

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

26 июня 2019 г.

Кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство»

Авторы Петров Геннадий Иванович, д.т.н., профессор  
Козлов Максим Владимирович, к.т.н.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Динамика систем**

Специальность:	<u>23.05.03 – Подвижной состав железных дорог</u>
Специализация:	<u>Грузовые вагоны</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2019</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 11 24 июня 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Г.И. Петров</p>
--	---

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3331  
Подписал: Заведующий кафедрой Петров Геннадий Иванович  
Дата: 24.06.2019

Москва 2019 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель преподавания дисциплины – изложение некоторых методов аналитической механики, применяемых для исследования динамики достаточно сложных систем, представляющих собой модели реальных конструкций подвижного состава (п.с.) железных дорог. В связи с развитием и совершенствованием методов исследования динамических процессов в рельсовом подвижном составе, возникает необходимость конкретизировать и выделить отдельные важные для рассматриваемой специализации вопросы механики. Настоящий курс должен подготовить студента к восприятию методов, используемых при описании статического и динамического состояния подвижного состава с использованием современной вычислительной техники.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Динамика систем" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Динамика вагонов:**

Знания: дифференциальные модели подвижного состава

Умения: определять динамические характеристики вагонов

Навыки: навыками составлять и решать дифференциальные уравнения динамики вагонов

#### **2.1.2. Математика:**

Знания: методы решения дифференциальных уравнений

Умения: использовать основы интегрального и дифференциального исчисления при исследовании движения подвижного состава

Навыки: владеть основными методами обработки процессов колебаний

#### **2.1.3. Теоретическая механика:**

Знания: основы исследования кинематики и динамики твердых тел

Умения: использовать основные законы кинематики и динамики в профессиональной деятельности

Навыки: владеть основными законами и методами описания и исследования движения сложных механических систем

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Конструирование и расчёт вагонов**

Знания: методы решения исследования динамики сложных систем

Умения: оставить и решить уравнения движения всех видов подвижного состава, выбирать на параметры рессорного подвешивания

Навыки: навыками выбора методов решения конкретных задач по исследованию движения сложных систем;

**3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ),  
СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКР-13 Способен применять расчётные и экспериментальные методы при создании новых образцов техники и технологического оборудования.	ПКР-13.1 Владеет навыками применения типовых расчетных методов проектирования грузовых вагонов.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

2 зачетные единицы (72 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 6
Контактная работа	48	48,15
Аудиторные занятия (всего):	48	48
В том числе:		
лекции (Л)	32	32
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	16	16
Самостоятельная работа (всего)	24	24
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	72	72
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	2.0	2.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2, РГР (1)	ПК1, ПК2, РГР (1)
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗЧ	ЗЧ

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6	Раздел 1 Основы аналитической механики Основные сведения из геометрической механики, используемые в аналитической механике. . Некоторые основные положения аналитической механики. Устойчивость равновесия и движения системы	6				15	21	
2	6	Раздел 2 Малые колебания систем Свободные колебания. Вынужденные колебания.	18	8			4	30	ПК1
3	6	Раздел 3 Линейные колебания системы с двумя и конечным числом степеней свободы Методы исследования линейных колебаний систем. Анализ динамических систем при вынужденных колебаниях	8	8			5	21	ЗЧ, ПК2
4		Всего:	32	16			24	72	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 16 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 2 Малые колебания систем	Свободные и вынужденные колебания упрощенных моделей подвижного состава.	8
2	6	РАЗДЕЛ 3 Линейные колебания системы с двумя и конечным числом степеней свободы	Методы исследования линейных колебаний систем. Анализ динамических систем при вынужденных колебаниях.	8
ВСЕГО:				16/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Тематика расчётно-графической работы

Сформировать компьютерную модель тележки 18-100

Сформировать компьютерную модель тележки 18-578

Сформировать компьютерную модель тележки 18-194

Сформировать компьютерную модель тележки 98-9578

Сформировать компьютерную модель тележки КЦЗ-ЦНИИ

Сформировать компьютерную модель вагона

Сформировать компьютерную модель автосцепки

Сформировать компьютерную модель поглощающего аппарата

Сформировать компьютерную модель пружинно-рессорного комплекта

Сформировать компьютерную модель привода генератора

Варианты действующих нагрузок отличаются по вариантам

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Динамика систем» осуществляется в форме лекций, лабораторного практикума (лабораторных работ).

При реализации программы дисциплины «Динамика систем» используются следующие образовательные технологии. Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме по типу управления познавательной деятельностью и являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративными)-все 36 часов Лабораторные работы/практические занятия проводятся в форме электронного практикума, с применением компьютерных симуляций, компьютерных конструкторов и традиционных технологий (18 ч.).

Самостоятельная работа (49 ч.) подразумевает выполнение курсового проекта под руководством преподавателя (диалоговые технологии, проектные технологии), работу под руководством преподавателя в изучении специальных разделов дисциплины, подготовку к лабораторным работам.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на разделы, представляющих собой логически завершенный объем учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают вопросы теоретического характера для оценки знаний. Теоретические знания проверяются путём применения индивидуальных и групповых опросов.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 1 Основы аналитической механики	Применение принципа Даламбера для составления дифференциальных уравнений движения в форме геометрических уравнений равновесия. [1, стр. 15 - 40, 2,3].	5
2	6	РАЗДЕЛ 1 Основы аналитической механики	Применение уравнения Лагранжа II рода для составления дифференциальных уравнений колебаний. [1, стр. 26 - 29, 2,3].	5
3	6	РАЗДЕЛ 1 Основы аналитической механики	Исследование устойчивости равновесия и движения системы	5
4	6	РАЗДЕЛ 2 Малые колебания систем	Исследование свободных колебаний упрощенных моделей подвижного состава	2
5	6	РАЗДЕЛ 2 Малые колебания систем	Исследование вынужденных колебаний упрощенных моделей подвижного состава	2
6	6	РАЗДЕЛ 3 Линейные колебания системы с двумя и конечным числом степеней свободы	Методы исследования линейных колебаний систем	3
7	6	РАЗДЕЛ 3 Линейные колебания системы с двумя и конечным числом степеней свободы	Анализ динамических систем при вынужденных колебаниях. [2,3].	2
<b>ВСЕГО:</b>				<b>24</b>

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Краткий курс теоретической механики	Тарг Семен Михайлович	Выш. шк., 1995 НТБ (уч.1); НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2)	Все разделы
2	Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисц. "Аналитическая механика подвижн. состава"; для спец. "Электрический транспорт железных дорог"	Савоськин Анатолий Николаевич; Бурчак Генрих Павлович; Сердобинцев Евгений Васильевич; Поляков Александр Иванович	МИИТ, 2005 НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)	Все разделы
3	Методические указания для самостоятельной работы "Колебания рельсовых экипажей"	Савоськин Анатолий Николаевич; Сердобинцев Евгений Васильевич; Винник Леонид Владимирович	МИИТ, 2001 НТБ (уч.3)	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Механика вагонов"	В.Д. Хусидов, В.Н. Филиппов, Г.И. Петров, М.В. Козлов; МИИТ. Каф. "Вагоны и вагонное хозяйство"	МИИТ, 2004 НТБ (уч.6)	Все разделы
5	Динамика пассажирского вагона и пути модернизации тележки КВЗ-ЦНИИ	В.В. Хусидов, А.А. Хохлов, Г.И. Петров, В.Д. Хусидов; Под ред. А.А. Хохлова	МИИТ, 2001 НТБ (уч.6); НТБ (фб.)	Все разделы
6	Дифференциальные уравнения процесса маневрового соударения восьмиосных вагонов	В.Д. Хусидов, В.Н. Филиппов, Ю.А. Шмыров		Все разделы
7	Об использовании численных методов в решении задач нелинейных колебаний	В.Д. Хусидов		Все разделы
8	Методы расчетного моделирования процессов влияющих на безопасность движения вагонов : Расчет напряженно-деформированного состояния котла и опорного узла 4-осной безрамной цистерны для перевозки пентана	МИИТ. НИИТТ / Зав. каф. и рук. темы Г.И. Петров	МИИТ, 2004 НТБ (чз.4)	Все разделы

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека.
4. Поисковые системы: Yandex, Rambler, Google, Mail.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

Для проведения лабораторных занятий и выполнения курсовой работы необходимо иметь комплекс программ для ПЭВМ или пакеты «Mathcad» и «ДИОНИС», «УМС».

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Лекционная аудитория, оборудованная аудиовизуальными средствами обучения.

Для проведения лабораторных занятий и выполнения курсового проекта необходимо иметь

- компьютерный класс с ЭВМ, подключенными к сетям INTERNET и INTRANET.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в не-малой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе. Сам студент должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала. После лекции и во время специально организуемых индивидуальных встреч он может задать лектору интересующие его вопросы.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций: 1. Познавательно-обучающая; 2. Развивающая; 3.

Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6. Организующая; 7. информационная.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систе-

матизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и контрольные вопросы к темам дисциплины.

Фонд оценочных средств является составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы, обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисциплины.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература. При изучении дисциплины «Динамика систем» студентам рекомендуется систематическая работа над материалом, пройденным на лекциях, при подготовке к выполнению лабораторных работ, разделов курсовой работы и самостоятельной работы. При появлении неясных вопросов при подготовке к выполнению лабораторных работ и выполнению самостоятельной работы необходимо изучить соответствующие разделы основной и дополнительной литературы.

Дисциплина «Динамика систем» ввиду большого объема этой дисциплины и его разнородности является, как свидетельствует опыт, достаточно сложной для усвоения студентами. Поэтому расчеты, являющиеся заключительным этапом лабораторных работ, курсовой и самостоятельной работ, выполняются студентом на ПЭВМ совместно с преподавателем. К результатам расчетов преподаватель должен давать студенту пояснения таким образом, чтобы этим продолжить процесс освоения студентом разделов дисциплины, относящихся к практическим занятиям, курсовой и самостоятельной работам.

При чтении лекций, для повышения уровня восприятия студентами излагаемого материала необходимо в начале каждой лекции конспективно повторять материал, изложенный в предыдущей лекции.

Основой организации учебной деятельности студента по освоению дисциплины «Динамика систем» должна являться его систематическая работа над изученным лекционным материалом при подготовке к практическим занятиям и при выполнении курсовой работы.