программным комплексом КОРТЭС	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
3.19	Текущий контроль	Тяговый расчет для систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока на заданном участке железной дороги	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.20	Текущий контроль	Влияние остановок на основные показатели тягового расчета для поезда с электровозом переменного тока	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>4.0</b>	<b>Взаимодействие, эксплуатация и перспективы</b>			

4.1	Текущий контроль	Техническое обслуживание и система ремонта подвижного состава.	ОПК-5.1 ОПК-5.2	Конспект (письменно)
4.2	Текущий контроль	Эксплуатация системы электроснабжения.	ОПК-5.1 ОПК-5.2	Конспект (письменно)
4.3	Текущий контроль	Современные тенденции и перспективы развития.	ОПК-5.1 ОПК-5.2	Конспект (письменно)
4.4	Текущий контроль	Доклады на тему «Железнодорожный транспорт в 2040 году: прогнозы и инновации». Дискуссия о будущем профессии.	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Доклад (устно)
4.5	Текущий контроль	Влияние выбора типа локомотива на основные показатели тягового расчета для грузового поезда с электровозом переменного тока	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.6	Текущий контроль	Влияние уровня напряжения в контактной сети на основные показатели тягового расчета для грузового поезда с электровозом переменного тока	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация			Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

### Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>3 курс, сессия установочная</b>				
<b>1.0</b>	<b>Основы системы электроснабжения железных дорог</b>			
1.1	Текущий контроль	Введение в систему тягового электроснабжения.	ОПК-5.2	Конспект (письменно)
1.2	Текущий контроль	Тяговые подстанции (ТП) и распределительные устройства.	ОПК-5.2	Конспект (письменно)
1.3	Текущий контроль	Контактная сеть.	ОПК-5.2	Конспект (письменно)
1.4	Текущий контроль	Рельсовая цепь и возврат тягового тока.	ОПК-5.2	Конспект (письменно)
1.5	Текущий контроль	Разбор кинематической схемы электроснабжения на примере карты полигона дороги. Определение основных элементов системы. Дискуссия на тему «Преимущества и недостатки электрификации участка дороги».	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
1.6	Текущий контроль	Расчет нагрузочной способности трансформатора ТП. Чтение упрощенной однолинейной схемы тяговой подстанции. Анализ типовых неисправностей на ТП (например, отключение фидера).	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверочная работа (устно/письменно)
1.7	Текущий контроль	Методика спрямление и приведение профиля пути	ОПК-1.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
1.8	Текущий контроль	Эскизное изображение поперечного сечения контактной подвески на станции и перегоне. Расчет длины пролета.	ОПК-5.1	Проверочная работа (устно/письменно)
1.9	Текущий	Замечания, выявляемые при	ОПК-5.1	Собеседование (устно)

	контроль	выполнении обходов с осмотром устройств контактной сети		
<b>2.0</b>	<b>Подвижной состав</b>			
2.1	Текущий контроль	Классификация и общее устройство подвижного состава.	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
2.2	Текущий контроль	Тяговые электродвигатели и преобразователи.	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
2.3	Текущий контроль	Системы управления на электровозах и вспомогательное оборудование.	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
2.4	Текущий контроль	Характеристики тепловозов	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
2.5	Текущий контроль	Нетяговый подвижной состав	ОПК-5.1	Конспект (письменно)
<b>3 курс, сессия зимняя</b>				
	Промежуточная аттестация			Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
<b>3 курс, сессия зимняя</b>				
<b>3.0</b>	<b>Тяговые расчеты</b>			
3.1	Текущий контроль	Введение в тяговые расчеты. Основные понятия.	ОПК-1.2	Конспект (письменно)
3.2	Текущий контроль	Сопротивления движению поезда.	ОПК-1.2	Конспект (письменно)
3.3	Текущий контроль	Тормозные силы поезда.	ОПК-1.2	Конспект (письменно)
3.4	Текущий контроль	Основное уравнение движения поезда.	ОПК-1.2	Конспект (письменно)
3.5	Текущий контроль	Расчет массы состава	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.6	Текущий контроль	Проверка массы состава	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.7	Текущий контроль	Принципы установления норм массы поездов	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
3.8	Текущий контроль	Расчет и построение кривых удельных ускоряющих и замедляющих сил	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.9	Текущий контроль	Определение максимальной допустимой скорости движения поезда на наиболее крутом спуске участка (тормозная задача)	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.10	Текущий контроль	Методика тормозных расчеты с помощью номограмм	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
3.11	Текущий контроль	Построение кривой V (S)	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.12	Текущий контроль	Построение кривой t (S)	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
3.13	Текущий контроль	Определение времен хода поезда способом равномерных скоростей и технической скорости движения поезда	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
3.14	Текущий контроль	Построение кривой Ida (S)	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
3.15	Текущий контроль	Определение расхода электрической энергии	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
3.16	Текущий контроль	Определение расхода топлива тепловозами и дизель-поездами	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
3.17	Текущий контроль	Техническое нормирование расхода электрической энергии и топлива. Пути повышения	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Собеседование (устно)

		энергоэффективности перевозок.		
3.18	Текущий контроль	Знакомство с программным комплексом КОРТЭС	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
3.19	Текущий контроль	Тяговый расчет для систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока на заданном участке железной дороги	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.20	Текущий контроль	Влияние остановок на основные показатели тягового расчета для поезда с электровозом переменного тока	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>4.0</b>	<b>Взаимодействие, эксплуатация и перспективы</b>			
4.1	Текущий контроль	Техническое обслуживание и система ремонта подвижного состава.	ОПК-5.1 ОПК-5.2	Конспект (письменно)
4.2	Текущий контроль	Эксплуатация системы электроснабжения.	ОПК-5.1 ОПК-5.2	Конспект (письменно)
4.3	Текущий контроль	Современные тенденции и перспективы развития.	ОПК-5.1 ОПК-5.2	Конспект (письменно)
4.4	Текущий контроль	Доклады на тему «Железнодорожный транспорт в 2040 году: прогнозы и инновации». Дискуссия о будущем профессии.	ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Собеседование (устно)
4.5	Текущий контроль	Влияние выбора типа локомотива на основные показатели тягового расчета для грузового поезда с электровозом переменного тока	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.6	Текущий контроль	Влияние уровня напряжения в контактной сети на основные показатели тягового расчета для грузового поезда с электровозом переменного тока	ОПК-1.2 ОПК-5.2	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>3 курс, сессия летняя</b>				
	Промежуточная аттестация			Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

### **Описание показателей и критериев оценивания компетенций.**

#### **Описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
2	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
3	Дискуссия	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Перечень дискуссионных тем
4	Доклад	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы докладов
5	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы конспектов
6	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты
7	Проверочная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся.	Комплекты заданий для выполнения проверочных работ по темам дисциплины

### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету

2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
---	--	---	-----------------------

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

**Тест – промежуточная аттестация в форме зачета**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

**Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости**

**Контрольная работа**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено» Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках

		усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

### Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

### Дискуссия

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Выбранная обучающимся тема (проблема) актуальна в данном курсе; представлен подробный план-конспект, в котором отражены вопросы для дискуссии; временной регламент обсуждения обоснован; даны возможные варианты ответов; использованы примеры из науки и практики
«хорошо»		Выбранная обучающимся тема (проблема) актуальна в данном курсе; представлен сжатый план-конспект, в котором отражены вопросы для дискуссии; временной регламент обсуждения обоснован; отсутствуют возможные варианты ответов; приведен один пример из практики
«удовлетворительно»		Выбранная обучающимся тема (проблема) недостаточно актуальна в данном курсе; представлен содержательно краткий план-конспект, в котором отражены вопросы для дискуссии; отсутствует временной регламент обсуждения; отсутствуют возможные варианты ответов; отсутствуют примеры из практики
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Выбранная обучающимся тема (проблема) не актуальна для данного курса; частично представлены вопросы для дискуссии; отсутствует временной регламент обсуждения; отсутствуют возможные варианты ответов; отсутствуют примеры из практики

### Доклад

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация PowerPoint, Flash-презентация, видео-презентация и др.) Используются дополнительные источники информации. Содержание заданной темы раскрыто в полном объеме. Отражена структура доклада (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и

		примеры). Оформление работы. Оригинальность выполнения (работа сделана самостоятельно, представлена впервые)
«хорошо»		Доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация PowerPoint, Flash-презентация, видео-презентация и др.) Содержание доклада включает в себя информацию из основных источников (методическое пособие), дополнительные источники информации не использовались. Содержание заданной темы раскрыто не в полном объеме. Структура доклада сохранена (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры)
«удовлетворительно»		Доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий. Содержание доклада ограничено информацией только из методического пособия. Содержание заданной темы раскрыто не в полном объеме. Отсутствуют выводы и примеры. Оригинальность выполнения низкая
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий и других наглядных материалов. Содержание ограничено информацией только из методического пособия. Заданная тема доклада не раскрыта, основная мысль доклада не передана

### Конспект

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

### Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме

«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

### Проверочная работа

Шкала оценивания	Критерий оценки
«зачтено»	Обучающийся правильно или с небольшими неточностями выполнил задания проверочной работы
«не зачтено»	Обучающийся неправильно или с существенными неточностями выполнил задания проверочной работы

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 3.1 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения контрольных работ.

Образец типового варианта контрольной работы  
«Методика спрямление и приведение профиля пути»

Таблица 1- Профиль

Номер элемента	Крутизна уклона, ‰	Длина элемента, м	Кривые (радиус и длина), м	Станция участка
1	0,0	1600	–	Станция А
2	+2,0	1000	$R = 800; S_{кр} = 400$	–
3	0,0	400	–	–
4	-4,0	800	$R = 1200; S_{кр} = 650$	–
5	0,0	1000	–	–
6	-5,0	600	$R = 1500; S_{кр} = 400$	–

7	-8,0	7000	–	–
8	-2,0	1000	–	–
9	-10,0	1500	–	–
10	+12,0	1500	–	–
11	0,0	1500	$R = 1500; S_{кр} = 450$	–
12	+9,0	7500	–	–
13	+5,0	1800	$R = 850; S_{кр} = 750$	–
14	0,0	1300	–	–
15	+4,0	800	–	–
16	0,0	1000	–	–
17	+1,0	1700	–	Станция В
18	0,0	600	–	–
19	-4,0	800	–	–
20	0,0	500	–	–
21	-5,0	1800	$R = 1500; S_{кр} = 500$	–
22	-9,0	7500	–	–
23	-12,0	1500	–	–
24	0,0	750	–	–
25	+10,0	500	–	–
26	+2,0	1700	$R = 1500; S_{кр} = 400$	–
27	+8,0	7000	–	–
28	+5,0	600	–	–
29	0,0	1000	$R = 1200; S_{кр} = 650$	–
30	+4,0	800	–	–
31	0,0	1800	$R = 750; S_{кр} = 400$	–
32	-2,0	1000	–	–
33	0,0	1300	–	Станция С

### Спрявление и приведение профиля пути

Расчетным называется труднейший в данном направлении подъём, то есть подъём, наибольший по крутизне и длине, и расположенный после подъёмов меньшей крутизны. Расчётным подъёмом выбираем участок профиля пути № 12.

Скоростным подъёмом называется более крутой, но короткий подъём, перед которым расположены "лёгкие" элементы профиля. На них поезд может развить максимально допустимую скорость и преодолеть этот подъём с помощью, накопленной в поезде кинетической энергии. За скоростной подъём принимаем участок профиля пути № 10.

Для повышения точности результатов тяговых расчётов, а также для сокращения объёма последних и, следовательно, времени на их выполнение, необходимо спрямлять профиль пути. Приведение плана пути необходимо для учёта влияния кривых на сопротивление движению поезда. При этом кривые в плане пути заменяются фиктивными подъёмами в пределах спрямленных элементов.

Элементы профиля и плана пути остановочных пунктов с элементами прилегающих перегонов не спрямляются. Спрямлять разрешается только близкие по

крутизне элементы профиля одного знака. Горизонтальные элементы (площадки) могут включаться в спрямленные группы как с элементами, имеющими положительный знак крутизны, так и с элементами отрицательной крутизны.

Не следует включать в группы элементов, подлежащих спрямлению, расчётный подъём, а также крутой подъём, для которого выполняется проверка возможности преодоления его поездом с учётом накопленной на предшествующих элементах кинетической энергии. Спрямленный профиль должен сохранить характерные особенности действительного профиля в смысле относительного расположения повышенных и пониженных точек.

Спрявление профиля состоит в замене двух или нескольких элементов продольного профиля пути одним элементом, длина которого равна сумме длин спрямляемых элементов:

$$S_c = S_1 + S_2 + \dots + S_i, \quad (1)$$

$$S_{23} = 1000 + 400 = 1400 \text{ м.}$$

Уклон (крутизна) спрямляемого элемента  $i'_c$  в продольном профиле пути определяется по формуле:

$$i'_c = \frac{i_1 S_1 + i_2 S_2 + \dots + i_i S_i}{S_c}, \quad (2)$$

где  $i_i$  – крутизна каждого из элементов профиля, входящих в спрямляемый участок, ‰;

$$i'_{c23} = \frac{2 \cdot 1000 + 0 \cdot 400}{1000 + 400} = 1,4 \text{ ‰.}$$

Для того, чтобы расчёты скорости и времени движения поезда по участку были достаточно точными, необходимо выполнить проверку возможности спрямления группы элементов профиля пути по формуле:

$$S_i \leq \frac{2000}{\Delta i}, \quad (3)$$

где  $S_i$  – длина каждого из элементов профиля, входящих в спрямляемый участок, м;

$\Delta i$  – абсолютная разность между уклоном спрямленного и проверяемого элементов:

$$\Delta i = |i'_c - i|, \quad (4)$$

$$\Delta i_2 = |1,4 - 2| = 0,6 \text{ м,}$$

$$\Delta i_3 = |1,4 - 0| = 1,4 \text{ м.}$$

$$S_2 = 1000 \leq \frac{2000}{0,6} = 3333 \text{ м,}$$

$$S_3 = 1000 \leq \frac{2000}{1,4} = 1429 \text{ м.}$$

Условия выполняются. Спрявление выполнено верно.

Кривые на спрямленном участке заменяются фиктивным подъёмом, крутизна которого определяется по формуле:

$$i''_c = \frac{700}{S_c} \sum_1^n \frac{S_{кр i}}{R_i}, \quad (5)$$

где  $S_{кр i}$ ,  $R_i$  – длина и радиус данной кривой в пределах спрямляемого элемента, м.

$$i''_{c23} = \frac{700}{1400} \cdot \frac{400}{800} = 0,25 \text{ ‰.}$$

Окончательное значение уклона спрямленного участка с учетом кривых (приведенный уклон) равно сумме спрямленного и фиктивного уклонов

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

$$i_{23} = 1,4 + 0,25 = 1,65\text{‰}.$$

Для остальных спрямленных участков проводим аналогичный расчёт и результат заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты спрямления профиля пути

№	$i_i, \text{‰}$	S, м	Кривые (радиус и длина), м	S <sub>с</sub> , м	$i'_c, \text{‰}$	$i''_c, \text{‰}$	$i_c, \text{‰}$	№	
1	0	1600	–	1600	0	0	0	1	Ст. А
2	+2	1000	R = 800; S <sub>кр</sub> = 400	1400	1,4	0,25	1,7	2	
3	0	400	–						
4	-4	800	R = 1200; S <sub>кр</sub> = 650	1800	-1,77	0,21	-1,6	3	
5	0	1000	–						
6	-5	600	R = 1500; S <sub>кр</sub> = 400	7600	-7,77	0,02	-7,7	4	
7	-8	7000	–						
8	-2	1000	–	1000	-2	0	-2	5	
9	-10	1500	–	1500	-10	0	-10	6	
10	+12	1500	–	1500	12	0	12	7	
11	0	1500	R = 1500; S <sub>кр</sub> = 450	1500	0	0,14	0,1	8	
12	+9	7500	–	7500	9	0	9	9	Расчетный
13	+5	1800	R = 850; S <sub>кр</sub> = 750	1800	5	0,34	5,3	10	
14	0	1300	–	2100	1,52	0	1,5	11	
15	+4	800	–						
16	0	1000	–	1000	0	0	0	12	
17	+1	1700	–	1700	1	0	1	13	
18	0	600	–	600	0	0	0	14	
19	-4	800	–	800	-4	0	-4	15	
20	0	500	–	500	0	0	0	16	
21	-5	1800	R = 1500; S <sub>кр</sub> = 500	1800	-5	0,12	-4,9	17	
22	-9	7500	–	7500	-9	0	-9	18	
23	-12	1500	–	1500	-12	0	-12	19	
24	0	750	–	750	0	0	0	20	
25	+10	500	–	500	10	0	10	21	
26	+2	1700	R = 1500; S <sub>кр</sub> = 400	1700	2	0,32	2,3	22	
27	+8	7000	–	7600	7,76	0	7,8	23	
28	+5	600	–						
29	0	1000	R = 1200; S <sub>кр</sub> = 650	1800	1,77	0,21	1,9	24	
30	+4	800	–						
31	0	1800	R = 750; S <sub>кр</sub> = 400	1800	0	0,20	0,2	25	
32	-2	1000	–	1000	-2	0	-2	26	
33	0	1300	–	1300	0	0	0	27	Станция С

Образец типового варианта контрольной работы  
«Расчет массы состава»

### 3.1 Расчёт массы состава

Массу состава определяют, исходя из условий полного использования мощности и тяговых качеств локомотивов, а также кинетической энергии поезда.

В зависимости от характера профиля пути заданного участка расчёт массы состава грузового поезда выполняют, исходя из условий безостановочного движения: по расчётному подъёму с равномерной скоростью; по труднейшим подъёмам с неравномерной скоростью с учётом использования кинетической энергии поезда.

Если длина труднейшего на данном участке подъёма, характер прилегающих к нему элементов профиля пути, допускаемые скорости движения по состоянию пути и расположение остановочных пунктов позволяют установить, что этот подъём не может быть преодолен с использованием кинетической энергии поезда, то такой подъём следует принять расчётным.

Нагрузка на ось грузового вагона для  $i$ -ого количества осей определяется по формуле:

$$q_{oi} = \frac{m_{vi}}{n_o}, \quad (7)$$

где  $m_{vi}$  – масса вагона брутто, т;

$n_o$  – число осей вагона.

$$q_{o4} = \frac{84}{4} = 21 \text{ т},$$

$$q_{o6} = \frac{124}{6} = 20,66 \approx 21 \text{ т},$$

$$q_{o8} = \frac{158}{8} = 19,75 \approx 20 \text{ т}.$$

Основное удельное сопротивление движению грузовых вагонов на бесстыковом пути определяется по формулам:

четырёхосные вагоны на роликовых подшипниках и вагоны рефрижераторных поездов:

$$w''_{04} = 6,9 + \frac{29,5 + 0,88V + 0,02V^2}{q_{o4}}, \quad (8)$$

$$w''_{04} = 6,9 + \frac{29,5 + 0,88 \cdot 44,8 + 0,02 \cdot (44,8)^2}{21} = 12,094 \text{ Н/т}.$$

шестиосные вагоны на роликовых подшипниках:

$$w''_{06} = 6,9 + \frac{78,5 + 0,78V + 0,02V^2}{q_{o6}}, \quad (9)$$

$$w''_{06} = 6,9 + \frac{78,5 + 0,78 \cdot 44,8 + 0,02 \cdot (44,8)^2}{21} = 14,21 \text{ Н/т}.$$

восьмиосные вагоны на роликовых подшипниках:

$$w''_{08} = 6,9 + \frac{58,9 + 0,26V + 0,017V^2}{q_{o8}}, \quad (10)$$

$$w''_{08} = 6,9 + \frac{58,9 + 0,26 \cdot 44,8 + 0,017 \cdot (44,8)^2}{20} = 12,13 \text{ Н/т}.$$

Основное удельное сопротивление движению состава, состоящего из разнотипных вагонов, определяется по формуле:

$$w''_0 = \alpha w''_{04} + \beta w''_{06} + \gamma w''_{08}, \quad (11)$$

где  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – соответственно доли четырех-, шести- и восьмиосных вагонов в составе по массе;

$w''_{0i}$  – удельное основное сопротивление движению вагона данного типа, Н/т.

$$w''_0 = 0,75 \cdot 12,094 + 0,15 \cdot 14,21 + 0,1 \cdot 12,13 = 12,42 \text{ Н/т.}$$

Основное удельное сопротивление движению электровоза на бесстыковом пути определяется по формуле:

$$w'_0 = 18,6 + 0,08V_p + 0,0024V_p^2, \quad (12)$$

где  $V_p$  – расчётная скорость локомотива, определяется по тяговой характеристике в точке пересечения ограничения по сцеплению с естественной характеристикой, км/ч.

$$w'_0 = 18,6 + 0,08 \cdot 44,8 + 0,0024 \cdot (44,8)^2 = 27 \text{ Н/т.}$$

Массу состава определяют по формуле:

$$Q = \frac{F_{кр} - P(w'_0 + i_p g)}{(w''_0 + i_p g)}, \quad (13)$$

где  $F_{кр}$  – сила тяги на расчетном подъеме (расчетная сила тяги), определяется по тяговой характеристике в точке пересечения ограничения по сцеплению с естественной характеристикой, Н.

$$Q = \frac{500,2 \cdot 10^3 - 192 \cdot (27 + 9 \cdot 9,81)}{(12,42 + 9 \cdot 9,81)} = 4746,9 \approx 4700 \text{ т}$$

### Образец типового варианта контрольной работы «Проверка массы состава»

## 3.2 Проверка массы состава на возможность трогания с места на труднейшем подъёме

Проверка рассчитанной массы состава на трогание с места выполняется согласно условию:  $Q < Q_{тр}$ ,

где  $Q_{тр}$  – максимальная масса состава, с которой поезд может тронуться с места при проверяемом уклоне, т.

Масса состава при трогании с места определяется по формуле:

$$Q_{тр} = \frac{F_{ктр}}{(w_{тр} + i_{тр} g)} - P, \quad (14)$$

где  $F_{ктр}$  – сила тяги электровоза при трогании с места, Н;

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2;$$

$w''_{тр}$  – удельное сопротивление движению состава при трогании с места, кгс/т;

$i_{тр}$  – крутизна уклона, на котором осуществляется трогание с места, ‰;

$P$  – масса электровоза, т.

Удельное сопротивление движению состава при трогании с места определяется по формуле:

$$w_{тр} = \alpha w_{тр4} + \beta w_{тр6} + \gamma w_{тр8}, \quad (15)$$

где  $w_{три}$  – удельное сопротивление движению вагонов  $i$ -го типа при трогании с места, Н/т.

Удельное сопротивление движению вагонов состава на подшипниках качения при трогании с места на площадке определяется по формуле:

$$w_{\text{тp}i} = \frac{275}{q_{0i} + 7}. \quad (16)$$

$$\omega''_{\text{тp}4} = \frac{275}{q_{04} + 7} = \frac{275}{21 + 7} = 9,82 \text{ Н/т.}$$

$$\omega''_{\text{тp}6} = \frac{275}{q_{06} + 7} = \frac{275}{21 + 7} = 9,82 \text{ Н/т.}$$

$$\omega''_{\text{тp}8} = \frac{275}{q_{08} + 7} = \frac{275}{20 + 7} = 10,18 \text{ Н/т.}$$

$$\omega_{\text{тp}} = 0,75 \cdot 9,82 + 0,15 \cdot 9,82 + 0,1 \cdot 10,18 = 9,86 \text{ Н/т.}$$

$$Q_{\text{тp}} = \frac{678,1 \cdot 10^3}{9,86 + 12 \cdot 9,81} - 192 = 5122 \text{ т.}$$

$$Q = 4700 \text{ т} < Q_{\text{тp}} = 5122 \text{ т.}$$

Масса состава оказалась меньше массы состава, которую электровоз может взять с места, поэтому проверка пройдена.

### 3.3 Проверка массы состава на возможность проследования скоростного подъема

Наибольшая длина подъема большей крутизны, чем расчетный, которую может преодолеть состав данной массы, определяется по формуле:

$$S \leq \frac{41(V_n^2 - V_k^2)}{|f_{\text{ксп}} - w_{\text{ксп}}|}, \quad (17)$$

где  $V_n$  – скорость в начале проверяемого подъема,  $V_n = 60$  км/ч;

$V_k$  – скорость в конце проверяемого подъема,  $V_k = 48,4$  км/ч;

$f_{\text{ксп}}$  – удельная сила тяги, действующая на поезд в пределах от до, кгс/т;

$w_{\text{ксп}}$  – удельное сопротивление движению, действующее на поезд в пределах от  $V_n$  до  $V_k$ , Н.

Значения и принимают равными их значениям при средней скорости рассматриваемого интервала скоростей:

$$V_{\text{ср}} = \frac{V_n + V_k}{2} = \frac{60 + 48,4}{2} = 54,2 \text{ км/ч.}$$

Удельная сила тяги при средней скорости определяется по формуле:

$$f_{\text{ксп}} = \frac{F_{\text{ксп}}}{P + Q}, \quad (18)$$

где  $F_{\text{ксп}}$  – сила тяги электровоза при средней скорости,  $F_{\text{ксп}} = 484700$  Н.;

$$f_{\text{ксп}} = \frac{484700}{192 + 4700} = 99,1 \text{ Н/т.}$$

Основное удельное сопротивление движению электровоза под током

$$\omega'_{0\text{ср}} = 18,6 + 0,08V_{\text{ср}} + 0,0024V_{\text{ср}}^2$$

$$\omega'_{0\text{ср}} = 18,6 + 0,08 \cdot 54,2 + 0,0024 \cdot 54,2^2 = 29,98 \text{ Н/т Н}$$

Основное удельное сопротивление движению 4-х осных вагонов

$$\omega''_{04\text{ср}} = \left( 6,9 + \frac{29,5 + 0,88V_{\text{ср}} + 0,02V_{\text{ср}}^2}{q_{04}} \right), \quad (19)$$

$$\omega''_{04\text{ср}} = \left( 6,9 + \frac{29,5 + 0,88 \cdot 54,2 + 0,02 \cdot 54,2^2}{21} \right) = 13,37 \text{ Н/т}$$

Основное удельное сопротивление движению 6-и осных вагонов

$$\omega''_{06\text{ср}} = 6,9 + \frac{78,5 + 0,78V_{\text{ср}} + 0,02V_{\text{ср}}^2}{q_1}, \quad (20)$$

$$\omega''_{06\text{cp}} = 6,9 + \frac{78,5+0,78 \cdot 54,2+0,02 \cdot 54,2^2}{21} = 15,44 \text{ Н/т}$$

Основное удельное сопротивление движению 8-и осных вагонов

$$\omega''_{08\text{cp}} = 6,9 + \frac{58,9+0,26V_{\text{cp}}+0,017V_{\text{cp}}^2}{q_2}, \quad (21)$$

$$\omega''_{08\text{cp}} = 6,9 + \frac{58,9+0,26 \cdot 54,2+0,017 \cdot 54,2^2}{20} = 13,04 \text{ Н/т}$$

Основное удельное сопротивление движению вагонов

$$\omega''_{0\text{cp}} = \alpha \omega''_{04\text{cp}} + \beta \omega''_{06\text{cp}} + \gamma \omega''_{08\text{cp}}, \quad (22)$$

$$\omega''_{0\text{cp}} = 0,75 \cdot 13,37 + 0,15 \cdot 15,44 + 0,1 \cdot 13,04 = 13,64 \text{ Н/т}$$

Удельное сопротивление движению поезда при средней скорости определяется по формуле:

$$\omega_{\text{cp}} = \frac{(\omega'_{0\text{cp}}+i_{\text{тр}}g)P+(\omega''_{0\text{cp}}+i_{\text{тр}}g)Q}{P+Q}, \quad (23)$$

$$\omega_{\text{cp}} = \frac{(29,98 + 12 \cdot 9,81) \cdot 192 + (13,64 + 12 \cdot 9,81) \cdot 4700}{192 + 4700} = 132 \text{ Н/т.}$$

$$S_{\text{пр}} \leq S \leq \frac{41(60^2 - 48,4^2)}{|99,1 - 132|} = 1567 \text{ м}$$

$S_{\text{пр}} = 1500 \text{ м} < S = 1567 \text{ м}$  – проверка массы пройдена успешно.

### 3.4 Проверка массы состава на возможность установки поезда на приемо-отправочных путях станции

Для проведения такой проверки необходимо определить длину состава. Длина поезда  $l_{\text{п}}$  не должна превышать полезной длины приемо-отправочных путей  $l_{\text{поп}}$  на участках обращения данного локомотива (с учетом допуска 10 м на установку поезда), т.е.  $l_{\text{п}} \leq l_{\text{поп}}$ .

Количество вагонов данного типа определяется из соотношения

$$n_i = \frac{Q}{q_i} \alpha_i, \quad (24)$$

где  $q_i$  – масса вагона  $i$ -го типа (брутто), т;

$\alpha_i$  – доля (по массе) состава, приходящаяся на данную группу однотипных вагонов.

$$n_4 = \frac{4700}{84} 0,75 = 41,96 \approx 42,$$

$$n_6 = \frac{4700}{124} 0,15 = 5,68 \approx 6,$$

$$n_8 = \frac{4700}{158} 0,1 = 2,99 \approx 3.$$

Длина состава определяется по формуле:

$$l_c = \sum n_i l_i, \quad (25)$$

где  $n_i$  – количество однотипных вагонов, шт.;

$l_i$  – длина вагона данного типа, м.

$$L_c = 42 \cdot 15 + 6 \cdot 17 + 3 \cdot 20 = 792 \text{ м.}$$

Длина поезда определяется как

$$l_{\text{п}} = l_{\text{с}} + l_{\text{л}} + 10, \quad (26)$$

где  $l_{\text{л}}$  – длина электровоза, м;

$l_{\text{с}}$  – длина состава, м.

$$l_{\text{п}} = 38,6 + 792 + 10 = 840,6 \text{ м.}$$

Проверка результата расчёта осуществляется по выражению:

$$l_{\text{п}} \leq l_{\text{поп}},$$

Где  $l_{\text{поп}}$  – длина приёмо-отправочных путей, 1300 м

Условие выполняется. Масса поезда принята верно.

Образец типового варианта контрольной работы  
«Расчет и построение кривых удельных ускоряющих и замедляющих сил»

Расчет и построение кривых удельных ускоряющих и замедляющих сил

Для построения диаграммы удельных равнодействующих сил предварительно составляется таблица для трех режимов ведения поезда по прямому горизонтальному участку:

- 1) Для режима тяги  $f_y = f(V)$ ;
- 2) Для режима холостого хода  $w_{0\text{х}} = f(V)$ ;
- 3) Для режима торможения  $b_{\text{т}} = f(V)$ ;
- 4) При служебном торможении  $b_{\text{зсл}} = 0,5b_{\text{т}} + w_{0\text{х}}$ ;
- 5) При экстренном торможении  $b_{\text{з}} = b_{\text{т}} + w_{0\text{х}}$ .

Заполним таблицу удельных равнодействующих сил (таблица 3) для скоростей от 0 до конструкционной  $V_{\text{констр}}$  через 10 км/ч (1-ый столбец таблицы 3).

Во второй столбец заносятся значения силы тяги локомотива  $F_{\text{к}}$  для указанных в первом столбце скоростей. Значения силы тяги определяются по расчетной тяговой характеристике локомотива.

По формуле (12) для скоростей движения, приведенных в первом столбце таблицы 3, определяется основное удельное сопротивление движению электровоза и заносится в третий столбец таблицы 3:

$$w'_0 = 18,6 + 0,08 \cdot 0 + 0,0024 \cdot 0^2 = 18,6 \text{ Н/т.}$$

Полное основное сопротивление движению локомотива при движении под током определяется по формуле:

$$W'_0 = P \cdot w'_0, \quad (27)$$

$$W'_0 = 192 \cdot 18,6 = 3571 \text{ Н/т.}$$

Полученные значения заносятся в 4 столбец таблицы 3.

Основное удельное сопротивление движению грузовых вагонов на бесстыковом пути определяется по формулам (8) - (10):

$$w''_{04} = 6,9 + \frac{29,5 + 0,88 \cdot 0 + 0,02 \cdot (0)^2}{21} = 8,3 \text{ Н/т,}$$

$$w''_{06} = 6,9 + \frac{78,5 + 0,78 \cdot 0 + 0,02 \cdot (0)^2}{21} = 10,63 \text{ Н/т,}$$

$$w''_{08} = 6,9 + \frac{58,9 + 0,26 \cdot 0 + 0,017 \cdot (0)^2}{20} = 9,85 \text{ Н/т.}$$

Основное удельное сопротивление движению состава, состоящего из разнотипных вагонов, определяется по формуле (11):

$$w_0'' = 0,75 \cdot 8,3 + 0,15 \cdot 10,63 + 0,1 \cdot 9,85 = 8,8 \text{ Н/т.}$$

Полученные значения приводятся в 5 столбце таблицы 3.

Полное основное сопротивление движению состава определяется по формуле:

$$W_0'' = Q \cdot w_0'', \quad (28)$$

$$W_0'' = 4700 \cdot 8,8 = 41360 \text{ Н/т.}$$

Полученные значения заносятся в 6 столбец таблицы 3.

Общее основное сопротивление движению состава определяется по формуле:

$$W_0 = W_0' + W_0'', \quad (29)$$

$$W_0 = 3571 + 41360 = 44931 \text{ Н/т.}$$

Полученные результаты заносятся в 7 столбец таблицы 3.

Полное значение ускоряющей силы определяется выражением:

$$F_y = F_k - W_0, \quad (30)$$

$$F_y = 584,7 \cdot 10^3 - 44931 = 539769$$

Значения, полученные при расчёте, заносятся в 8 столбец таблицы 3.

Значение удельной ускоряющей силы определяется по формуле:

$$f_y = \frac{F_k - W_0}{P + Q}, \quad (31)$$

$$f_y = \frac{539769}{192 + 4700} = 126,84 \text{ Н/т.}$$

Полученные значения заносятся в 9 столбец таблицы 3.

Основное удельное сопротивление движению локомотива на выбеге определяется по формуле:

$$w_x = 23,5 + 0,09V + 0,0034V^2, \quad (32)$$

$$w_x = 23,5 + 0,09 \cdot 0 + 0,0034 \cdot 0^2 = 23,5 \text{ Н/т.}$$

Полученные значения заносим в 2 столбец таблицы 4.

Полное основное сопротивление движению локомотива на выбеге определяется выражением:

$$W_{0x}' = P \cdot w_x, \quad (33)$$

$$W_{0x}' = 192 \cdot 23,5 = 4512 \text{ Н/т.}$$

Полученные значения заносим в 3 колонку таблицы 4.

Основное удельное сопротивление движению грузовых вагонов на бесстыковом пути определяется по формулам (8) - (10):

$$w_{04}'' = 6,9 + \frac{29,5 + 0,88 \cdot 0 + 0,02 \cdot (0)^2}{21} = 8,3 \text{ Н/т,}$$

$$w_{06}'' = 6,9 + \frac{78,5 + 0,78 \cdot 0 + 0,02 \cdot (0)^2}{21} = 10,63 \text{ Н/т,}$$

$$w_{08}'' = 6,9 + \frac{58,9 + 0,26 \cdot 0 + 0,017 \cdot (0)^2}{20} = 9,85 \text{ Н/т.}$$

Основное удельное сопротивление движению состава, состоящего из разнотипных вагонов, определяется по формуле (11):

$$w_0'' = 0,75 \cdot 8,3 + 0,15 \cdot 10,63 + 0,1 \cdot 9,85 = 8,805 \text{ Н/т.}$$

Полное основное сопротивление движению состава определяется по формуле (27):

$$W_0'' = 4700 \cdot 8,8 = 41360 \text{ Н/т.}$$

Полное основное сопротивление движению поезда на выбеге рассчитывается по формуле:

$$W_{0x} = W_{0x}' + W_0'', \quad (34)$$

$$W_{0x} = 4512 + 41360 = 45872 \text{ Н/т.}$$

Полученные результаты заносятся в таблицу 4 в столбец 4.

Удельное основное сопротивление движению поезда на выбеге определяется по формуле:

$$w_{0x} = \frac{W_{0x}}{P+Q}, \quad (35)$$

$$w_{0x} = \frac{45872}{192+4700} = 9,377.$$

Данные значения заносим в 5 столбец 4 таблицы.

Далее выполняем расчёт удельных замедляющих сил для служебного торможения. Для начала необходимо определить расчётный коэффициент трения формуле:

$$\varphi_{кр} = 0,27 \cdot \frac{V+100}{5 \cdot V+100}, \quad (36)$$

$$\varphi_{кр} = 0,27 \cdot \frac{0+100}{5 \cdot 0+100} = 0,27.$$

Данные значения заносим во 2 столбец таблицы 5.

Расчётный тормозной коэффициент определяется по формуле:

$$\vartheta_p = \frac{\sigma \sum K_p}{Q}, \quad (37)$$

где  $\sigma$  – доля тормозных осей в составе;

$\sum K_p$  – суммарное нажатие тормозных колодок на все тормозные оси состава, кН;

Сумма сил нажатия всех тормозных колодок вагонов определяется по формуле

$$\sum K_p = K_{p4}m_4 + K_{p6}m_6 + K_{p8}m_8, \quad (38)$$

где  $m_4, m_6, m_8$  – число осей соответственно в группах 4-, 6- и 8-осных вагонов состава;  
 $m_4 = 4n_4, m_6 = 6n_6, m_8 = 8n_8$ ;

$K_{p4}, K_{p6}, K_{p8}$  – расчетные силы нажатия тормозных колодок соответственно на ось 4-, 6-, 8-осного вагона, кН.

$$\sum K_p = 70 \cdot 42 \cdot 4 + 70 \cdot 6 \cdot 6 + 70 \cdot 3 \cdot 8 = 15960 \text{ кН},$$

$$\vartheta_p = \frac{0,96 \cdot 15960}{4700} = 3,259.$$

Удельные тормозные силы определяются по формуле:

$$b_T = 1000 \varphi_{кр} \vartheta_p, \quad (39)$$

$$b_T = 1000 \cdot 0,27 \cdot 3,259 = 880 \text{ Н/т}.$$

Данные значения заносим в 3 столбец таблицы 5.

Итоговые значения удельных замедляющих сил при служебном торможении определяются по формуле:

$$b_{зсл} = 0,5b_T + w_{0x}, \quad (40)$$

$$b_{зсл} = 0,5 \cdot 880 + 9,377 = 334,264 \text{ Н/т}.$$

Значения удельных замедляющих сил при экстренном торможении определяются по формуле:

$$b_3 = b_T + w_{0x}, \quad (41)$$

$$b_3 = 880 + 9,377 = 889,377 \text{ Н/т}.$$

Значения удельных замедляющих сил при служебном и экстренном торможении заносим в 4 и 5 столбец 5 таблицы соответственно.

Для остальных значений скоростей и режима движения ОП 2 проводим аналогичный расчёт и результаты заносим в соответствующие колонки таблицы 3, таблицы 4 и таблицы 5.

По результатам расчётов строится по расчётным точкам диаграмма удельных равнодействующих сил для режима тяги (таблица 3):  $f_y = f(V)$ , режима холостого хода (таблица 4)  $w_{0x} = f(V)$ , служебного торможения (таблица 5)  $b_{зсл} = 0,5b_T + w_{0x}$ , экстренного торможения (таблица 5)  $b_3 = b_T + w_{0x}$ . Данная диаграмма изображена на рисунке 1.

Таблица 3 –Расчёт удельных равнодействующих сил в режиме тяги

Режим тяги								
V, км/ч	F <sub>к</sub> , Н	w' <sub>0</sub> , Н/т	W' <sub>0</sub> , Н/т	w'' <sub>0</sub> , Н/т	W'' <sub>0</sub> , Н/т	W <sub>0</sub> , Н/т	F <sub>y</sub> , Н	f <sub>y</sub> , Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	678100	18,6	3571	8,8	41360,0	44931,0	539796,0	126,8
10	584700	19,6	3771	8,93	43710,6	47481,6	537218,3	107,7
20	549100	21,6	4063	9,39	46849,0	50911,8	498188,1	100,1
30	526600	23,2	4447	9,98	50876,1	55322,8	471277,1	94,9
40	508000	25,6	4923	10,7	55792,0	60714,9	447285,0	90,4
50	492200	28,6	5491	11,6	61596,6	67087,8	425112,1	86,9
60	477900	32,0	6152	12,6	68290,1	74441,8	403458,1	82,3
70	319100	35,9	6904	13,7	75872,3	82776,7	236323,2	49,3
80	234000	40,3	7749	15,0	84343,4	92092,5	141907,4	30,8
90	185000	45,2	8686	16,4	93703,2	102389,3	82610,6	19,4
100	152500	50,6	9715	18,0	103951,8	113667,0	38832,9	11,2

Таблица 4 – Расчёт удельных равнодействующих сил в режиме холостого хода

Режим холостого хода (выбег)				
V, км/ч	w <sub>x</sub> , Н/т	W' <sub>0x</sub> , Н/т	W <sub>0x</sub> , Н/т	w <sub>0x</sub> , Н/т
1	2	3	4	5
0	23,50	4512,00	45872	9,377
10	24,74	475,08	48360,89	9,88
20	26,66	5118,72	51867,82	10,6
30	29,26	5617,92	52367	10,7
40	32,54	6247,68	57023,85	11,65
50	36,50	7008	68504,69	14,00
60	41,14	7898,88	69395,57	14,18
70	46,46	8920,32	84692,71	17,3
80	52,46	10072,32	85844,71	17,51
90	59,14	11354,88	104958,13	21,4
100	66,50	12768	116619,86	23,8

Таблица 5 - Расчёт удельных равнодействующих сил в режиме торможения

Режим торможения				
V, км/ч	φ <sub>кр</sub>	b <sub>т</sub> , Н/т	b <sub>зсл</sub> , Н/т	b <sub>з</sub> , Н/т
1	2	3	4	5
0	0,270	880	334,264	889,377
10	0,198	645,46	247,93	655,34
20	0,162	546,63	205,1	557,23
30	0,140	473,75	179,19	484,45
40	0,126	425,16	162,55	436,81
50	0,116	390,45	151,86	404,45

60	0,108	364,42	142,75	378,6
70	0,102	344,17	137,82	361,47
80	0,097	327,98	132,27	345,49
90	0,093	314,73	130,41	336,13
100	0,090	303,69	128,26	327,49

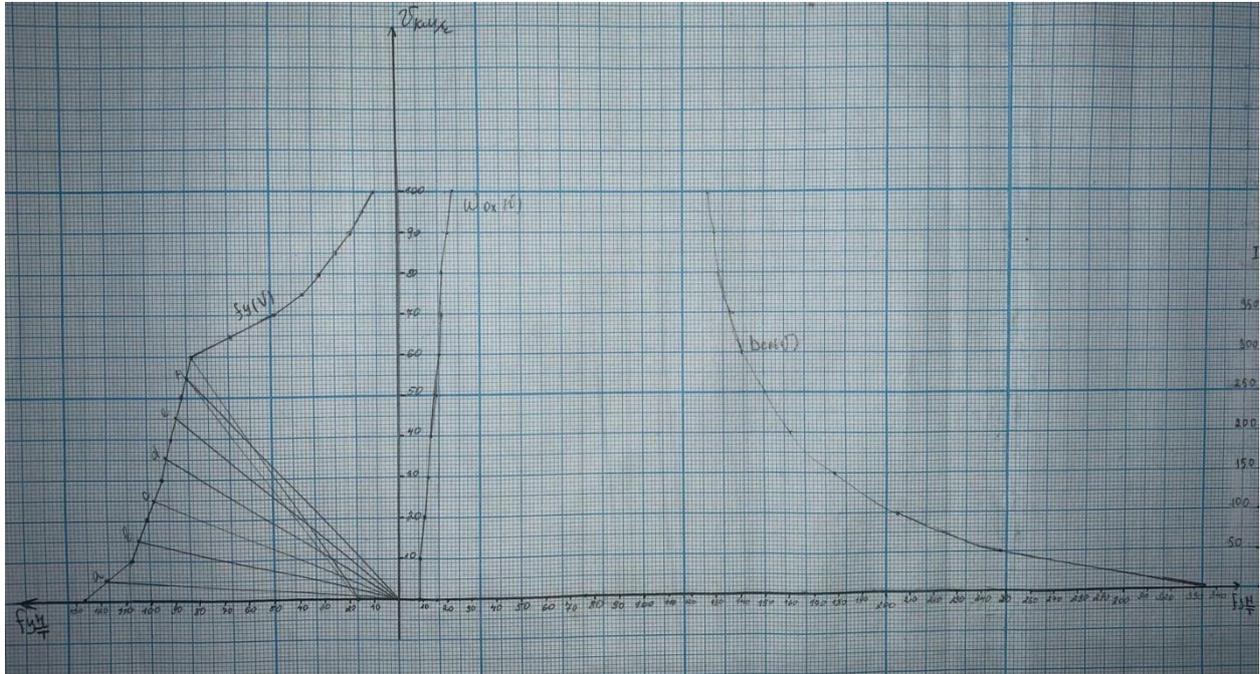


Рисунок 1 – Диаграмма удельных равнодействующих сил

Образец типового варианта контрольной работы  
«Определение максимально допустимой скорости движения поезда на наиболее крутом спуске участка (тормозная задача)»

Решение тормозной задачи

В данной главе рассчитываются допустимые скорости поезда по спускам из условия необходимости остановки на расстоянии  $S_T$  от начала торможения. Обеспечение поезда тормозами характеризуется тормозным коэффициентом  $\vartheta_p$ . Полный тормозной  $S_T$  состоит из подготовительного  $S_{п}$  и действительного  $S_{д}$  путей.

Величину подготовительного пути определяем по выражению

$$S_{п} = \frac{V_T t_{п}}{3,6}, \tag{42}$$

где  $V_T$  – скорость поезда в момент начала торможения, 100 км/ч;

$t_{п}$  – время подготовки тормозов к действию, с.

Время подготовки тормозов к действию определяется формулой:

$$t_{п} = 7 - \frac{10ig}{1000\varphi_{кр}\vartheta_p}; \tag{43}$$

где  $i$  – величина уклона (при спуске значение со знаком минус) в ‰;

$\vartheta_p$  – расчетный тормозной коэффициент трения колодки о бандаж, определенный для скорости  $V_T$ .

Тормозная задача строится в определенных масштабах:

$$1 \text{ км/ч} = 1 \text{ мм};$$

$$10 \text{ Н/т} = 1 \text{ мм};$$

$$1 \text{ км пути} = 120 \text{ мм}.$$

Рассчитываем время подготовки тормозов к действию и величину подготовительного пути:

$$t_{п0} = 7 - \frac{10 \cdot (-12) \cdot 9,81}{1000 \cdot 0,27 \cdot 3,259} = 8,33 \text{ с},$$

$$t_{п100} = 7 - \frac{10 \cdot (-12) \cdot 9,81}{1000 \cdot 0,09 \cdot 3,259} = 11,01 \text{ с},$$

$$S_{п0} = \frac{0 \cdot 8,33}{3,6} = 0 \text{ м},$$

$$S_{п100} = \frac{100 \cdot 11,01}{3,6} = 305,8 \text{ м}.$$

Точки пересечения зависимостей  $V(S_{п})$  и  $V=(S_{д})$  дадут значения допустимых скоростей движения по соответствующему уклону. Если не превышать эти допустимые скорости, то поезд всегда остановится.

На рисунке 2 приведен график решения тормозной задачи методом МПС.

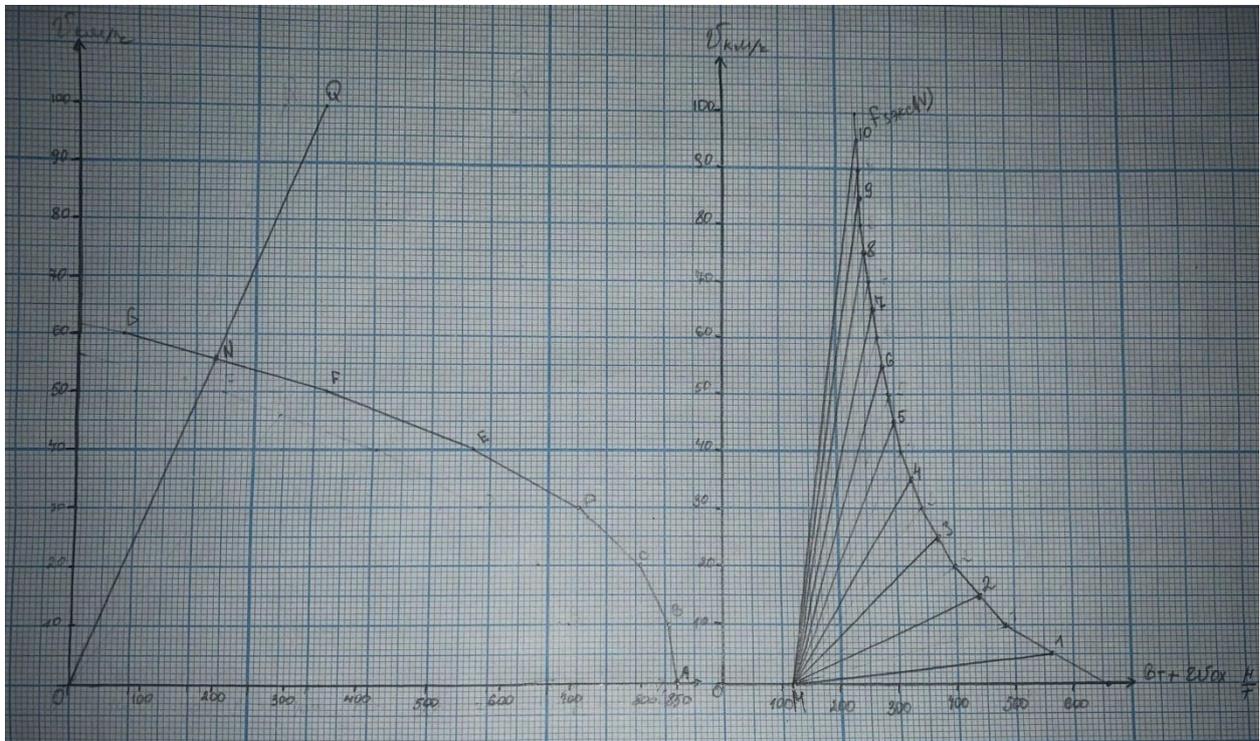


Рисунок 2 – Решение тормозной задачи методом МПС

### Образец типового варианта контрольной работы «Построение кривой $V(S)$ »

Построение кривых движения осуществляется при помощи решения уравнения движения поезда

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\xi}{(1+\gamma)} f_y, \quad (44)$$

где  $\frac{dv}{dt}$  – ускорение поезда;

$(1 + \gamma)$  – коэффициент инерции вращающихся частей;

$\xi$  – переводной коэффициент, вводимый из-за того, что произвольно могут быть выбраны единицы измерения только для трех из четырех входящих величин в выражение (44);

$f_y$  – равнодействующая сила, действующая на поезд.

В курсовой работе интегрирование уравнения движения поезда выполняется графическим методом с использованием угольника и линейки, рекомендованным МПС.

При построении кривых движения необходимо иметь в виду следующие условия:

1. Необходимо стремиться к более полному использованию мощности электровоза, т.е. скорость движения должна быть наиболее возможной.

2. Скорость движения не должна превышать допустимую по заданию скорость или конструкционную скорость электровоза, допустимые скорости движения по спускам и по местам ограничения скорости.

3. Поезд рассматривается как материальная точка, в которой сосредоточена вся масса. Она находится в середине.

4. При прохождении мест перелома допустимых скоростей необходимо учитывать длину поезда во избежание превышения скорости.

Построение кривых движения осуществляется при помощи решения уравнения движения поезда

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\xi}{(1+\gamma)} f_y, \quad (44)$$

где  $\frac{dv}{dt}$  – ускорение поезда;

$(1 + \gamma)$  – коэффициент инерции вращающихся частей;

$\xi$  – переводной коэффициент, вводимый из-за того, что произвольно могут быть выбраны единицы измерения только для трех из четырех входящих величин в выражение (44);

$f_y$  – равнодействующая сила, действующая на поезд.

В курсовой работе интегрирование уравнения движения поезда выполняется графическим методом с использованием угольника и линейки, рекомендованным МПС.

При построении кривых движения необходимо иметь в виду следующие условия:

1. Необходимо стремиться к более полному использованию мощности электровоза, т.е. скорость движения должна быть наиболее возможной.

2. Скорость движения не должна превышать допустимую по заданию скорость или конструкционную скорость электровоза, допустимые скорости движения по спускам и по местам ограничения скорости.

3. Поезд рассматривается как материальная точка, в которой сосредоточена вся масса. Она находится в середине.

4. При прохождении мест перелома допустимых скоростей необходимо учитывать длину поезда во избежание превышения скорости.

Линию времени следует начинать с «0» после достижения ею 10 мин. Принцип построения следующий: слева от оси скорости проводится вспомогательная ось на расстоянии 30 мм; далее выбирается первый интервал изменения скорости, определяется средняя скорость в нем и сносится горизонтально на вспомогательную ось; найденная точка соединяется линейкой с началом координат и под прямым углом при помощи треугольника в пределах интервала изменения скорости проводится первый отрезок кривой времени; далее построение аналогично, причем начало второго отрезка находится в конце первого.

На кривой V(S) делаются отметки при изменении режимов движения: Т - режим тяги; ХХ - режим холостого хода (выбег); РТ – режим торможения.

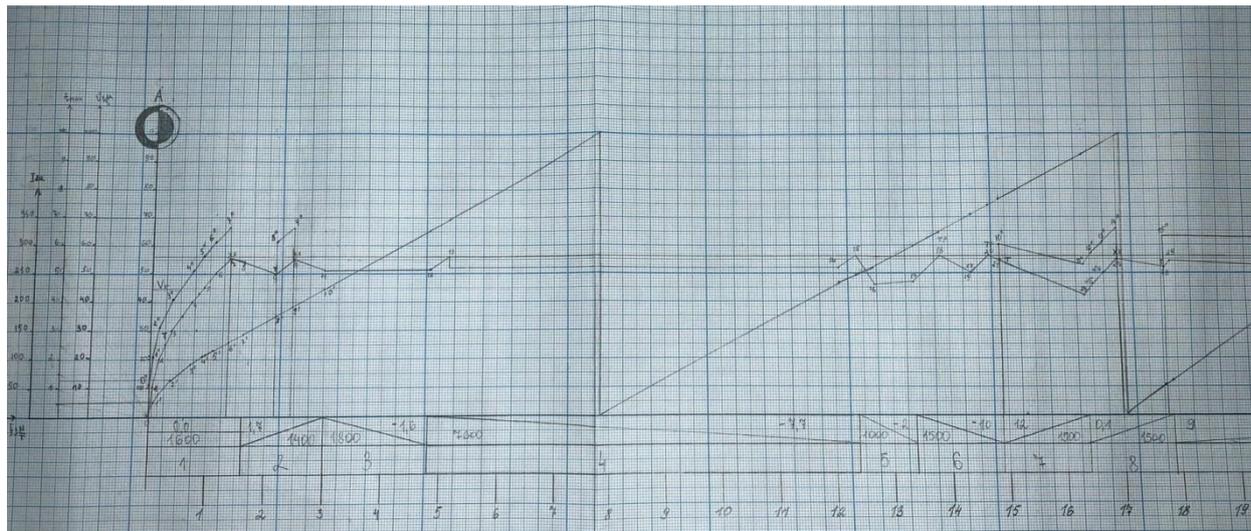


Рисунок А.1. – Графики скорости, времени и токовая кривая

Образец типового варианта контрольной работы  
«Построение кривой t (S)»

Определение перегонных времен хода

По построенным кривым скорости определяют время хода по участку AC, технические скорости движения поезда по перегонам и участку в целом.

Техническую скорость определять по выражению

$$V_{\text{тех}} = 60 \frac{S}{t}. \quad (45)$$

Результаты расчетов сводятся в таблице 6.

$$V_{\text{тех}} = 60 \frac{61,150}{72,5} = 50,6 \text{ км/ч.}$$

Таблица 6 – Определение перегонных времен хода

Перегон (участок)	S, км	Движение без остановки	
		t <sub>1</sub> , мин	V <sub>тех1</sub> , км/ч
AC	61,15 0	72,5	50,6

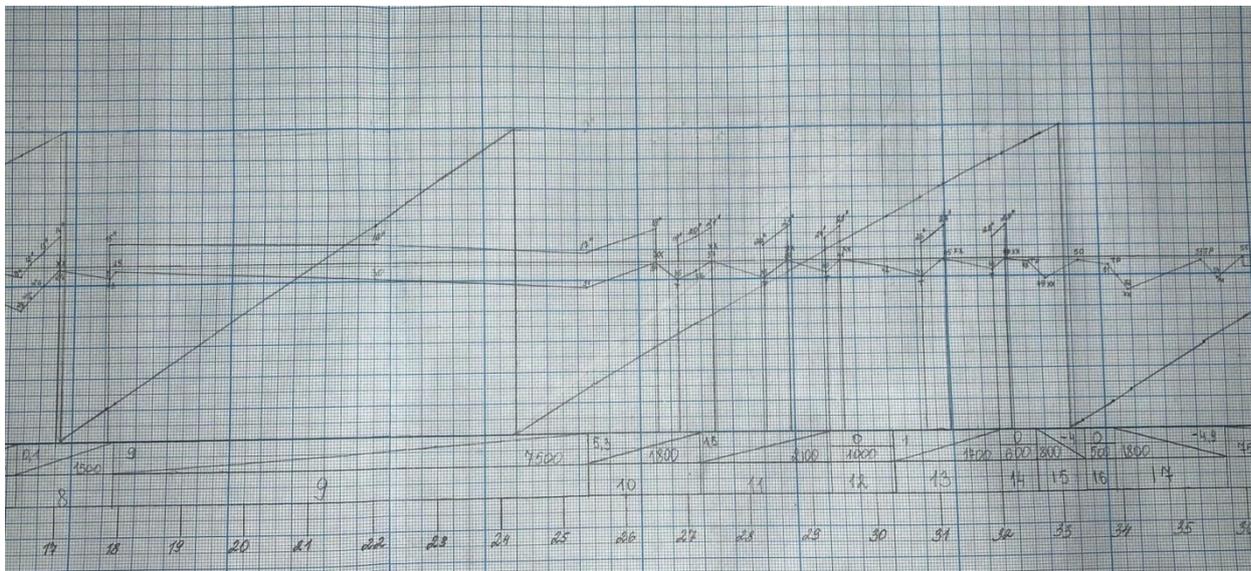


Рисунок А.1. – Лист 2

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Разбор кинематической схемы электроснабжения на примере карты полигона дороги. Определение основных элементов системы. Дискуссия на тему «Преимущества и недостатки электрификации участка дороги»

1. Базовый. Опишите общий принцип работы этой системы.
2. Базовый. Назовите основные элементы, которые вы видите на схеме, и кратко
3. Базовый. Для чего нужна трансформаторная подстанция (ТП) в данной системе? Что в ней происходит?
4. На понимание. Почему для передачи электроэнергии вдоль дороги используется высокое напряжение (например, 10 кВ), а не сразу 380/220 В?
5. На анализ. Какую роль играет Распределительный Пункт (РП) в этой схеме? Почему нельзя подключить все ТП напрямую к одной линии от источника?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Принципы установления норм массы поездов»

1. Базовый. Что понимается под «нормой массы поезда» и какие основные факторы определяют ее величину на конкретном участке пути?
2. На понимание физических основ. Объясните, почему именно «руководящий подъем» является одним из главных критериев при расчете нормы массы поезда?
3. Практический. Какие исходные данные необходимы инженеру для выполнения тягового расчета и установления нормы массы поезда?

4. Аналитический. Как изменение условий эксплуатации (например, ввод более мощного локомотива или ухудшение погоды) влияет на установленную норму массы?

5. Системное мышление и безопасность. Почему просто рассчитать массу поезда, исходя только из силы тяги локомотива, недостаточно? Какие другие ограничения, кроме преодоления подъема, необходимо учитывать?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Методика тормозных расчеты с помощью номограмм»

1. Базовый. Что такое тормозная номограмма и для каких основных целей она применяется на железнодорожном транспорте?

2. Практический. Опишите последовательность ваших действий при использовании номограммы для проверки достаточности тормозных средств грузового поезда перед отправлением со станции.

3. Аналитический. Каковы главные преимущества и ограничения методики тормозных расчетов с помощью номограмм по сравнению с компьютерными расчетами?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Определение времен хода поезда способом равномерных скоростей и технической скорости движения поезда»

1. В чем заключается основная суть способа равномерных скоростей для расчета времени хода поезда по перегону?

2. Какие исходные данные необходимы для выполнения расчета времени хода поезда этим методом?

3. Дайте определение технической скорости движения поезда. Как она рассчитывается и чем отличается от участковой скорости?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Построение кривой  $I_{da}(S)$ »

1. Что такое кривая  $I_{da}(S)$  (интегральная кривая движения) и какую информацию она в себе несет?

2. Опишите ключевые этапы построения кривой  $I_{da}(S)$  на основе данных ускорения и замедления поезда.

3. Как по виду кривой  $I_{da}(S)$  определить участки разгона, выбега и торможения? Что характеризует крутизна наклона кривой в каждой точке?

4. Для решения каких практических задач на железнодорожном транспорте используется анализ этой кривой? (Например, расчет времени хода, проверка соблюдения скоростного режима).

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Определение расхода электрической энергии»

1. Назовите основные факторы, влияющие на расход электроэнергии электровозом при движении поезда.
2. В чем разница между расчетом расхода электроэнергии по методу удельного расхода и методом интегрирования по времени?
3. Какие виды потерь электроэнергии (в локомотиве, в контактной сети) учитываются при нормировании общего расхода?
4. Как изменится расход электроэнергии при увеличении массы поезда на 10% при прочих равных условиях? Обоснуйте ответ.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Определение расхода топлива тепловозами и дизель-поездами»

1. Перечислите основные эксплуатационные факторы, существенно влияющие на удельный расход топлива тепловозом.
2. Опишите, как определяется нормативный расход топлива на поездку (одиночное следование или с поездом) с учетом профиля пути и массы поезда.
3. Предложите, по каким данным и как можно оценить эффективность использования топлива машинистом по итогам поездки.
4. Чем принципиально отличается методика нормирования расхода топлива от методики нормирования расхода электроэнергии?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Техническое нормирование расхода электрической энергии и топлива. Пути повышения энергоэффективности перевозок.»

1. Что такое «технически обоснованная норма расхода» и из каких основных составляющих она складывается для электровоза и тепловоза?
2. Назовите 3-4 основных технологических или организационных мероприятия, позволяющих снизить удельный расход энергоресурсов на тягу поездов. Проранжируйте их по потенциальной эффективности.
3. Как система стимулирования машинистов за экономию топлива/электроэнергии влияет на общие показатели энергоэффективности депо?
4. Какие новые технологии (например, рекуперативное торможение, системы "умного" ведения поезда) вносят наибольший вклад в повышение энергоэффективности и почему?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Знакомство с программным комплексом КОРТЭС»

1. Для решения каких основных задач предназначен программный комплекс КОРТЭС?
2. Опишите типовой порядок ваших действий при расчете времени хода и расхода энергии для заданного поезда на конкретном участке в КОРТЭС.
3. На что вы в первую очередь обращаете внимание при анализе результатов, полученных в КОРТЭС, чтобы убедиться в их достоверности?
4. Сравните КОРТЭС с другими известными вам системами для тяговых расчетов (или ручным расчетом). Какие его главные преимущества и ограничения?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Доклады на тему «Железнодорожный транспорт в 2040 году: прогнозы и инновации».  
Дискуссия о будущем профессии»

1. Какие, на ваш взгляд, три ключевые технологические инновации (например, цифровые двойники, AI, водородная тяга, гиперпетли) окажут наибольшее влияние на железнодорожный транспорт к 2040 году и почему?
2. Как, по вашему мнению, изменится роль инженера-тяговика / специалиста по эксплуатации в течение следующих 15 лет? Какие новые компетенции станут для него критически важными?
3. С какими основными вызовами (экологическими, экономическими, кадровыми) столкнется железнодорожная отрасль в этом периоде и как она может на них ответить?
4. Как ваша текущая профессиональная экспертиза может помочь компании подготовиться к этим изменениям? В развитии каких знаний и навыков вы видите свой личный потенциал для работы в отрасли будущего?

### 3.3 Типовые контрольные задания для проведения дискуссии

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения дискуссии.

Образец вопросов для проведения дискуссии

«Разбор кинематической схемы электроснабжения на примере карты полигона дороги. Определение основных элементов системы. Дискуссия на тему «Преимущества и недостатки электрификации участка дороги».»

1. Какие, на ваш взгляд, три ключевые технологические инновации (например, цифровые двойники, AI, водородная тяга, гиперпетли) окажут наибольшее влияние на железнодорожный транспорт к 2040 году и почему?
2. Как, по вашему мнению, изменится роль инженера-тяговика / специалиста по эксплуатации в течение следующих 15 лет? Какие новые компетенции станут для него критически важными?

3. С какими основными вызовами (экологическими, экономическими, кадровыми) столкнется железнодорожная отрасль в этом периоде и как она может на них ответить?

4. Как ваша текущая профессиональная экспертиза может помочь компании подготовиться к этим изменениям? В развитии каких знаний и навыков вы видите свой личный потенциал для работы в отрасли будущего?

### 3.4 Типовые контрольные темы для написания докладов

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов тем для написания докладов.

#### Образец тем докладов

«Доклады на тему «Железнодорожный транспорт в 2040 году: прогнозы и инновации». Дискуссия о будущем профессии.»

1. Цифровой двойник железной дороги: от концепции к повседневному инструменту управления.
2. Искусственный интеллект в кабине машиниста и диспетчерском центре: кто принимает решения в 2040 году?
3. Беспилотные поезда на магистралях: миф или реальность 2040 года?
4. Конец эпохи дизеля: что придет на смену тепловозам? (Водород, аккумуляторы, гибридные системы).
5. Умные энергосистемы: как железная дорога станет активным участником энергорынка?
6. Гиперперсонализация услуг: каким будет пассажирский опыт в 2040 году?
7. Цифровые грузовые коридоры и «умные» контракты: революция в грузовых перевозках.
8. От эксплуатации к прогнозной аналитике: как изменится роль инженера путей сообщения?

### 3.5 Типовые контрольные задания для написания конспекта

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

#### Образец тем конспектов

«Введение в систему тягового электроснабжения.»

1. **Назначение и основные задачи системы тягового электроснабжения (СТЭ).**
  - Преобразование и распределение электроэнергии для тяги поездов.
  - Обеспечение надежного и бесперебойного питания.
  - Требования к качеству электроэнергии (стабильность напряжения и частоты).
2. **Общая схема и принцип работы СТЭ. Путь энергии от электростанции до электровоза.**
  - Внешняя сеть (ЕЭС России) -> Тяговая подстанция (ТПСС) -> Контактная сеть -> Электроподвижной состав (ЭПС).
3. **Классификация систем тягового электроснабжения.**
  - По роду тока: Постоянного тока (~3 кВ) и Переменного тока (~25 кВ, 50 Гц).
  - Сравнительные преимущества и недостатки систем постоянного и переменного тока.
4. **Основные элементы СТЭ и их краткая характеристика (обзорная).**
  - Тяговые подстанции, контактная сеть, рельсовая сеть, устройства автоматики и телемеханики.

Образец тем конспектов  
«Тяговые подстанции (ТП) и распределительные устройства.»

1. **Назначение, классификация и место тяговых подстанций в системе электроснабжения.**
  - Опорные, промежуточные, узловые.
  - Подстанции постоянного, переменного тока и преобразовательные.
2. **Основное электрооборудование тяговой подстанции.**
  - **Силовые трансформаторы:** Назначение, типы, схемы соединения обмоток.
  - **Выпрямительные агрегаты (для подстанций постоянного тока):** Принцип действия, схема выпрямления.
  - **Распределительные устройства (РУ) высшего напряжения (РУВН):** Коммутационные аппараты (выключатели, разъединители), устройства защиты (разрядники, ОПН).
3. **Распределительные устройства тягового напряжения (РУТН).**
  - **Фидеры контактной сети:** Назначение, способы питания (поперечные, продольные токопроводы).
  - **Фидеры зонной и отпаечной нагрузки:** Питание нетяговых потребителей (станции, депо, поселки).
  - **Аппаратура защиты фидеров:** Быстродействующие выключатели (для постоянного тока), масляные/вакуумные выключатели (для переменного тока).
4. **Системы автоматики, защиты и телемеханики на ТПСС.**
  - Автоматическое включение резерва (АВР).
  - Дистанционное управление и контроль с диспетчерского пункта.
  - Релейная защита от коротких замыканий и перегрузок.

Образец тем конспектов  
«Контактная сеть.»

1. **Назначение, основные требования и классификация контактных сетей.**
  - Требования: Надежность, износостойкость, качество токосъема, экономичность.
  - Классификация: Постоянного и переменного тока, по типу подвески (простая, цепная).
2. **Конструкция и элементы цепной подвески.**
  - **Несущий трос и контактный провод:** Материалы, назначение, способы соединения.
  - **Стрелки и пересечения:** Устройства для пересечения контактных проводов разных путей.
  - **Анкеровка:** Назначение, схемы средней и полукомпенсированной анкеровки.
3. **Опорные и поддерживающие устройства.**
  - **Опоры:** Типы (консольные, фидерные, переходные), материалы (железобетон, металл).
  - **Консоли и гирлянды изоляторов:** Конструкция, назначение.
  - **Жесткие и гибкие поперечины.**
4. **Секционирование контактной сети.**
  - **Назначение секционирования:** Повышение надежности, удобство ремонта.
  - **Виды секционных разъединителей:** Нормально-включенные, нормально-отключенные.
  - **Изолирующие сопряжения и нейтральные вставки:** Устройство и назначение.
5. **Организация токосъема. Взаимодействие pantograph'a (токоприемника) и контактной сети.**
  - Условия качественного токосъема.
  - Основные неисправности и виды износа контактного провода.

Образец тем конспектов  
«Классификация и общее устройство подвижного состава.»

1. **Классификация подвижного состава по назначению.**

- **Подвижной состав:** Локомотивы, вагоны, моторвагонный подвижной состав (электропоезда, дизель-поезда), специальный самоходный подвижной состав.
- **Локомотивы:** Основное назначение – тяга поездов (электровозы, тепловозы, газотурбовозы, паровозы).
- **Вагоны:** Классификация по назначению (грузовые, пассажирские, специальные).

2. **Общее устройство экипажной части (тележек) локомотивов и вагонов.**

- **Рама тележки.** Колёсные пары, буксы, рессорное подвешивание.
- **Назначение и типы рессорного подвешивания:** Первичное и вторичное.
- **Буксовый узел:** Назначение, устройство, типы подшипников (скольжения, качения).

3. **Кузов и рама локомотива/вагона. Автосцепное устройство.**

- **Типы кузовов:** Несущие, несущие с хребтовой балкой.
- **Назначение и общее устройство автосцепки СА-3.** Принцип сцепления и расцепления.

4. **Основные параметры подвижного состава.**

- Осевая формула, нагрузка от оси на рельсы, габариты (строительный и габарит подвижного состава), база тележки и общая база, коэффициент тары.

Образец тем конспектов  
«Тяговые электродвигатели и преобразователи.»

1. **Тяговый электродвигатель (ТЭД): назначение, основные требования.**

- Требования: Высокий пусковой момент, способность к перегрузкам, работа в широком диапазоне скоростей и напряжений.

2. **Устройство и принцип действия ТЭД постоянного тока.**

- Основные элементы: Статор (главные и добавочные полюса), якорь, коллектор, щёточный аппарат.
- Принцип преобразования электрической энергии в механическую.

3. **Устройство и принцип действия асинхронного тягового двигателя.**

- Преимущества перед ТЭД постоянного тока: Отсутствие коллектора, высокая надёжность, простота обслуживания.
- Ротор (короткозамкнутый), статор. Проблема регулирования частоты вращения.

4. **Системы регулирования частоты вращения ТЭД.**

- **Для ТЭД постоянного тока:** Последовательно-параллельное переключение групп ТЭД, ослабление поля, импульсное регулирование напряжения.
- **Для асинхронных ТЭД:** Частотное регулирование с помощью тяговых преобразователей.

5. **Тяговые преобразователи.**

- **Выпрямительные установки:** Назначение (преобразование переменного тока в постоянный), схемы выпрямления.
- **Инверторы:** Назначение (преобразование постоянного тока в переменный с регулируемой частотой). Ключевая роль в системах с асинхронными ТЭД.

Образец тем конспектов  
«Системы управления на электровозах и вспомогательное оборудование.»

## 1. Принципы управления тяговыми электродвигателями.

- **Косвенная система управления (реостатно-контакторная):** Назначение и устройство контроллера машиниста, групповой реостатный контроллер (ГРК), линейные контакторы.
- **Импульсное регулирование (широотно-импульсная модуляция - ШИМ).**
- 2. **Аппараты силовой цепи.**
  - **Контактная аппаратура:** Линейные контакторы, реверсоры, тормозные переключатели.
  - **Пусковые и тормозные реостаты.** Резисторы ослабления поля.
- 3. **Цепи управления.**
  - Назначение и принцип действия. Низковольтные цепи (50-110 В).
  - **Аппараты защиты:** Быстродействующий выключатель (БВ), максимальные реле, дифференциальная защита.
- 4. **Вспомогательные машины и оборудование.**
  - **Мотор-компрессоры:** Назначение (питание пневматических систем).
  - **Мотор-вентиляторы:** Охлаждение ТЭД и другого оборудования.
  - **Вспомогательный генератор/статические преобразователи:** Назначение (питание цепей управления и заряд аккумуляторной батареи).
- 5. **Пневматическое оборудование.**
  - **Воздухораспределитель условный №395 (ВР):** Назначение (управление тормозами поезда).
  - **Электропневматические клапаны (ЭПК):** Назначение (аварийное торможение).

Образец тем конспектов  
«Характеристики тепловозов»

## 1. Классификация и общая компоновка тепловозов.

- По роду службы (магистральные грузовые, пассажирские, маневровые, промышленные).
- По типу передачи: С электрической передачей (постоянного/переменного тока), с гидравлической передачей.
- 2. **Дизельная силовая установка.**
  - **Устройство и рабочий цикл дизеля.** Основные параметры (мощность, частота вращения, удельный расход топлива).
  - **Системы дизеля:** Топливная, воздухооборудования, охлаждения, смазки.
- 3. **Передачи тепловозов.**
  - **Назначение передачи:** Согласование характеристик дизеля и колёсных пар.
  - **Электрическая передача постоянного тока:** Схема, тяговый генератор, ТЭД.
  - **Электрическая передача переменного-постоянного тока:** Схема, использование выпрямительных установок.
  - **Гидравлическая передача:** Принцип действия, основные элементы (гидротрансформатор, гидромумфта).
- 4. **Тяговые характеристики тепловозов.**
  - **Сила тяги и скорость.** Ограничивающие факторы: Мощность дизеля, сцепление колес с рельсами, прочность тягового привода.
  - **Расчётная сила тяги, расчётная скорость, конструкционная скорость.**
  - **Коэффициент полезного действия тепловоза.**

Образец тем конспектов  
«Нетяговый подвижной состав»

## 1. Классификация грузовых вагонов.

- **Крытые вагоны:** Назначение, особенности конструкции.
- **Полувагоны:** Назначение, с разгрузочными люками и без.
- **Платформы:** Назначение, универсальные и специализированные.
- **Цистерны:** Назначение, классификация по перевозимым грузам.
- **Вагоны-хопперы:** Назначение (для сыпучих грузов), с глухим кузовом и саморазгружающиеся.
- **Специальные вагоны:** Изотермические, транспортеры, думпкары.
- 2. **Классификация пассажирских вагонов.**
- **Вагоны для перевозки пассажиров:** Плацкартные, купейные, СВ, сидячие.
- **Специальные пассажирские вагоны:** Вагоны-рестораны, почтовые, багажные, служебные.
- 3. **Общее устройство грузового и пассажирского вагона.**
- **Кузов, рама, ходовые части (тележки), ударно-тяговые устройства, тормозное оборудование.**
- **Особенности устройства пассажирского вагона:** Системы отопления, вентиляции, кондиционирования, освещения, водоснабжения.
- 4. **Основные параметры вагонов.**
- Грузоподъемность, тара, коэффициент тары, удельный объем кузова, площадь пола, осевая нагрузка, число осей.

Образец тем конспектов  
«Введение в тяговые расчеты. Основные понятия.»

1. **Назначение и цели тяговых расчетов.**
  - Определение массы поезда, времени хода, расхода электроэнергии/топлива.
  - Построение графиков движения (графиков «V(S)» и «t(S)»).
  - Проверка возможности трогания с места и преодоления руководящего подъема.
2. **Основные силы, действующие на поезд в режиме тяги, выбега и торможения.**
  - **Сила тяги (F<sub>тр</sub>):** Создается локомотивом для движения.
  - **Силы сопротивления движению (W):** Препятствуют движению.
  - **Тормозная сила (W<sub>т</sub>):** Создается для замедления или остановки.
3. **Удельные силы. Единицы измерения.**
  - Понятие удельной силы (сила, отнесенная к массе поезда). Единицы измерения: Н/кН, кгс/тн.
4. **Режимы движения поезда.**
  - **Тяга:**  $F_{тр} > W$ .
  - **Выбег:**  $F_{тр} = 0$ ;  $W$  действует на поезд.
  - **Торможение:**  $W_{т} + W > 0$ .

Образец тем конспектов  
«Сопротивления движению поезда»

1. **Классификация сопротивлений движению.**
  - Основное сопротивление (постоянно действующее).
  - Дополнительные сопротивления (действуют на конкретных элементах пути).
2. **Основное удельное сопротивление движению.**
  - **Физическая природа:** Трение в буксах, сопротивление качению колес, аэродинамическое сопротивление.
  - **Расчетные формулы (эмпирические) для грузовых вагонов, локомотивов, пассажирских поездов.** Зависимость от скорости и типа подвижного состава.

### 3. Дополнительные удельные сопротивления.

- Сопротивление от уклона ( $W_i$ ):  $W_i = i$ , где  $i$  – крутизна уклона в тысячных (‰).
  - Сопротивление в кривых участках пути ( $W_{кр}$ ): Зависит от радиуса кривой.
  - Сопротивление от путевых устройств (стрелки, крестовины) и от низких температур.
- ### 4. Расчет полного сопротивления движению поезда.
- Суммирование основного и всех дополнительных сопротивлений.

Образец тем конспектов  
«Тормозные силы поезда»

### 1. Назначение и классификация тормозов на железнодорожном транспорте.

- По способу создания: Колодочные, дисковые, реостатные, рекуперативные.
- По назначению: Экстренные, служебные, стояночные.

### 2. Колодочное торможение.

- **Принцип действия.** Понятие о тормозном нажатии (суммарное усилие колодок на колеса).
- **Расчет тормозной силы.** Понятие расчетного коэффициента трения колодки.
- **Влияние скорости и материала колодки (чугун, композит) на тормозную силу.**

### 3. Расчет необходимого тормозного нажатия для поезда.

- **Тормозной коэффициент:** Отношение расчетной тормозной силы поезда к его весу.
- Нормируемые значения тормозного коэффициента для разных типов поездов.

### 4. Расчет тормозного пути.

- Упрощенный расчет на основе метода равнозамедленного движения.
- Понятие о подготовительном пути торможения и полном тормозном пути.

Образец тем конспектов  
«Основное уравнение движения поезда»

### 1. Вывод основного уравнения движения поезда.

- Второй закон Ньютона, примененный к движению поезда.
- Уравнение в развернутом виде:  $F_{тр} - W = (P+Q) * (1 + \gamma) * a / g$ , где  $\gamma$  – коэффициент инерции вращающихся масс.

### 2. Удельная форма уравнения движения.

- Деление уравнения на массу поезда  $(P+Q)$ .
- $f_{тр} - w = \pm (1 + \gamma) * a / g$ , где  $a$  – ускорение (для тяги и выбега) или замедление (для торможения).

### 3. Определение ускорения (замедления) поезда.

- Расчет по формуле:  $a = (f_{тр} - w) * g / (1 + \gamma)$ .
- Практическое использование для построения кривых движения поезда.

### 4. Понятие о расчете времени и пути разгона/торможения.

- Интегрирование уравнений движения для перехода от ускорения к скорости, времени и пути.

Образец тем конспектов  
«Техническое обслуживание и система ремонта подвижного состава»

### 1. Система планово-предупредительного ремонта (ППР).

- Основные виды ремонтов для локомотивов и вагонов: ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТР-1, ТР-2, ТР-3, КР (Капитальный Ремонт).
- 2. **Виды и периодичность технического обслуживания (ТО) локомотивов.**
  - Экипировка, ТО-1, ТО-2, ТО-3 (с заездом в депо). Объем работ для каждого вида.
- 3. **Виды и периодичность ремонта вагонов.**
  - ТО-1 (на станциях), ТО-2 (на ПТО), ТР-1, ТР-2, ТР-3, КР. Понятие о деповском и заводском ремонте.
- 4. **Организация работы депо (локомотивного, вагонного).**
  - Основные цеха и участки. Технологический процесс ремонта.

Образец тем конспектов  
«Эксплуатация системы электроснабжения.»

1. **Структура диспетчерского управления системой электроснабжения (ЭЧС).**
  - Иерархия: Старший энергодиспетчер дороги -> Энергодиспетчер района -> Персонал тяговых подстанций и дистанций электроснабжения (ЭЧ).
2. **Режимы работы системы тягового электроснабжения.**
  - Схемы питания и секционирования контактной сети. Резервные источники питания.
3. **Основные показатели работы системы электроснабжения.**
  - Надежность (частота и продолжительность перерывов питания).
  - Качество электроэнергии (отклонение напряжения, несимметрия).
  - Удельный расход электроэнергии на тягу поездов.
4. **Организация технического обслуживания и ремонта устройств электроснабжения.**
  - Планово-предупредительные работы на тяговых подстанциях и контактной сети.

Образец тем конспектов  
«Современные тенденции и перспективы развития»

1. **Цифровизация и «умная» дорога.**
  - Внедрение технологий «Интернета вещей» (IoT) для мониторинга состояния инфраструктуры и подвижного состава.
  - Использование «Цифровых двойников» для прогнозирования отказов и оптимизации эксплуатации.
2. **Развитие тягового подвижного состава.**
  - Локомотивы с асинхронным тяговым приводом. Преимущества.
  - Водородная и аккумуляторная тяга. Перспективы использования на неэлектрифицированных участках.
3. **Повышение эффективности и автоматизация.**
  - Системы интеллектуального ведения поезда (безопасность и экономия энергии).
  - Беспилотные поезда и повышение уровней автономности (GoA).
4. **Развитие скоростного и высокоскоростного движения (ВСМ).**
  - Создание специализированной инфраструктуры для ВСМ. Перспективные проекты.

### 3.6 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тяговый расчет для систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока на заданном участке железной дороги»

1. Опишите общую методику выполнения тягового расчета для вашего участка. Какие исходные данные вам потребовались?
2. Покажите на графиках  $V(S)$  и  $T(S)$  наиболее сложные элементы профиля пути (руководящий подъем, затяжной спуск) и объясните, как они повлияли на режимы ведения поезда.
3. Каковы получились основные итоговые показатели для систем постоянного и переменного тока (время хода, расход электроэнергии)?
4. В чем заключаются основные различия в результатах расчета для систем постоянного и переменного тока? Чем они обусловлены?
5. Как учитывались потери в системе электроснабжения при расчете удельного расхода электроэнергии?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Влияние остановок на основные показатели тягового расчета для поезда с электровозом переменного тока»

1. Какова была методика моделирования остановок в вашем расчете? Какие параметры остановки вы задавали (место, длительность)?
2. Покажите на графиках, как изменились кривые скорости и времени после введения остановок по сравнению с расчетом без остановок.
3. Насколько увеличилось общее время хода по участку? Было ли это увеличение пропорционально количеству и длительности остановок? Почему?
4. Как повлияли остановки на удельный расход электроэнергии? Объясните физическую причину этого изменения (учесть многократный разгон).
5. Какие мероприятия (технические или технологические) можно предложить для минимизации негативного влияния остановок на энергоэффективность?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Влияние выбора типа локомотива на основные показатели тягового расчета для грузового поезда с электровозом переменного тока»

1. Какие типы электровозов вы сравнивали и по каким ключевым параметрам (сила тяги, мощность, конструкционная скорость)?
2. Покажите на графиках  $V(S)$ , как разные типы локомотивов преодолевали руководящий подъем. Какой из них показал лучшие результаты и почему?
3. Как выбор локомотива повлиял на время хода поезда по участку? Связано ли это напрямую с его конструкционной скоростью?

4. Сравните удельный расход электроэнергии для разных электровозов. Чем можно объяснить разницу?
5. Какой из рассмотренных локомотивов вы бы рекомендовали для регулярной эксплуатации на данном участке и почему? (Обоснуйте, учитывая время хода и энергоэффективность).

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Влияние уровня напряжения в контактной сети на основные показатели тягового расчета для грузового поезда с электровозом переменного тока»

1. Какие диапазоны изменения напряжения в контактной сети вы рассматривали и на каком основании?
2. Как снижение напряжения ниже номинального (25 кВ) повлияло на силу тяги электровоза и его возможность преодолевать подъемы? Пр продемонстрируйте это на графике  $V(S)$ .
3. Объясните, почему при пониженном напряжении в контактной сети время хода поезда увеличилось.
4. Проанализируйте, как изменение напряжения повлияло на ток, потребляемый из контактной сети, и на общий расход электроэнергии. В чем физическая причина таких изменений?
5. Какие технические решения на тяговых подстанциях и в системе электроснабжения в целом позволяют поддерживать стабильный уровень напряжения и минимизировать его падение?

### 3.7 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-5.2	Введение в систему тягового электроснабжения.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.2	Тяговые подстанции (ТП) и распределительные устройства.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.2	Контактная сеть.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.2	Рельсовая цепь и возврат тягового тока.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ

		действие	
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Разбор кинематической схемы электроснабжения на примере карты полигона дороги. Определение основных элементов системы. Дискуссия на тему «Преимущества и недостатки электрификации участка дороги».	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Расчет нагрузочной способности трансформатора ТП. Чтение упрощенной однолинейной схемы тяговой подстанции. Анализ типовых неисправностей на ТП (например, отключение фидера).	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2	Методика спрямление и приведение профиля пути	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1	Эскизное изображение поперечного сечения контактной подвески на станции и перегоне. Расчет длины пролета.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1	Замечания, выявляемые при выполнении обходов с осмотром устройств контактной сети	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1	Классификация и общее устройство подвижного состава.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1	Тяговые электродвигатели и преобразователи.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1	Системы управления на электровозах и вспомогательное оборудование.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1	Характеристики тепловозов	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ

ОПК-5.1	Нетяговый подвижной состав	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2	Введение в тяговые расчеты. Основные понятия.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2	Сопротивления движению поезда.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2	Тормозные силы поезда.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2	Основное уравнение движения поезда.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Расчет массы состава	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Проверка массы состава	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Принципы установления норм массы поездов	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Расчет и построение кривых удельных ускоряющих и замедляющих сил	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2	Определение максимально допустимой скорости движения	Знание	1 – ОТЗ

ОПК-5.1 ОПК-5.2	поезда на наиболее крутом спуске участка (тормозная задача)		1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Методика тормозных расчеты с помощью номограмм	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Построение кривой V (S)	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Построение кривой t (S)	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Определение времен хода поезда способом равномерных скоростей и технической скорости движения поезда	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Построение кривой Ida (S)	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Определение расхода электрической энергии	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Определение расхода топлива тепловозами и дизель-поездами	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Техническое нормирование расхода электрической энергии и топлива. Пути повышения энергоэффективности перевозок.	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Умение	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Знакомство с программным комплексом КОРТЭС	Знание	1 – 0ТЗ 1 – 3ТЗ

		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Тяговый расчет для систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока на заданном участке железной дороги	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Влияние остановок на основные показатели тягового расчета для поезда с электровозом переменного тока	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1 ОПК-5.2	Техническое обслуживание и система ремонта подвижного состава.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1 ОПК-5.2	Эксплуатация системы электроснабжения.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-5.1 ОПК-5.2	Современные тенденции и перспективы развития.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Доклады на тему «Железнодорожный транспорт в 2040 году: прогнозы и инновации». Дискуссия о будущем профессии.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Влияние выбора типа локомотива на основные показатели тягового расчета для грузового поезда с электровозом переменного тока	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ОПК-1.2 ОПК-5.2	Влияние уровня напряжения в контактной сети на основные показатели тягового расчета для грузового поезда с электровозом переменного тока	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Итого	120 – ОТЗ 120 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

### 3.8 Типовые контрольные задания для выполнения проверочных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения проверочных работ.

1. Выберите правильный ответ.

Какие бывают режимы движения поезда?

1. Режим тяги.
2. Режим выбега.
3. Режим торможения.
4. **Все из перечисленных.**

2. Выберите правильный ответ.

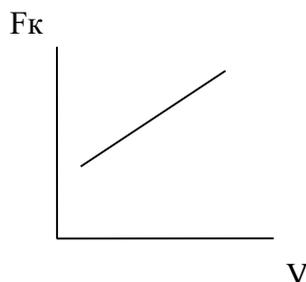
Как обозначается сила тяги?

1.  $F$ .
2.  $F_k$ .
3.  $F_y$ .

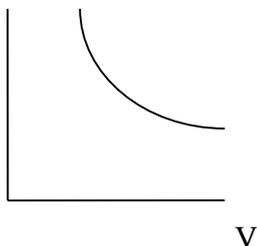
3. Выберите правильный ответ.

Какие тяговые характеристики наиболее полно удовлетворяют требованиям тяги поездов?

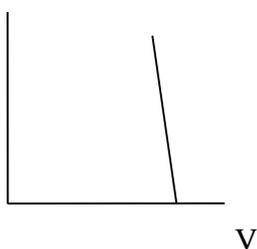
а)



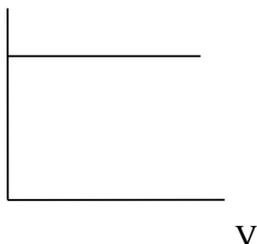
+б)  $F_k$



в)  $F_k$



г)  $F_k$



4. Выберите правильный ответ.

Как увеличить скорость движения поезда в режиме тяги?

- а) Уменьшить напряжение на тяговых двигателях
- б) Увеличить сопротивление движению поезда
- в) Подавать песок под колеса
- г) **Увеличить напряжение на тяговых двигателях или включить ступень ослабления возбуждения.**

5. Выберите правильный ответ.

Что такое коэффициент сцепления колеса с рельсом?

1. **Отношение наибольшей силы сцепления к нагрузке от колесной пары на рельс.**
2. Это произведение нагрузки от колесной пары на рельс на коэффициент трения.
3. Это коэффициент трения металла колеса по металлу рельса.

6. Выберите правильный ответ.

Что показывает уравнение движения поезда?

1. **Связь между силами, действующими на поезд, и ускорением его движения.**
2. Связь между силами, действующими на поезд.
3. Связь между массой поезда и ускорением его движения.

7. Выберите правильный ответ.

Как рассчитывается расчетный коэффициент сцепления?

1. Как произведение нагрузки на ось на коэффициент трения колеса о рельс
2. **По эмпирическим формулам.**
3. Является величиной постоянной.

8. Выберите правильный ответ.

Чем определяется сила основного сопротивления движению?

1. Силами трения в узлах подвижного состава.
2. Силами трения качения и скольжения колес по рельсам.
3. Силами взаимодействия подвижного состава и пути, и силами сопротивления воздушной среды.
4. **Всеми перечисленными составляющими.**

9. Выберите правильный ответ.

Какие бывают способы возбуждения у электрических машин постоянного тока?

1. **Последовательное, параллельное, независимое, смешанное с согласным включением обмоток, смешанное с встречным включением обмоток.**
2. Последовательное, параллельное, независимое, смешанное с согласным включением обмоток.
3. Последовательное, параллельное, смешанное с согласным включением обмоток, смешанное с встречным включением обмоток.

10. Какие силы являются управляемыми?

Ответ: Сила тяги, тормозная сила.

11. Как рассчитывают ускоряющие силы  $F_y$  на прямолинейном горизонтальном пути? ( $F_k$  – сила тяги,  $W_o$  – основное сопротивление движению,  $B_t$  – тормозные силы).

Ответ:  $F_y = F_k - W_o - B_t$  ;

12. На чем основан принцип рекуперативного торможения с ТЭД постоянного тока?

Ответ: На обратимости электрической машины.

13. Для какого плана и профиля пути рассчитывается и строится диаграмма ускоряющих и замедляющих сил?

Ответ: Для приведенного профиля пути и движения по нулевому профилю.

14. В чем смысл спрямления профиля пути?

Ответ: В замене нескольких рядом лежащих элементов одним с усредненным уклоном, длиной, равной суммарной длине элементов.

15. Как влияет применение рекуперативного торможения на расход электроэнергии?

Ответ: Уменьшает.

16. Из каких составляющих состоит полный расход электроэнергии ЭПС?

Ответ: Расход на тягу поезда, расход на собственные нужды.

17. Как влияет изменение напряжения контактной сети на условия движения поезда?

Ответ: Скорость движения увеличивается при увеличении напряжения.

18. Как определять ток электровоза переменного тока для расчета расхода электроэнергии?

Ответ: По характеристикам зависимости значения активного тока электровоза.

### 3.9 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

1. Механизм образования силы тяги
2. Электрическое торможение: реостатное, рекуперативное
3. Силы сцепления колеса с рельсом. Реализация сил сцепления
4. Электромеханические характеристики на валу тягового двигателя
5. Основное сопротивление движению поезда
6. Электромеханические характеристики тягового двигателя, отнесенные к ободу колеса
7. План и продольный профиль железнодорожной линии
8. Регулирование скорости движения изменением напряжения, подведенного к тяговому двигателю
9. Дополнительное сопротивление движению поезда
10. Регулирование скорости движения изменением сопротивления резистора, включенного последовательно в цепь тягового двигателя
11. Механическое торможение. Образование тормозной силы при механическом торможении
12. Регулирование скорости движения изменением магнитного потока тягового двигателя
13. Принцип работы электродвигателя постоянного тока
14. Теоретическая основа уравнения движения поезда
15. Основные элементы конструкции электродвигателя постоянного тока
16. Упрощенная силовая схема электроподвижного состава постоянного тока
17. Тяговая характеристика тягового двигателя
18. Взаимное влияние электровозов

19. Тяговая характеристика электроподвижного состава
20. Основные элементы силовой цепи электроподвижного состава постоянного тока
21. Упрощенная математическая модель движущегося поезда
22. Влияние напряжения на токоприемнике на условия движения поезда
23. Анализ уравнения движения поезда
24. Упрощенная силовая схема электроподвижного состава переменного тока
25. Методы решения основного уравнения движения поезда
26. Упрощенная силовая схема электроподвижного состава переменного тока
27. Общие сведения о нагревании тяговых двигателей
28. Расчет и построение диаграммы удельных ускоряющих и замедляющих сил поезда в режимах тяги, выбега и торможения
29. Способы расчета нагревания и охлаждения тяговых двигателей
30. Решение тормозной задачи
31. Способы расчета расхода электрической энергии на движение поезда
32. Спрямление и приведение профиля пути
33. Экономия электрической энергии при тяге поездов
34. Импульсное регулирование напряжения
35. Влияние напряжения на токоприемнике на работу вспомогательных машин
36. Расчет и проверка массы поезда
37. Независимое возбуждение тяговых двигателей
38. Построение кривой скорости движения поезда
39. Теоретическая основа управления движением поезда
40. Построение кривой времени хода поезда
41. Построение кривой токопотребления поезда
42. Расчет расхода электрической энергии на тягу поездов
43. Проверка веса поезда по нагреванию тяговых двигателей

### **3.10 Перечень типовых простых практических заданий к зачету** (для оценки умений)

1. Отличие электрической тяги от тепловозной
2. Пассажирские и грузовые электровозы
3. Понятия: сила сцепления, сила реакции опоры, вращающий момент, касательная сила тяги
4. Понятие системы колесо-рельс. Вращательное и поступательное движение
5. Понятия: механическое торможение, электрическое торможение. Назначение, классификация
6. Современные тяговые двигатели. Конструкция, преимущества, недостатки
7. Современные токоприемники. Конструкция, преимущества, недостатки
8. Современные электровозы постоянного тока (пассажирские, грузовые)
9. Современные электровозы переменного тока (пассажирские, грузовые)
10. Современные электропоезда, ССПС, рельсовые автобусы и т.д.

### **3.11 Перечень типовых практических заданий к зачету** (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Спрямление и приведение профиля пути
2. Анализ профиля пути. Выбор расчетного и скоростного подъемов
3. Расчет массы поезда
4. Проверка рассчитанной массы состава
  - а) на вместимость поезда по длине приемоотправочных путей станции
  - б) на возможность трогания с места
  - в) на возможность преодоления скоростного подъема
5. Расчет и построение диаграмм удельных равнодействующих сил

6. Силы, действующие на поезд в режиме тяги
7. Силы, действующие на поезд в режиме холостого хода
8. Силы, действующие на поезд в режиме торможения
9. Решение тормозной задачи
10. Построение кривой скорости движения поезда
11. Построение кривой токопотребления поезда
12. Построение кривой времени хода поезда
13. Расчет расхода электроэнергии на тягу поезда

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами оформления (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Дискуссия	Дискуссии проводятся во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения дискуссии, доводит до обучающихся тему дискуссии, количество заданий
Доклад	Защита докладов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему докладов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Проверочная работа	Проверочные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов проверочной работы по теме не менее двух. Во время выполнения проверочной работы разрешено пользоваться тетрадями для практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения проверочной работы, доводит до обучающихся тему проверочной работы, количество заданий в проверочной работе, время ее выполнения. Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы на следующем занятии после проведения проверочной работы; проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения**

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

### **Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.