



**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**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**Методы исследования динамики, прочности, безопасности и**

**надежности вагонов**

*(наименование дисциплины)*

**23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

*(уровень образования)*

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**Заочная**

*(форма обучения)*

**2021**

*(год набора)*

**Брянск 2022**

Методы исследования динамики, прочности, безопасности и надежности  
вагонов

*(наименование дисциплины)*

23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

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)*

«16» марта 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

А.А. Лагутина

*(И.О. Фамилия)*

© Антипин Д.Я., 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## Предисловие

Дисциплина «Методы исследования динамики, прочности, безопасности и надежности вагонов» направлена на расширение профессионального научного кругозора обучающихся, в том числе частично на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности 2.9.3. «Подвижной состав железных дорог тяга поездов и электрификация».

### 1. Цели освоения учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в развитии практического и аналитического мышления аспирантов, умении математически моделировать сложные динамические процессы, происходящие в движущемся вагоне и поезде, возможности привить глубокое понимание того, что изучение и применение в практике основ динамики позволяет непрерывно совершенствовать перевозочный процесс и, главным образом, его технические средства - подвижной состав.

### 2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы исследования динамики, прочности, безопасности и надежности вагонов» является дисциплиной по выбору, входит в состав Блока 1 и относится к вариативной части по направлению подготовки 23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта», профиль «Подвижной состав железных дорог тяга поездов и электрификация».

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Таблица 1

Компетенции и требования освоения дисциплины

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1	Способностью применять методы математического анализа и моделирования в исследованиях подвижного состава железных дорог	<b>знать:</b> методы математического анализа и моделирования <b>уметь:</b> применять методы математического анализа и моделирования в исследованиях <b>владеть:</b> способностью применять методы математического анализа и моделирования в исследованиях подвижного состава железных дорог

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения
ПК-2	Способностью применять методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава	<p><b>знать:</b> методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава</p> <p><b>уметь:</b> применять методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава</p> <p><b>владеть:</b> способностью применять методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава</p>
ПК-4	Способностью применять современные программные средства для исследования динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава	<p><b>знать:</b> расчеты динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава</p> <p><b>уметь:</b> применять современные программные средства для исследования динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава</p> <p><b>владеть:</b> способностью применять современные программные средства для исследования динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава</p>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	3-й семестр
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	6	6
Практики (П)	6	6
<b>Самостоятельная работа (для очной формы - без учета подготовки к экзамену)</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
В том числе		
Самоподготовка	60	60
Экзамен	36	36
<b>Общая трудоемкость:</b> <b>часов</b> <b>зачетных единиц</b>	<b>108</b> <b>3</b>	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	2	3
1	Колебания вагона с одинарным рессорным подвешиванием	Расчетная модель и ее параметры. Собственные колебания. Вынужденные колебания. Оценка устойчивости движения вагона.
2	Динамическое взаимодействие колес с рельсами	Характеристики неровностей на поверхностях катания колес и рельсов. Условия безотрывного движения колеса по рельсу. Зависимость сил взаимодействия колес с рельсами от жесткости пути, колес и скорости движения по этим неровностям. Динамическая оценка дефектов рельсового пути и поверхности катания колес. Движение колеса по неравноупругому рельсу. Динамические силы, возникающие при движении колес с дисбалансом. Допускаемые величины дисбаланса для колес скоростных вагонов.
3	Продольная динамика вагонов в поезде и при маневровых соударениях	Составление расчетной схемы для поезда как дискретной одномерной системы масс, соединенных нелинейными связями (с учетом люфтов: трения и т.п.), и как упругого призматического стержня. Составление систем расчетных уравнений и метод их решения. Качественные рассмотрения продольных колебаний поезда. Виды продольного взаимодействия вагонов при торможении и трогании поезда. Влияние неоднородности поезда на величины продольных сил. Расчет сил соударения вагонов в процессе маневровой работы на станциях и сортировочных горках.

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах) (табл.4)

Таблица 4

Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПР	СРС	ЭКЗ	Всего часов
1	2	3	4	5	6	7
1.	Колебания вагона с одинарным рессорным подвешиванием	2	2	20	12	36
2.	Динамическое взаимодействие колес с рельсами	2	2	20	12	36
3.	Продольная динамика вагонов в поезде и при маневровых соударениях	2	2	20	12	36
	<b>Всего часов</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>60</b>	<b>36</b>	<b>108</b>

## 6. Лекции, практические занятия, лабораторные работы

### 6.1. Лекции (табл. 5)

Таблица 5

Тематика лекций и их трудоемкость

№п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	1	Расчетная модель и ее параметры	2
2	2	Динамические силы, возникающие при движении колес с дисбалансом. Допускаемые величины дисбаланса для колес скоростных вагонов	2
3	3	Составление расчетной схемы для поезда как дискретной одномерной системы масс, соединенных нелинейными связями (с учетом люфтов: трения и т.п.), и как упругого призматического стержня	2
<b>ИТОГО (часов)</b>			<b>6</b>

## 6.2. Практические занятия (табл. 6)

Таблица 6

Тематика практических занятий и их трудоемкость

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	1	Определение влияния сил неупругого сопротивления рессор на процессы колебания вагона.	2
2	2	Динамическая оценка дефектов рельсового пути и поверхности катания колес. Движение колеса по неравноупругому рельсу.	2
3	3	Составление расчетной схемы для поезда как дискретной одномерной системы масс, соединенных нелинейными связями (с учетом люфтов: трения и т.п.), и как упругого призматического стержня.	2
<b>ИТОГО (часов)</b>			<b>6</b>

## 6.3. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:

<b>Лекции:</b> проводятся в форме мастер-класса преподавателя; используются опорные конспекты (системы слайдов), доводимые до аудитории с помощью мультимедийного оборудования
<b>Практические занятия:</b> проводятся в форме мастер-класса преподавателя; используется контекстное обучение с привязкой разбираемых примеров к реальным конструкциям и условиям их работы
<b>Самостоятельная работа аспирантов:</b> при проведении самостоятельной работы обучающиеся имеют доступ в лабораторию вычислительной техники кафедры ПСЖД с выходом в сеть «Интернет», а также к электронно-библиотечной системе университета
<b>Консультации:</b> проводятся в форме дискуссии «учебная группа – преподаватель»
<b>Экзамен:</b> письменный, проводится по билетам;

## 7. Самостоятельная работа аспирантов (табл. 7)

Таблица 7

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1	2	3
1	1	Работа с литературой;
2	2	Работа с литературой;
3	3	Работа с литературой;
4	1-3	Подготовка к экзамену

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю):**

1. Методы исследования динамики, прочности, безопасности и надежности вагонов [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания по освоению дисциплины для аспирантов очной и заочной форм обучения для направления подготовки 23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта». – Брянск: БГТУ, 2017. – 27 с.

### **8.2. Перечень основной, дополнительной и справочной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

#### *а) основная литература:*

1. Майба, И.А. Компьютерные технологии проектирования транспортных машин и сооружений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2014. — 120 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/55407>. — Загл. с экрана.
2. Жилкин В.А. Азбука инженерных расчетов в MSC Patran-Nastran-Marc [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Жилкин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Проспект Науки, 2013. — 576 с. — 978-5-903090-88-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35886.html>
3. Агапов В.П. Строительная механика, курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Агапов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 73 с. — 978-5-7264-1386-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58215.html>
4. Булычев, М.А. Математическое моделирование и оптимизация кузовов полувагонов с несущим полом [Текст] + [Электронный ресурс]: монография/ М.А. Булычев, Д.Г. Бейн; под ред. В.П. Лозбинева. – Брянск: БГТУ, 2014. – 183 с. – 20 экз.
5. Воронова Н.И. Локомотивные устройства безопасности на высокоскоростном подвижном составе [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Воронова, Н.Е. Разинкин, В.Н. Соловьев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. — 92 с. — 978-5-89035-924-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57991.html>

#### *б) дополнительная литература:*

1. Антипин, Д.Я. Методика разработки трехмерных моделей технических средств железнодорожного транспорта [Текст] + [Электронный ресурс]:



- учеб. пособие для студентов вузов ж.д. трансп./ Д.Я. Антипин, Д.Ю. Расин, С.Г. Шорохов. – Брянск: БГТУ, 2016. – 176 с. – 20 экз.
2. Иванов С.Е. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 5. Системы инженерного расчета и анализа деталей и сборочных единиц [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С.Е. Иванов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2011. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66465.html>
  3. Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс] : учебник / В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 238 с. — 978-5-7782-1287-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45417.html>
  4. Гура Г.С. Механика и трибология движения колесной пары в рельсовой колее [Электронный ресурс] : монография / Г.С. Гура. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. — 528 с. — 978-5-89035-600-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26818.html>
  5. Максина Е.Л. Техническая механика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Л. Максина. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6344.html>
  6. Антипин, Д.Я. Основы и практика синтеза технических решений тягового привода подвижного состава [Текст] + [Электронный ресурс]: монография/ Д.Я. Антипин, В.И. Воробьев, О.В. Измеров, А.С. Космодамианский, А.А. Пугачев. – Брянск: БГТУ, 2015. – 276 с. – 20 экз.
  7. Конструирование и расчет вагонов [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Хохлов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2011. — 689 с. — 978-5-9994-0060-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45268.html>

### ***8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет***

1. Электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС) БГТУ;
2. [www.tu-bryansk.ru](http://www.tu-bryansk.ru) - официальный сайт БГТУ;
3. [edu.tu-bryansk.ru](http://edu.tu-bryansk.ru) - система электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования;
4. [mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2](http://mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2) - электронная библиотечная система БГТУ;
5. [lib.tu-bryansk.ru](http://lib.tu-bryansk.ru) - сайт библиотеки БГТУ со ссылками на внешние ЭБС;
1. <http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека
2. <http://www.iprbookshop.ru/> – ЭБС «IPRbooks»
3. <https://e.lanbook.com/> – ЭБС «Лань»

### ***8.4. Перечень информационных технологий, используемых при***

***осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем***

1. ПЭВМ с установленной операционной системой Windows 7/10. Сублицензионный договор № Tr000144663 от 2 марта 2017 г.
2. Программный комплекс Microsoft Office 2016. Сублицензионный договор № Tr000188682 от 7 октября 2017 г.
3. Программный комплекс «Универсальный механизм» версии 8.0. Письмо №64/172 от 26.01.2017 г.
4. Программный комплекс Siemens NX 11 & Siemens Femap 11.3.2. Договор № 01-ID/2017 от 7 марта 2017 г.
5. Программный комплекс Компас-3D 17.1. Сублицензионный договор № МЦ-17-00419 от 26 октября 2017 г.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. укомплектована специализированной мебелью (столы, стулья, ученическая доска), демонстрационным и мультимедийным оборудованием.

Учебная аудитория для проведения практических занятий и лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Укомплектована специализированной мебелью (столы, стулья, ученическая доска), демонстрационным и мультимедийным оборудованием.

Аудитория для самостоятельной работы (компьютерный класс), оснащена компьютерными столами и стульями, компьютерами, возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

**10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

**10.1. Методические рекомендации для преподавателей**

При чтении лекций должна решаться задача доступного изложения всех материалов по данной дисциплине согласно рабочей программе.

Главной задачей каждой лекции и практического занятия является раскрытие тематики и увязка с практическим применением машин в производстве.

При чтении лекций и проведении практических занятий целесообразно использовать опорные конспекты (систему слайдов с наглядными изображениями и тезисами лекций).

**10.2. Методические рекомендации для обучающихся**

Подготовку по дисциплине «Методы исследования динамики, прочности, безопасности и надежности вагонов» можно разбить на несколько этапов:

- работа с литературой;
- подготовка к экзамену.

При подготовке к экзамену необходимо возникающие вопросы задать преподавателю на консультациях.

### 10.3. Методические рекомендации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья могут применяться следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
- задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);
- для глухих и слабослышащих:
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

## 11. Фонд оценочных средств

### 11.1. Этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Показатель освоения (коды)								
	ПК-1			ПК-2			ПК-4		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Колебания вагона с одинарным рессорным подвешиванием	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Динамическое взаимодействие колес с рельсами	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Продольная динамика вагонов в поезде и при маневровых соударениях	+	+	+	+	+	+	+	+	+

### 11.2. Индексированные показатели и критерии оценивания результатов

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
Профессиональные компетенции				
ПК-1	Способностью применять методы математического анализа и моделирования в исследованиях подвижного состава железных дорог	<b>Р1-знает:</b> методы математического анализа и моделирования	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>Р2-умеет:</b> применять методы математического анализа и моделирования в исследованиях	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>Р3-владеет:</b> способностью применять методы математического анализа и моделирования в исследованиях подвижного состава железных дорог	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
ПК-2	Способностью применять методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава	<b>Р1-знает:</b> методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>Р2-умеет:</b> применять методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>Р3-владеет:</b> способностью применять методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
ПК-4	Способностью применять современные программные средства для	<b>Р1-знает:</b> расчеты динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
	исследования динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава	<b>Р2-умеет:</b> применять современные программные средства для исследования динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>Р3-владеет:</b> способностью применять современные программные средства для исследования динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания

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

#### Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций

Оценку «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, изучивший основную и знакомый с дополнительной литературой. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить на два теоретических вопроса билета.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные учебной программой задания, изучивший основную литературу. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить на один теоретический вопрос билета и частично на другой.

Оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного учебного материала в полном объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы по профессии, выполнивший предусмотренные учебной программой задания, знакомый с основной литературой. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить хотя бы на один теоретический вопрос билета или частично на оба вопроса.

Оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший пробелы в знаниях основного учебного материала, допустивший принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой

заданий. Во время экзамена обучающийся частично отвечает на один вопрос билета.

**Процедура промежуточной аттестации – письменный экзамен.**

### **Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации**

#### **Вопросы к экзамену по дисциплине**

1. Повышение скоростей движения - как одна из задач транспорта.
2. Расчет возвышения наружного рельса в кривых.
3. Виды колебаний состава и их классификация.
4. Применяемые типы рельсов, материал их, вес, профиль, длина, бесстыковый путь.
5. Центр колебаний надрессорного строения и метод его определения.
6. Определение наибольшей силы, возникающей при ударе колеса с ползуном по рельсу.
7. Назначение и типы шпал, применяемых на железных дорогах, в том числе железобетонных шпал.
8. Основные причины колебаний подвижного состава.
9. Составление расчетной схемы и уравнения вливающего движения одиночной колесной пары. Меры принимаемые для подавления извилистого движения вагона.
10. Назначение рельсов и требования, предъявляемые к ним.
11. Простейшая расчетная схема для получения колебаний вагона "колесо с грузом на пружине", определение парциальных и собственных частот этой системы.
12. Аппаратура и методика измерения опытных данных при динамических испытаниях вагонов.
13. Переходные кривые и их назначение.
14. Уравнение собственных колебаний системы "колесо с грузом на пружине" с жидкостным гасителем колебаний.
15. Расчет энергии воспринимаемой поглощающими аппаратами при соударении вагонов при маневрах и сортировках с горки.
16. Основные элементы конструкций обыкновенного одиночного стрелочного перевода.
17. Классификация гасителей колебаний по форме зависимости, создаваемых ими сил сопротивления от величины перемещения, их скорости и направления движения.
18. Движение вагона по кривым участкам пути. Методы определения направляющих и рамы сил движения вагона по круговой кривой.
19. Применяемые на российских ж. д. типы промежуточных креплений.
20. Частота собственных колебаний в системе с жидкостным гасителем колебаний. Логарифмический декремент колебаний.
21. Определение наибольшей величины силы бокового удара при входе вагона

в стрелку при противошерстном движении и при входе в кривые участки пути.

- 22.Применяемые на российских ж.д. типы стыковых скреплений, их назначение и конструкция.
- 23.Критическая величина коэффициента сопротивления жидкостных гасителей колебаний. Коэффициенты сопротивления жидкостных гасителей, рекомендуемые при проектировании вагонов.
- 24.Расчет наибольшего бокового усилия передаваемого на рельс первой осью двухосной тележки при ее вилянии.
- 25.Расчетные формулы напряжений изгиба рельсов и зависимость их от расстояний между колесными парами тележек вагона. Учет внецентренного приложения нагрузок на рельс и действия боковых сил.
- 26.Уравнение вынужденных колебаний системы "колесо с грузом на пружине". Коэффициент нарастания колебаний.
- 27.Ограничение динамических показателей вагона по возможности его опрокидывания. Коэффициент устойчивости вагона на опрокидывание.
- 28.Ограничение величины рамных сил вагона по возможности поперечного сдвига пути.
- 29.Расчетная схема и составление уравнений вынужденных колебаний галопирования и подпрыгивания 4-осных вагонов с одинарным подвешиванием.
- 30.Влияние положения центра тяжести и моментов инерции кузова на собственные частоты колебаний вагона.
- 31.Два рода боковой качки вагона. Виды гасителей и их расположение (для успокоения боковой качки).
- 32.Принцип расчета энергии, которую должен рассеять гаситель при вынужденных колебаниях.
33. Направляющие, боковые и рамные силы, возникающие при вписывании вагона в кривые участки пути.

## **12. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных

лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);

- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в



учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

### **13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

В соответствии с Федеральным законом от 31.07.2020г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т. п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, вкус к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения, и т. п.

## АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы исследования динамики, прочности, безопасности и надежности вагонов

*(наименование дисциплины)*

23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

*(уровень образования)*

Исследователь. Преподаватель-исследователь

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

Заочная

*(форма обучения)*

2021

*(год набора)*

### 1. Цель освоения дисциплины.

Цель изучения дисциплины состоит в развитии практического и аналитического мышления аспирантов, умении математически моделировать сложные динамические процессы, происходящие в движущемся вагоне и поезде, возможности привить глубокое понимание того, что изучение и применение в практике основ динамики позволяет непрерывно совершенствовать перевозочный процесс и, главным образом, его технические средства - подвижной состав.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы и реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

### 3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины.

ПК-1 – способность применять методы математического анализа и моделирования в исследованиях подвижного состава железных дорог;

ПК-2 – способность применять методы расчета и оценки динамических характеристик, прочности, безопасности и ресурса элементов подвижного состава;

ПК-4 – способность применять современные программные средства для исследования динамики, прочности, безопасности и надежности подвижного состава;

### 4. Общая трудоемкость дисциплины

3 зачетных единиц (108 академических часа).

### 5. Форма (формы) промежуточной аттестации обучающихся

Экзамен.

**6. Основные разделы дисциплины:**

1. Колебания вагона с одинарным рессорным подвешиванием
2. Динамическое взаимодействие колес с рельсами
3. Продольная динамика вагонов в поезде и при маневровых соударениях

**7. Автор:**

Антипин Д.Я., к.т.н., доцент