

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «*Вагоны и вагонное хозяйство*»

ПРОГРАММА
дисциплины

*Б1.В.ДВ.1.2 «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИКИ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА»*
для направления
23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

программа
«Проектирование, производство и испытания вагонов»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Вагоны и вагонное хозяйство»
Протокол № от « » 202 г.

Заведующий кафедрой
«Вагоны и вагонное хозяйство»

« » 202 г.

Ю.П. Бороненко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

« » 202 г.

Ю.П. Бороненко

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Современные методы моделирования аэродинамики подвижного состава» (Б1.В.ДВ.1.2) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «07» августа 2020 г., приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 917.

Целью изучения дисциплины является приобретение знаний, умений и навыков в области управления и учета парка грузовых вагонов, учета вагонов, находящихся в ремонте и эксплуатации, контроля технического состояния узлов вагонов, выявления причин их отказов или некачественного ремонта, а также применения их в профессиональной и предпринимательской деятельности в рыночных условиях.

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся комплекса знаний в области практического применения теории математического имитационного моделирования движения рельсовых экипажей с помощью современных программных средств, реализующих решение различных задач динамического поведения железнодорожного подвижного состава.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение действующей нормативной документации в части требований к динамическим качествам вагонов и их воздействия на железнодорожный путь;
- освоение работы в программном комплексе для расчёта динамического поведения рельсового экипажа на примере создания его простейшей модели;
- приобретение опыта работы в программном комплексе для решения задач динамического поведения рельсовых экипажей;
- разработка полноценной модели единицы подвижного состава и проведение анализа результатов расчётов ее ходовых качеств и показателей воздействия подвижного состава на железнодорожный путь.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1. Разработка современных подходов к созданию инновационных конструкций вагонов	
ПК-1.1.4. Знает современные методы моделирования	Обучающийся знает современные методы моделирования динамики вагонов
ПК-1.2.1. Умеет выполнять построение моделей вагонов и выполнять необходимые	Обучающийся умеет выполнять построение моделей вагонов и выполнять необходимые расчёты в специализированных программных комплексах, таких как «Универсальный

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
расчёты в специализированных программных комплексах	механизм» или «Medyna»
ПК-1.3.2. Имеет навыки оценки результатов проведённых расчётов в специализированных программных комплексах и разработки рекомендаций по внесению изменений в конструкцию вагонов	Обучающийся имеет навыки оценки результатов проведённых расчётов в специализированных программных комплексах и разработки рекомендаций по внесению изменений в конструкцию вагонов (на базе оценки показателей динамических качеств вагонов и/или их воздействия на путь)

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.1 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	76
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	144/4

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1.	Понятие моделирования. Задачи динамики подвижного состава.	<i>Лекция 1. Понятие и виды моделирования. Этапы моделирования. Требования к моделям.</i> <i>Лекция 2. Мировой опыт моделирования аэродинамики</i>	ПК-1.1.4 ПК-1.1.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>железнодорожных экипажей. Спектр решаемых в программных продуктах задач.</p> <p>Практическое занятие 1. Конструкции и особенности вагонов различных типов. Примеры задач, решаемых при моделировании движения рельсовых экипажей.</p> <p>Самостоятельная работа. Особенности моделей рельсовых экипажей в различных программных комплексах.</p>	ПК-1.1.4 ПК-1.2.1 ПК-1.2.1
2.	Основные положения нормативных документов, устанавливающих требования к прочности, динамическим качествам и воздействию вагонов на железнодорожный путь.	<p>Лекция 3. Режимы для определения показателей динамических качеств и требования к ним (ГОСТ 33211-2014).</p> <p>Лекция 4. Основные положения ГОСТ 34759-2021 «Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний».</p> <p>Самостоятельная работа. Основные показатели, определяющие ограничение допускаемых скоростей движения вагона на различных типах конструкции пути. Причины появления динамических сил и колебаний вагонов.</p>	ПК-1.3.2 ПК-1.3.2 ПК-1.3.2
3.	Расчетные и структурные схемы рельсовых экипажей.	<p>Лекция 5. Составление расчетных схем рельсовых экипажей для моделирования их движения.</p> <p>Практическое занятие 2. Создание модели грузового вагона в программном комплексе.</p> <p>Самостоятельная работа. Степени свободы тел, формы колебаний вагона.</p>	ПК-1.2.1 ПК-1.1.4 ПК-1.2.1 ПК-1.1.4 ПК-1.2.1
4.	Характеристики элементов связей в модели экипажа.	<p>Лекция 6. Типы связей между элементами вагона. Описание линейных, контактных, специальных и др. сил в модели.</p> <p>Практическое занятие 3. Задание параметров связей в программных комплексах имитационного моделирования.</p> <p>Самостоятельная работа. Специальные элементы для описания работы связи вагонов в составе поезда.</p>	ПК-1.2.1 ПК-1.1.4 ПК-1.2.1 ПК-1.2.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
5.	Особенности моделирования контакта «колесо-рельс».	<p>Лекция 7. Геометрия профилей колеса и рельса. Силы взаимодействия между колесом и рельсом. Силы крипа.</p> <p>Практическое занятие 4. Особенности моделирования контакта «колесо-рельс» в программных комплексах.</p> <p>Практическое занятие 5. Моделирование движения одиночной колесной пары.</p>	ПК-1.1.4 ПК-1.2.1 ПК-1.2.1 ПК-1.2.1
6.	Моделирование железнодорожного пути.	<p>Лекция 8. Устройство прямых и кривых участков пути. Возвышение наружного рельса в кривой. Расчет непогашенного ускорения экипажа.</p> <p>Лекция 9. Отступления неровностей рельсовых нитей.</p> <p>Практическое занятие 6. Оценка влияния отступлений неровностей рельсовых нитей на динамику экипажа.</p> <p>Самостоятельная работа. Исследование влияние макрогометрии пути на динамическое поведение железнодорожных экипажей.</p>	ПК-1.1.4 ПК-1.1.4 ПК-1.2.1 ПК-1.3.2
7.	Отличительные особенности моделирования вагонов разных типов.	<p>Практическое занятие 7. Особенности моделирования вагонов разных типов (платформа, сочлененный вагон).</p> <p>Самостоятельная работа. Составление расчетных схем экипажей разных типов.</p>	ПК-1.2.1 ПК-1.1.4 ПК-1.2.1
8.	Обработка результатов расчётов на динамических моделях.	<p>Лекция 10. Оценка динамических качеств и воздействия железнодорожного подвижного состава на путь в соответствии с нормативными документами.</p> <p>Практическое занятие 8. Исследование факторов, влияющих на коэффициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса.</p> <p>Практическое занятие 9. Исследование факторов, влияющих на устойчивость вагона против опрокидывания при движении в кривой.</p> <p>Практическое занятие 10. Оценка показателей динамических качеств железнодорожного экипажа</p> <p>Самостоятельная работа. Моделирование движения грузового вагона по железнодорожному пути с неровностями. Обработка и анализ</p>	ПК-1.1.4 ПК-1.3.2 ПК-1.2.1 ПК-1.3.2 ПК-1.2.1 ПК-1.3.2 ПК-1.2.1 ПК-1.3.2 ПК-1.2.1 ПК-1.3.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<i>результатов в дополнительных программных комплексах.</i>	

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего
1	2	3	4	6	7
1.	Понятие моделирования. Задачи аэродинамики подвижного состава.	4	2	6	12
2.	Основные положения нормативных документов, устанавливающих требования к прочности, динамическим качествам и воздействию вагонов на железнодорожный путь.	4	-	10	14
3.	Расчетные и структурные схемы рельсовых экипажей.	4	8	10	22
4.	Характеристики элементов связей в модели экипажа.	4	4	12	20
5.	Особенности моделирования контакта «колесо-рельс».	4	4	6	14
6.	Моделирование железнодорожного пути.	2	2	10	14
7.	Отличительные особенности моделирования вагонов разных типов.	4	4	8	16
8.	Обработка результатов расчётов на динамических моделях.	6	8	14	28
Итого		32	32	76	140
Контроль					4
Всего (общая трудоемкость, час.)					144

6. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки

знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные средства по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы специалитета по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения практических занятий используется *компьютерный класс (ауд.4-219)* кафедры «*Вагоны и вагонное хозяйство*», оборудованный следующей специальной техникой и программами, используемыми в учебном процессе:

- компьютер RAMEC STORM Q8300 и монитор Samsung B2240W, инвентарные №№ 40012422-40012433;
- стол компьютерный угловой, инвентарные №№ 60001125-60001136;
- учебные плакаты;
- программный комплекс «*Medyna*» или «*Универсальный механизм*», реализующие имитационное моделирование движения рельсовых экипажей по железнодорожному пути.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- Антивирус Касперский.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются;

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

При изучении дисциплины информационно-справочные системы не используются;

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1 Требования к динамическим качествам грузовых вагонов и методы их подтверждения: учебное пособие / А.М. Орлова, В.С. Лесничий, Е.А. Рудакова, А.Н. Комарова, А.В. Сайдова. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. – 51 с.

2 Динамические свойства и колебания вагонов: учебное пособие / В.А. Кошелев, Д.А. Василенко, А.В. Сайдова. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2013. – 135 с.

3 Лесничий В.С., Орлова А.М. Компьютерное моделирование задач динамики железнодорожного подвижного состава. Ч.1: Учебное пособие. – СПб: ПГУПС, 2001. – 34 с.

4 Лесничий В.С., Орлова А.М. Компьютерное моделирование задач динамики железнодорожного подвижного состава. Ч. 2: Моделирование динамики пассажирских

вагонов в программном комплексе MEDYNA, Учебное пособие.– СПб: ПГУПС, 2002. – 37 с.

5 Лесничий В.С., Орлова А.М. Компьютерное моделирование задач динамики железнодорожного подвижного состава. Ч. 3: Моделирование динамики грузовых вагонов в программном комплексе MEDYNA, Учебное пособие.– СПб: ПГУПС, 2002. – 35 с.

6 Ромен Ю.С. Динамика железнодорожного экипажа в рельсовой колее. Методы расчета и испытаний. М. : ВМГ-Принт, 2014. – 210 с.

7 ГОСТ 33211-2014 Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам.

8 ГОСТ 33788-2016 Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества.

9 ГОСТ Р 55050-2012 Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний.

10 Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения надежности, Москва, 2017. Распоряжение «РЖД» № 2706/р от 22.12.2017.

11 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) ГосНИИВ-ВНИИЖТ, М., 1996 г.

12 РД 32.68-96 Расчетные неровности железнодорожного пути для использования при исследованиях и проектировании пассажирских и грузовых вагонов.

13 ЦПТ -52/14. Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения его надежности, М.: МПС РФ Департамент пути и сооружений, 2000. – 38 с.

14 Распоряжение ОАО «РЖД» № 2240р от 08 ноября 2016 г. О нормах допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм. М., 2016.

15 Гарг В.К., Дуккипати Р.В. Динамика подвижного состава: Пер. с англ./ Под ред. Панькина Н.А. М.: Транспорт, 1988. – 391 с.

16 Механическая часть тягового подвижного состава: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Бирюков И.В., Савоськин А.Н., Бурчак Г.П. и др.; под. ред. Бирюкова И.В. – М.: Транспорт, 1992. – 440 с.

17 Автоколебания и устойчивость движения рельсовых экипажей / Дёмин Ю.В., Дlugач Л.А., Коротенко М.Л., Маркова О.М. – Киев: Наук. думка, 1984. – 157 с.

18 Тележки грузовых вагонов нового поколения: учебное пособие / В.С. Лесничий, И.К. Самаркина, В.Н. Белоусов, А.В. Жеменев. – СПб.: Петербургский гос. университет путей сообщения, 2012. – 40 с.

19 Конструирование и расчёт вагонов: учебник / В.В. Лукин, П.С. Анисимов, В.Н. Котуранов и др.; под ред. П.С. Анисимова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 688 с.

20 ПНСТ 190-2017 Вагоны грузовые. Метод динамических и по воздействию на железнодорожный путь испытаний с применением тензометрической колесной пары.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1 Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2 Электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books> – Загл. с экрана.;

3 Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана;

4 Электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> – Загл. с экрана;

5 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ). Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gost.ru/wps/portal, свободный. – Загл. с экрана;

6 Правительство Российской Федерации. Интернет-портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.government.ru>, свободный. – Загл. с экрана;

7 Google Академия Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scholar.google.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.