



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

Учебно-научный институт транспорта  
(наименование факультета/института)  
Подвижной состав железных дорог  
(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
по учебной работе и цифровизации  
\_\_\_\_\_ В.А. Шкаберин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация**  
(наименование дисциплины)

**2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация**  
(код и наименование научной специальности)

**Технические науки**

(наименование отрасли наук)

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**  
(уровень образования)

**Очная**

(форма обучения)

**2023**

(год набора)

Брянск 2023

## Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине

**Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация***(наименование дисциплины)***2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация***(код и наименование научной специальности)*

Разработал:

Директор УНИТ

к.т.н., доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)**(подпись)*

Д.Я. Антипин

*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Подвижной состав железных дорог

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

«31» марта 2023 г., протокол № 13

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)**(подпись)*

А.А. Лагутина

*(И.О. Фамилия)*

© Антипин Д.Я., 2023

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2023

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Программа кандидатского экзамена предназначена для сдачи аспирантами кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» по программе аспирантуры по научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Цель кандидатского экзамена – установить глубину профессиональных знаний аспиранта, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Основными задачами является оценка следующих знаний:

- общих сведений о подвижном составе и электроснабжении железных дорог;
- основы тяги поездов и тяговые расчеты;
- конструкция подвижного состава и безопасность движения поездов;
- электроснабжение электрических железных дорог;
- организация эксплуатации, технического обслуживания и ремонта подвижного состава и устройств электроснабжения.

### 2. МЕСТО КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Кандидатский экзамена по специальной дисциплине «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» является промежуточной аттестацией дисциплины «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация», относится к образовательному компоненту программы аспирантуры и реализуется на 4 курсе в 1 семестре.

### 3. ОБЪЕМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Общая трудоемкость кандидатского экзамена по специальной дисциплине составляет 1 зачетная единица (36 академических часа).

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

#### 4.1. Структура программы кандидатского экзамена

Структура программы кандидатского экзамена представлена в виде тематического плана в таблице 2.

Таблица 2 – Тематический план кандидатского экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	Общие сведений о подвижном составе и электроснабжении железных дорог, основы тяги поездов и тяговые расчеты, конструкция подвижного состава и безопасность движения поездов.	Классификация, перспективы развития и характеристика локомотивного и вагонного парков, электроподвижного состава, систем тяги, устройств электроснабжения, специальных электротехнических установок и систем управления ими, контактной сети, систем эксплуатации. Особенности работы железных дорог России. Эксплуатационные требования к типам и ос-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
		новным параметрам подвижного состава, схемам электроснабжения. Эксплуатационные характеристики подвижного состава, повышение их эксплуатационной надежности и работоспособности. Методы и средства снижения потерь электроэнергии. Силы, действующие на поезд при движении (в режимах тяги, выбега и торможения). Тяговые характеристики локомотива, методы их построения, ограничения силы тяги локомотива. Понятие о коэффициенте сцепления колёсной пары с рельсами и его статистические характеристики. Тяговые расчёты и задачи, с ними решаемые. Конструирование, разработка методов автоматизации проектирования подвижного состава. Испытания подвижного состава. Характеристики и конструктивные особенности подвижного состава новых серий.
2	Электроснабжение электрических железных дорог	Режимы работы системы электроснабжения электрических железных дорог. Качество электрической энергии его влияние на работу тяговых и нетяговых потребителей. Показатели работы тяговых и нетяговых потребителей. Устройства регулирования и их влияние на работу системы электроснабжения. Определение параметров системы электроснабжения. Контактная сеть. Преобразовательная техника. Тяговые подстанции постоянного и переменного тока, их принципиальные схемы. Электромагнитная совместимость электрифицированных железных дорог метрополитенов со смежными системами автоблокировки, телемеханики и связи. Электромагнитная экология. Методы и средства снижения энергетических потерь, обеспечение энергетической безопасности тяги поездов и электроснабжения железных дорог.
3	Организация эксплуатации, технического обслуживания и ремонта подвижного состава и устройств электроснабжения	Локомотивное и вагонное депо, пункты технического обслуживания. Принципы размещения. Назначение. Оборудование. Системы эксплуатации подвижного состава. Тяговые плечи. Участки обращения. Показатели использования. Высокоскоростной железнодорожный транспорт, варианты реализации высоких скоростей движения. Технологии вождения длинносоставных и тяжеловесных поездов. Ремонт подвижного состава. Ремонт контактной сети. Виды ремонта. Периодичность ремонта. Ремонтная база. Прогрессивные методы организации ремонта. Диагностирование и контроль остаточного ресурса деталей, узлов и оборудования подвижного состава. Бортовые и стационарные системы диагностирования и контроля параметров. Обслуживание тягового подвижного состава локомотивными бригадами. Плечи обслуживания. Методы эксплуатации устройств электроснабжения железных дорог и мет-

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
		рополитенов. Автоматизированные системы управления (АСУ) при техническом обслуживании и ремонте подвижного состава. Автоматизированные рабочие места. АСУ устройствами электроснабжения. Управление жизненным циклом локомотивов, вагонов и технических средств системы энергообеспечения.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

### 5.1. Перечень основной, дополнительной и справочной учебной литературы:

#### *а) основная литература:*

1. Антипин, Д.Я. Тяговые приводы локомотивов: поиск и выбор инновационных решений [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов вузов ж.-д. трансп./ Д.Я. Антипин, Д.А. Бондаренко, В.И. Воробьев, О.В. Измеров, В.О. Корчагин, А.С. Космодамианский, А.А. Пугачев, С.Г. Шорохов. – Брянск: БГТУ, 2016. – 340 с. [20 экз].

2. Быков, Б.В. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт пассажирских вагонов. Часть 2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2013. — 66 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58926>. — Загл. с экрана.

3. Быков, Б.В. Конструкция механической части вагонов: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.В. Быков, В.Ф. Куликов. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2016. — 247 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90952>. — Загл. с экрана.

4. Дайлидко, А.А. Конструкция электровазов и электропоездов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Дайлидко, Ю.Н. Ветров, А.Г. Брагин. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2014. — 348 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/55388>. — Загл. с экрана.

5. Оганьян Э.С. Расчеты и испытания на прочность несущих конструкций локомотивов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.С. Оганьян, Г.М. Волохов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. — 328 с. — 978-5-89035-618-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26831.html>

6. Четвергов В.А. Техническая диагностика локомотивов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Четвергов, С.М. Овчаренко, В.Ф. Бухтеев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. — 372 с. — 978-5-89035-752-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45320.html>

#### *б) дополнительная литература:*

1. Александрова Н.Б. Обеспечение безопасности движения поездов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Б. Александрова, И.Н. Писарева, П.Р.

Потапов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. — 148 с. — 978-5-89035-882-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57994.html>

2. Бахолдин В.И. Основы локомотивной тяги [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Бахолдин, Г.С. Афонин, Д.Н. Курилкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. — 308 с. — 978-5-89035-725-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45288.html>

3. Быков, Б.В. Конструкция пассажирских вагонов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2002. — 23 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58922>. — Загл. с экрана.

4. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2005. — 490 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59247>. — Загл. с экрана.

5. Ветров, Ю.Н. Конструкция тягового подвижного состава [Электронный ресурс] : учеб. / Ю.Н. Ветров, М.В. Приставко. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2000. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58933>. — Загл. с экрана.

6. Электрические железные дороги [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Володин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2010. — 354 с. — 978-5-9994-0002-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16273.html>

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для сдачи кандидатского экзамена:**

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).

2. Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).

3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).

4. Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).

6. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).

7. Сайт ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**

Для обеспечения проведения кандидатского экзамена имеется следующая материально-техническая база:

- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций и кандидатского экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы аспирантов.

## **7. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Проведение кандидатского экзамена для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья проводится с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

При проведении промежуточной аттестации обеспечивается соблюдение следующих требований:

- для аспирантов из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья промежуточная аттестация проводится с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (далее - индивидуальные особенности);
- проведение мероприятий по промежуточной аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с аспирантами, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, допускается, если это не создает трудностей для аспирантов;
- присутствие в аудитории ассистента, оказывающего аспирантам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, понять и оформить задание, общаться с преподавателем);
- предоставление аспирантам при необходимости услуги с использованием русского жестового языка, включая обеспечение допуска на объект сурдопереводчика, тифлопереводчика (в организации должен быть такой специалист в штате (если это востребованная услуга) или договор с организациями системы социальной защиты по предоставлению таких услуг в случае необходимости);
- предоставление аспирантам права выбора последовательности выполнения задания и увеличение времени выполнения задания (по согласованию с преподавателем);
- по желанию аспиранта устный ответ при контроле знаний может проводиться в письменной форме или наоборот, письменный ответ заменен устным.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ АСПИРАНТОВ**

Сдача аспирантом кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» относится к оценке результатов освоения дисциплины «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация», осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

Для приема кандидатского экзамена по специальной дисциплине создается экзаменационная комиссия. Регламент работы экзаменационной комиссии определяется Положением об экзаменационной комиссии и порядке приема кандидатских экзаменов в БГТУ.

### **Шкала оценивания**

Уровень освоения аспирантами учебного материала определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **Показатели и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Оценка «отлично» - аспирант дает полные, исчерпывающие и аргументированные ответы; грамотно использует научную терминологию; умеет связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения. Во время экзамена аспирант должен подробно ответить на три вопроса экзаменационного билета.

Оценку «хорошо» - аспирант дает достаточно полные и аргументированные ответы; применяет научную терминологию, но при этом допускает ошибку или неточность в определениях, понятиях; умеет связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения. Во время экзамена аспирант должен подробно ответить на три вопроса экзаменационного билета. Допускаются незначительные недочеты и неточности, которые аспирант исправляет самостоятельно в процессе беседы с экзаменационной комиссией.

Оценку «удовлетворительно» - аспирант дает неполные и слабо аргументированные ответы; допускает существенные терминологические неточности; частично аргументирует собственную позицию или точку зрения. Во время экзамена аспирант должен подробно ответить на один вопрос экзаменационного билета и частично на два других вопроса.

Оценку «неудовлетворительно» - отмечается отсутствие знания терминологии, научных оснований, признаков, характеристик рассматриваемой проблемы; не представлена собственная точка зрения по данному вопросу. Во время экзамена аспирант частично отвечает на вопросы.

## **8.1. Контрольно-измерительные материалы для промежуточной аттестации аспирантов**

### **8.1.1. Вопросы для промежуточной аттестации аспирантов**

1. Представление железнодорожного экипажа как динамической системы с конечным числом степеней свободы. Виды колебаний механической части и их взаимосвязь. Обобщенные координаты, описывающие колебания узлов подвижного состава.

2. Классификация связей, применяемых в механической части подвижного состава (линейные и нелинейные; однозначные и неоднозначные; непрерывные и кусочно-линейные; «мягкие» и «жесткие»; упругие и диссипативные элементы рессорного подвешивания и их силовые характеристики).



3. Уравнение Лагранжа второго рода и условия возможности его применения с учетом характера наложенных связей для моделирования динамического поведения подвижного состава.

4. Расчетные схемы и математические модели рельсового железнодорожного пути: дискретная безынерционная и инерционная, континуальная и дискретно континуальная и железнодорожного подвижного состава.

5. Определение собственных частот колебаний динамической системы «экипаж – путь»

6. Динамика обрессоренных масс подвижного состава (уравнения колебаний механической части подвижного состава с одноступенчатым рессорным подвешиванием, уравнения колебания механической части подвижного состава с двухступенчатым рессорным подвешиванием).

7. Методика решения задачи динамики механической части локомотива при случайном внешнем воздействии (передаточные функции и спектральные плотности, наиболее вероятные значения перемещений, скоростей и ускорений узлов механической части подвижного состава, наиболее вероятные минимальное и максимальное давления на путь); показатели динамических качеств подвижного состава.

8. Движение колесной пары со скольжением по рельсам. Причины образования дефектов колес (ползунов, выщербин, остроконечного наката, подреза гребней, наваров).

9. Показатели качества механической части подвижного состава. Методы и способы повышения тяговых свойств локомотива.

10. Методы борьбы с вибрацией: снижение активности источника возмущений (в пути и подвижном составе), виброгашение и виброизоляция.

11. Пути снижения продольных сил в поезде.

12. Противоюзные устройства. Электропневматические тормоза и оборудование.

13. Неустановившийся и установившийся режимы торможения.

14. Понятие скорости распространения воздушной и тормозной волн и её влияние на продольные усилия в поезде. Три этапа развития тормозного процесса в поезде. Квазистатическая тормозная сила и её связь с устойчивостью вагона в рельсовой колее.

15. Эксплуатационные характеристики автономных локомотивов. Методы и средства снижения потерь энергоресурсов.

16. Тенденции развития технической диагностики автономных локомотивов.

17. Совершенствование конструкции и улучшение эксплуатационных показателей локомотивов.

18. Тяговая характеристика автономного локомотива. Методы построения, ограничения силы тяги локомотива.

19. Методы расчета нормы расхода топлива на тягу поездов. Пути снижения расхода топлива при движении локомотива по участку.

20. Отличительные конструктивные особенности кузова и рамы автономных локомотивов различных серий.

21. Показатели надежности автономных локомотивов и их расчет.
22. Общая компоновка силового и вспомогательного оборудования тепловозов. Характеристики вспомогательных агрегатов. Виды приводов. Затраты мощности на привод вспомогательных агрегатов.
23. Тепловозные дизели. Типы, основные параметры и характеристики. Рабочий процесс дизеля.
24. Конструирование, разработка методов автоматизации проектирования автономных локомотивов.
25. Методы прогнозирования технического состояния локомотивов.
26. Теория планирования эксперимента при исследовании надежности и работоспособности автономных локомотивов.
27. Корреляционный анализ, уравнения регрессии и их применение для анализа технического состояния локомотивов.
28. Структура парка электроподвижного состава (ЭПС) отечественных железных дорог. Основные серии и параметры ЭПС постоянного и переменного тока. Зарубежные электровозы и электропоезда, в том числе высокоскоростные.
29. Принципы построения электрических схем ЭПС постоянного тока с различными типами тяговых двигателей.
30. Принципы построения электрических схем ЭПС переменного тока с различными типами тяговых двигателей.
31. Скоростные, тяговые, тормозные, токовые характеристики ЭПС.
32. Способы регулирования параметров электрической энергии, подводимой к различным типам тяговым двигателям.
33. Характеристики тяговых двигателей и электроподвижного состава.
34. Электромеханические характеристики на валу тягового двигателя и на ободах колес.
35. Особенности преобразования энергии на ЭПС в режимах тяги и электрического торможения.
36. Работа тягового привода ЭПС в условиях скоростного и тяжеловесного движения поездов.
37. Состояние электрификации железных дорог и перспектива ее развития.
38. Надежность устройств электроснабжения и ее показатели.
39. Преобразователи электрической энергии.
40. Защита тяговой сети от токов короткого замыкания.
41. Компенсация реактивной мощности в тяговых сетях. Контактные подвески, эксплуатируемые на отечественных железных дорогах.
42. Перспективные контактные подвески.
43. Ветроустойчивость контактных подвесок, пути ее повышения.
44. Взаимодействие токоприемников и контактных подвесок. Критерии качества токосъема.
45. Особенности токосъема при высоких скоростях движения и в сложных метеоусловиях.
46. Пути повышения качества токосъема.
47. Принципиальная схема и основное оборудование тяговой подстанции переменного тока.

48. Принципиальная схема и основное оборудование тяговой подстанции постоянного тока.
49. Комплексные трансформаторные подстанции и их виды.
50. Методы расчета систем тягового электроснабжения.
51. Токоприемники электроподвижного состава и их характеристики.
52. Приборы и методы диагностирования в устройствах электроснабжения железных дорог. Импульсные методы диагностирования электротехнического оборудования. Методы и средства испытания электрооборудования.
53. Расчет схемы замещения участка контактной сети.
54. Переходные процессы в системах электроснабжения.
55. Надежность устройств системы электроснабжения. Способы ее повышения.
56. Схемы питания тяговой сети. Преимущества и недостатки.
57. Режимы работы нейтралей в электрических сетях.
58. Повреждения изоляции контактной сети. Виды, последствия, способы предотвращения.
59. Задачи и содержание системы технического обслуживания и ремонта.
60. Виды технического обслуживания и ремонта подвижного состава.
61. Нормативно-техническая документация по обслуживанию и текущему ремонту локомотивов.
62. Эксплуатационные факторы, влияющие на эффективность работы и надежность узлов локомотива.
63. Износы деталей, виды и сроки технического обслуживания и ремонта вагонов. Технология восстановления деталей вагонов. Ремонт колесных пар. Ремонт буксового узла. Ремонт рессорного подвешивания. Ремонт тележек грузовых вагонов. Ремонт тележек пассажирских вагонов. Ремонт ударно-тяговых устройств.
64. Основные технологические процессы ремонта деталей и узлов локомотивов. Ремонт и методы контроля узлов дизеля. Ремонт и методы контроля технического состояния электрических машин. Ремонт коммутирующих аппаратов и электрических цепей. Ремонт и методы контроля узлов экипажной части локомотивов.
65. Технологии и технологические средства диагностирования агрегатов и узлов подвижного состава при ремонте и в эксплуатации.
66. Технологическая готовность производства при техническом обслуживании и ремонте подвижного состава.
67. Проектирование технологических процессов и сетевое планирование при ремонте подвижного состава.
68. Технологическая оснащенность ремонтного производства и проектирования нестандартного технологического оборудования.
69. Технологический аудит предприятий по ремонту подвижного состава и его роль в повышении эксплуатационной надежности локомотивов и вагонов.
70. Работоспособность деталей, узлов и сборочных единиц подвижного состава. Показатели работоспособности.

71. Математические модели динамических и статических нагрузок в деталях, узлах и агрегатах подвижного состава.

72. Управление техническим состоянием и повышение эффективности использования локомотивов и вагонов новых серий.