

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

Ю. А. Трофимов

«24» 10 2023г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ

для поступающих на программы подготовки научных
и научно-педагогических кадров в аспирантуре

2. Технические науки

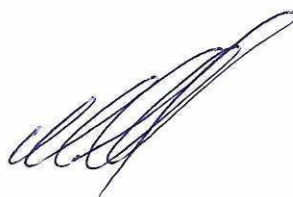
2.9. Транспортные системы

2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

составлена в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», Положением «О подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122, Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом министерства образования и науки Российской федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093» и Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.08.2021 г. № 721 «Об утверждении порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре».

Программу составил:
д-р техн. наук, профессор

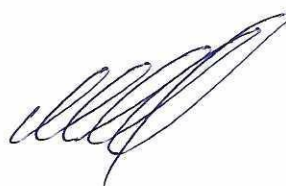


О. В. Мельниченко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электроподвижной состав»

Протокол от «04» октября 2023 г. № 2

Зав. кафедрой
«Электроподвижной состав»



О. В. Мельниченко

Введение

На основе вступительного испытания по специальной дисциплине определяется, насколько свободно и глубоко поступающие владеют теоретическими и практическими знаниями, соответствующими программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре. Программа составлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Настоящая программа основана на положениях следующих дисциплин: подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, информационные технологии в науке и образовании, совершенствование систем эксплуатации, сервисного обслуживания и ремонта подвижного состава, повышение энергетической эффективности систем электроснабжения железнодорожного транспорта, работоспособность деталей, узлов и сборочных единиц нетягового подвижного состава.

1. Цели и задачи вступительного испытания

Целью вступительных испытаний для поступления в аспирантуру по научной специальности – 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация является оценка сформированности у поступающего основных исследовательских и аналитических компетенций, позволяющих ему проводить научные исследования и самостоятельно решать профессиональные задачи разных типов и уровней сложности.

Задачами проведения вступительного испытания по научной специальности – 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация является:

- проверить уровень знаний, умений и навыков поступающего в области подвижного состава железных дорог, тяги поездов и электрификации;
- определить склонность к научно-исследовательской работе;
- выявить мотивы поступления в аспирантуру;
- определить круг научных интересов;
- определить уровень научно-практической эрудиции поступающего.

2. Форма проведения и продолжительность вступительного испытания

Вступительные испытания по специальной дисциплине осуществляется в форме устного экзамена (очно и/или с использованием дистанционных технологий) с использованием билетов, содержащих контрольные задания из разных ключевых областей.

Ориентировочная продолжительность экзамена – 60 мин.

3. Вопросы к вступительному испытанию

Раздел – Тяговый подвижной состав

1. История развития тягового подвижного состава железных дорог. Организация электрической тяги на постоянном и переменном токе, перспективы развития.
2. Функциональная схема электровоза переменного тока в режиме тяги.
3. Электровозы и электропоезда с коллекторными тяговыми электродвигателями, их принципиальные схемы.
4. Принципы регулирования режимов работы тягового привода электровоза переменного тока.
5. Устройство и принцип действия тиристоров и транзисторов, их вольт-амперные характеристики (ВАХ).
6. Принципы регулирования напряжения на выходе полупроводниковых преобразователей электровозов для режима тяги.
7. Принципы регулирования напряжения на выходе полупроводниковых преобразователей электровоза для режима рекуперативного торможения.
8. Особенности конструкции и основные размеры колёсной пары электровоза.
9. Управление тяговым и рекуперативным режимами электроподвижного состава. Тяговые и тормозные характеристики электровоза, примеры, расчёт.
10. Расчёт показателей и характеристик электроподвижного состава однофазно-постоянного тока в режиме тяги.
11. Принцип построения и компоновка силовых цепей электроподвижного состава.
12. Принцип организации сетевой коммутации тока преобразователей современных отечественных электровозов переменного тока на 1-ой и 4-ой зон регулирования.
13. Требования и исходные данные для расчёта скоростных характеристик при плавном регулировании напряжения на тяговых двигателях.
14. Порядок прочностного расчёта рамы тележки электровоза в различных режимах нагружения. Определение коэффициента запаса прочности.
15. Принципы регулирования скорости электроподвижного состава постоянного и переменного тока.
16. Плавное регулирование напряжения на тяговых электродвигателях электровозов. Зонно-фазовое регулирование напряжения. Алгоритм управления выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме тяги.
17. Функциональные схемы силовых цепей отечественных электровозов постоянного и переменного тока со ступенчатым и плавным регулированием напряжения, их достоинства и недостатки.
18. Конструкция и принцип работы электродвигателя постоянно-пульсирующего тока электровоза переменного тока.
19. Потенциальные условия на коллекторе тягового электродвигателя электровоза. Характеристики: коллекторная кривая, потенциальная кривая, среднее межламельное напряжение на коллекторе тягового электродвигателя.

20. Коэффициент мощности электровоза переменного тока, способы его определения, причины его снижения и способы повышения.

21. Количественные и качественные показатели использования локомотивов.

22. Организация поочерёдной коммутации плеч выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза в режиме рекуперативного торможения.

23. Ступенчатое регулирование на стороне низшего напряжения. Встречно-согласованное включение обмоток трансформатора.

24. Плавное регулирование напряжения на тяговом электродвигателе электровоза. Устройства, реализующие рекуперативное торможение электроподвижного состава однофазно-постоянного тока. Алгоритм управления выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме рекуперации.

25. Электрическая устойчивость режима рекуперативного торможения электроподвижного состава однофазно-постоянного тока. Расчёт внешних характеристик преобразователя электровоза.

26. Влияние коммутации тока на характеристики выпрямителя. Влияние тока нагрузки и индуктивного сопротивления трансформатора при коммутации на величину напряжения выпрямителя. Снижение коэффициента мощности электровоза при коммутации (чем вызвано?).

Раздел – Электрификация железных дорог

1. История развития электрических железных дорог. Современные тенденции в области электрификации железных дорог. Электрификации железных дорог в России. Сравнение систем электрической тяги в России и за рубежом.

2. Основные преимущества электрической тяги. Принципиальная схема питания электрической железной дороги. Основные требования, предъявляемые к системе электроснабжения электрических железных дорог в нормальных и вынужденных режимах работы.

3. Схемы присоединения тяговых подстанций к линиям электропередачи (ЛЭП). Опорные и промежуточные тяговые подстанции. Обоснование оптимальных расстояний между ними.

4. Понятие энергосистемы. Эффективность повышения одиночных мощностей агрегатов электростанций и образования объединённых энергосистем.

5. Системы централизованного и распределённого питания контактной сети.

6. Одностороннее и двустороннее питание контактной сети, условия, при которых проявляются преимущества двустороннего питания. Схемы отдельного и параллельного питания проводов отдельных путей, условия, при которых проявляются преимущества узловой и параллельной схем питания. Узловая схема питания.

7. Схемы соединений рельсов отдельных путей.

8. Обеспечение надёжности схем параллельного и узлового питания проводов отдельных путей с помощью автоматических постов секционирования и постов параллельного соединения.

9. Стыкование участков с различными напряжениями в тяговой сети и с различными системами тока.

10. Влияние неравномерности нагрузки подстанций и фидеров на величину потерь мощности, потери напряжения и др. показатели работы.

11. Технико-экономическое сравнение и область применения различных типов понизительных трансформаторов при электрификации на переменном токе.

12. Распределение токов плеч питания по фазам трансформатора и питающей системы. Векторная диаграмма токов и напряжений трансформатора со схемой соединения обмоток λ / Δ . Построение схемы питания группы тяговых подстанций переменного тока с трансформаторами λ / Δ . Векторные диаграммы подстанций I, II, III типов.

13. Схемы питания нетяговых потребителей от системы электроснабжения постоянного и переменного тока. Автотрансформаторные системы тяги.

14. Системы тяги постоянного тока повышенного напряжения.

15. Марки, область применения и сопротивление проводов контактной сети постоянному току. Омическое сопротивление ходовых рельсов.

16. Особенности протекания тягового тока по рельсам и в земле на участках однофазного тока. Влияние проводимости земли на сопротивление контактной сети постоянного и переменного тока.

17. Расчётное сопротивление тяговой сети однофазного тока для однопутных и многопутных участков. Активное сопротивление проводов и рельсов на линиях однофазного тока. Полное сопротивление отдельных контуров тяговой сети на линиях однофазного тока.

18. Составное сопротивление тяговой сети для расчёта потерь напряжения. Эквивалентное приведённое сопротивление тяговой сети для определения потерь напряжения (индуктивная и активная составляющие).

19. Конструктивное выполнение цепей отсоса тяговых подстанций постоянного и переменного тока.

20. Показатели качества электроэнергии. Проблема качества напряжения и методы его оценки. Нормирование напряжения тяговых сетей по ГОСТ 32144-2013. Влияние качества напряжения на работу электрических локомотивов и электрифицированных участков железных дорог.

21. Режим напряжения на шинах подстанции переменного тока с трансформаторами λ / Δ .

22. Проблема регулирования напряжения тяговых сетей постоянного и переменного тока.

23. Продольная ёмкостная компенсация (УПК) Назначение. Векторная диаграмма. Возможные места расположения УПК. Устройство поперечной ёмкостной компенсации (КУ). Назначение, принцип действия. Возможные схемы КУ. Эффект симметрирования нагрузки. Принципы выбора параметров фильтросимметрирующих устройств (ФСУ).

24. Типовое однофазное устройство параллельной компенсации.

25. Особенности параллельной работы подстанций переменного тока.

26. Влияние продольной ёмкостной компенсации на условия параллельной работы подстанций однофазного тока.

Раздел – Нетяговый подвижной состав

1. Классификация вагонов. Основные узлы вагонов.
2. Основные требования к конструкции вагонов.
3. Виды габаритов.
4. Основы методики вписывания в габарит. Горизонтальные и вертикальные габаритные рамки строительного и проектного очертания вагона.
5. Техничко-экономические параметры вагонов (линейные размеры, грузоподъёмность, вместимость, масса тары, удельный объём, статическая и динамическая нагрузка, коэффициенты тары и т. д.).
6. Нагрузки, действующие на вагон. Понятие о расчётных режимах.
7. Назначение и конструкция колёсных пар.
8. Устройство осей колёсных пар. Технические требования к ним.
9. Устройство колёс. Профиль поверхности катания.
10. Понятие о формировании колёсной пары. Контроль прессового соединения.
11. Классификация, конструкция буксовых узлов.
12. Подшипники буксовых узлов, классификация, конструкция, условное обозначение.
13. Детали торцевого крепления подшипников, требования к материалам корпусов букс. Смазки.
14. Рессорное подвешивание вагонов. Классификация и назначение.
15. Упругие элементы. Классификация и назначение. Жёсткость и гибкость.
16. Силовые характеристики упругих элементов.
17. Основные положения расчёта пружин. Коэффициент конструктивного запаса прогиба. Многорядные пружины.
18. Возвращающие устройства.
19. Назначение, конструкция и принцип работы фрикционных гасителей колебаний.
20. Назначение, конструкция и принцип работы гидравлического гасителя колебаний.
21. Схемы рессорного подвешивания.
22. Назначение и классификация тележек.
23. Технические требования, предъявляемые к тележкам. Параметры тележек.
24. Конструкция тележки ЦНИИ-ХЗ.
25. Конструкция тележки КВЗ-И2.
26. Конструкция четырёхосной тележки.

4. Примерные темы рефератов

1. Пути повышения эксплуатационной надёжности и работоспособности подвижного состава.
2. Анализ развития средств диагностики подвижного состава.
3. Способы оценки состояния подвижного состава и систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов. Системы автоматизации процессов технической диагностики этих объектов.

4. Анализ путей совершенствования тягового подвижного состава.
5. Пути улучшения эксплуатационных показателей подвижного состава и устройств электроснабжения.
6. Использование современных материалов в конструкции тяговых электрических машин локомотивов.
7. Перспективы развития коллекторных тяговых электродвигателей электровозов.
8. Сравнительный анализ тормозного оборудования, повышающего безопасность движения поездов и пропускную способность железных дорог.
9. Роль динамических и прочностных качеств подвижного состава и их количественная оценка.
10. Методы испытания подвижного состава и пути их развития.
11. Области применения тяговых и тормозных расчётов. Особенности тяговых расчётов применительно к тяжеловесному движению.
12. Тенденции развития системы автоматизации управления локомотивами.
13. Сравнительный анализ взаимодействия подвижного состава и пути в традиционных условиях и условиях высокоскоростного движения.
14. Пути решения вопросов, связанных со снижением износа элементов пути и ходовых частей подвижного состава.
15. Вопросы электромагнитной экологии на железнодорожном транспорте.
16. Тенденции САПР в деле проектирования подвижного состава и устройств электроснабжения.
17. Анализ путей совершенствования тяговых подстанций, тяговых сетей.
18. Тенденции развития систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов. Мероприятия снижения потерь электроэнергии.
19. Методы и системы технического обслуживания и технологии ремонта устройств электроснабжения.
20. Новые направления энергоснабжения нетяговых железнодорожных потребителей.
21. Особенности взаимодействия токоприёмников электроподвижного состава и контактных подвесок на высокоскоростных железных дорогах.
22. Перспективные системы контактных подвесок и токоприёмников, устройства и материалы, снижающие износ контактного провода и обеспечивающие повышение скоростей движения.
23. Сравнительный анализ электромагнитной совместимости электрифицированных железных дорог со смежными системами автоблокировки, телемеханики и связи для традиционных и высокоскоростных железных дорог.
24. Магнитолевитационные транспортные системы и технологии. Перспективы реализации на железных дорогах России.

5. Оценивание результатов вступительного испытания
Критерии и шкала оценивания выполнения заданий
экзаменационного билета

Номер задания	Критерии оценивания	Баллы по заданиям
1-3	Поступающий правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Отличный (от 27-33.3)
	Поступающий 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 (от 20-26)
	Поступающий 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 (от 13-19)
	Поступающий 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	Низкий (менее 13)

**Шкала оценивания уровня подготовленности к обучению
по результатам вступительного испытания**

Общий балл за вступительное испытание	Уровень подготовленности к обучению	Характеристика уровня подготовленности
80 – 100	Отличный	Поступающий отлично подготовлен для дальнейшего обучения в аспирантуре по научной специальности – 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.
60 – 79	Базовый	Поступающий показал хороший уровень подготовки для поступления в аспирантуру в аспирантуре по научной специальности – 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.
40 – 59	Минимальный	Поступающий обладает минимальным уровнем компетентностей, необходимых для обучения в аспирантуре по научной специальности – 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.
0 – 39	Низкий	Поступающее лицо не готово к обучению в аспирантуре по научной специальности – 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

6. Порядок проведения вступительных испытаний

Вступительное испытание по специальной дисциплине научной специальности – 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация проводится в соответствии с графиком проведения вступительных испытаний в период работы приемной комиссии.

Подготовка и проведение вступительного испытания осуществляется предметной комиссией по научной специальности, назначаемой приказом ректора университета.

Варианты экзаменационных билетов для проведения вступительных испытаний по специальной дисциплине разрабатываются председателем предметной комиссии по научной специальности и подписываются ректором университета не позже чем за месяц до начала вступительных испытаний. Варианты экзаменационных билетов для конкретной группы (потока) кандидатов должны выдаваться председателю предметной комиссии в день проведения испытания.

На вступительные испытания кандидат должен прибыть с паспортом (либо документом, заменяющим паспорт). Перед началом вступительного испытания поступающий выбирает экзаменационный билет, ему выдается экзаменационный лист, который поступающий должен подписать, и листы устного опроса. На листах устного опроса в верхнем правом углу поступающий должен записать номер группы (потока), с которой он прибыл на вступительные испытания, номер варианта экзаменационного билета и свою фамилию с инициалами (либо номер СНИЛС). Все отмеченные документы необходимо сдать после прохождения вступительного испытания.

На подготовку к ответу традиционно выделяется 40 минут. После чего поступающий вызывается экзаменационной комиссией для ответа.

Во время проведения вступительного испытания абитуриент может покинуть аудиторию только один раз не более чем на 5 минут по разрешению экзаменатора.

Во время проведения вступительного испытания абитуриентам запрещается:

- общаться с другими абитуриентами;
- самовольно пересаживаться на другие места в экзаменационной аудитории;
- использовать какие-либо вспомогательные и справочные материалы, не разрешенные предметными экзаменационными комиссиями (учебники, методические пособия, справочники и др.);
- иметь при себе мобильные телефоны и иные средства связи, электронно-вычислительную технику (планшеты, ноутбуки и т. п.);
- выносить за пределы аудитории экзаменационный лист и листы устного опроса.

По окончании ответа поступающего экзаменационная комиссия составляет Протокол, в который заносится краткая характеристика и оценка ответов канди-

дата на каждый вопрос, и выставляется общая оценка за вступительное испытание. Результаты вступительного испытания заносятся в экзаменационную ведомость и выставляются на сайт университета.

В случае если поступающий не набирает минимального порогового количества баллов, считается, что экзамен он не сдал и не может принимать дальнейшее участие в конкурсе. Поступающие, не прошедшие вступительные испытания по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально), допускаются к проведению вступительного испытания в другой группе или в резервный день в соответствии с расписанием проведения вступительных испытаний.

Спорные вопросы, возникшие при проведении вступительного испытания, разрешаются апелляционной комиссией. Заявление (апелляция) о нарушении порядка проведения вступительного испытания и/или несогласие с результатами вступительного испытания, подается поступающим лично на следующий день после объявления итоговой оценки вступительного испытания.

Порядок проведения дистанционного компьютерного тестирования

Платформами для проведения дистанционных вступительных испытаний являются корпоративной платформы Microsoft Teams и системы электронного обучения Moodle.

Перед началом вступительного испытания проводится процедура аутентификации личности поступающего, то есть осуществляется проверка подлинности пользователя путём сравнения введённого им пароля с паролем в базе данных пользователей.

Затем осуществляется визуальная (экспертная) идентификация личности поступающего посредством установления визуального соответствия личности обучающегося документам, удостоверяющим его личность.

При отсутствии у обучающегося в комплектации компьютера веб-камеры и микрофона, экспертная идентификация личности и видео-прокторинг могут проводиться с помощью мобильного телефона с использованием мобильных версий указанных выше платформ.

7. Список литературы для подготовки к экзамену

1. Тихменев Б. Н., Трахтман Л. М. Подвижной состав электрифицированных железных дорог. Изд. 4-е. – М.: Транспорт, 1980. – 471 с.
2. Тихменев Б. Н., Кучумов В. А. Электровозы переменного тока с тиристорными преобразователями. – М.: Транспорт, 1986. – 312 с.
3. Кельперис П. И., Айзинбуд С. Я. Эксплуатация локомотивов. – М.: Транспорт, 1990. – 261 с.
4. Ротанов К. А., Захарченко Ф. Д., Плакс А. В. Проектирование системы управления электрическим подвижным составом. / Под ред. Н. А. Ротанова. – М.: Транспорт, 1986. – 328 с.

5. Электровоз ВЛ85. Руководство по эксплуатации / Б. А. Тушканов, Н. Г. Пушкарёв, Л. А. Позднякова и др. – М.: 1992. – 480 с.
6. Бирюков И. В., Савоськин А. Н., Бурчак Г. П. Механическая часть тягового подвижного состава: Учеб. для вузов / Под ред. И. В. Бирюкова. – М.: Транспорт, 1992. – 440 с.
7. Розенфельд В. Е., Исаев И. П., Сидоров Н. Н. Теория электрической тяги. – М.: Транспорт, 1995. – 294 с.
8. Электровоз ВЛ80С. Руководство по эксплуатации. – М.: Транспорт, 1982. – 622 с.
9. Осипов С. И., Осипов С. С., Феоктистов В. П. Теория электрической тяги: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. С. И. Осипова. – М.: Маршрут, 2006. – 436 с.
10. Бурков А. Т. Электронная техника и преобразователи: Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1999. – 464 с.
11. Вершинский С. В., Данилов В. Н., Хусидов В. Д. Динамика вагона / Под ред. С. В. Вершинского. – М.: Транспорт, 1991. – 860 с.
12. Конструирование и расчёт вагонов: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. В. В. Лукина. – М.: УМК МПС России, 2000. – 727 с.
13. Вериго М. Ф. Динамика вагонов: конспект лекций / М. Ф. Вериго. – М., 1971. – 176 с.
14. СП 224.1326000.2014 Тяговое электроснабжение железной дороги. Свод правил. Утверждён приказом Минтранса России от 2 декабря 2014 года № 330.
15. Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог (ЦЭ-868). – М.: Трансиздат, 2002. – 184 с.
16. Бадер М. П. Электромагнитная совместимость: Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: УМК МПС, 2002. – 638 с.
17. Бей Ю. М., Мамошин Р. Р., Пупынин В. Н., Шалимов М. Г. Тяговые подстанции: Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. – 319 с.
18. Бондарев Н. А., Чекулаев В. Е. Контактная сеть. М.: Маршрут, 2006. – 590 с.
19. Котельников А. В., Кандаев В. А. Блуждающие токи и эксплуатационный контроль коррозионного состояния подземных сооружений систем электроснабжения железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 2010. – 559 с.
20. Марквардт К. Г. Контактная сеть. – М.: Транспорт, 1994. – 335 с.
21. Паранин А. В., Ефимов А. В. Современное оборудование и конструкции контактной сети КС-160 для скоростей движения до 160 км/ч. – Екатеринбург, 2013. – 105 с.
22. Почаевец В. С. Электрические подстанции. – М.: Желдориздат, 2001. – 512 с.
23. Фрайфельд А. С., Бондарев Н. А., Марков А. С. Устройство, сооружение и эксплуатация контактной сети и воздушных линий. – М.: Транспорт, 1986. – 336 с.

24. Автоматизация электроподвижного состава / Под ред. А. Н. Савоськина. – М.: Транспорт, 1990. – 311 с.
25. Болотин М. М., Осинковский Л. Л. Автоматизация производственных процессов при изготовлении и ремонте вагонов: Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1989. – 206 с.
26. Преобразовательные полупроводниковые устройства подвижного состава. / Под ред. Ю. М. Инькова. – М.: Транспорт, 1982. – 262 с.
27. Проектирование системы управления подвижным составом электрических железных дорог / Н. А. Ротанов, Д. Д. Захарченко, Е. В. Горчаков, А. В. Плакс; под ред. Д. Д. Захарченко. – М.: Транспорт, 1964. – 351 с.
28. Вагонное хозяйство: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В. И. Гридюшко и Ю. С. Подшивалова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 295 с.
29. Курбасов А. С. Проектирование тяговых электродвигателей. – М.: Транспорт, 1987. – 536 с.
30. Нагруженность элементов конструкции вагона: Учебник / В. Н. Котуратов и др. М.: Транспорт, 1991. – 237 с.
- 31.- Медель В. Б. Проектирование механической части электроподвижного состава. – М.: Всесоюзное издательство – полиграфическое объединение МПС, 1963. – 424 с.
32. Руководящие указания по релейной защите систем тягового электроснабжения. – М.: Трансиздат, 2005. – 216 с.
33. Герман Л. А., Серебряков А. С. Регулируемые установки ёмкостной компенсации в системах тягового электроснабжения железных дорог. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 315 с.
34. Марков А. С. Контактные сети. – М.: Высш. шк., 1991. – 208 с.
35. Марквардт К. Г. Электроснабжение электрических железных дорог. – М.: Транспорт, 1982. – 528 с.
36. Фигурнов Е. П. Релейная защита. – М.: Желдориздат, 2002. – 718 с.
37. Фрайфельд А. В., Брод Г. Н. Проектирование контактной сети. – М.: Транспорт, 1991. – 335 с.