

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Гусеничные машины и прикладная механика»



УТВЕРЖДАЮ:  
Врио ректора  
/ Н.В. Дубин/  
«30» августа 2019 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

## ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета  
23.05.02 – Транспортные средства специального назначения

Специализация № 1  
Военные гусеничные и колесные машины

Формы обучения: очная

Курган 2019

Рабочая программа дисциплины «Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета «Транспортные средства специального назначения» («Военные гусеничные и колесные машины»), утвержденным для очной формы обучения 29.08.2019г.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика» 29.08.2019г. протокол № 1.

Рабочую программу составил:  
д.т.н., профессор



И.А. Тараторкин

Согласовано:  
Заведующий кафедрой  
«Гусеничные машины и прикладная механика»



В.Б. Держанский

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

# 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 7 зачетных единицы трудоемкости (252 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	<b>80</b>	<b>80</b>
в том числе:		
Лекции	48	48
Практические работы	32	32
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа, всего часов	<b>172</b>	<b>172</b>
в том числе:		
Подготовка курсовой работы	36	36
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	109	109
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	<b>252</b>	<b>252</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин» относится к дисциплине по выбору вариативной части Блока 1.

Дисциплина «Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин» направлена на изучение методов обеспечения приемлемой динамической нагруженности изделий отрасли на различных стадиях проектирования, производства и эксплуатации, способных планировать, организовывать и проводить специальные теоретические и экспериментальные исследования, направленные на оптимизацию динамических качеств многоцелевых гусеничных и колесных машин, их узлов и агрегатов.

Изучение дисциплины «Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин» играет важную роль в подготовке специалиста.

Освоение обучающимися дисциплины «Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин» опирается на знания, умения, навыки и компетенции, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Начертательная геометрия и инженерная графика
- Термодинамика и теплопередача;
- Теория механизмов и машин
- Детали машин и основы конструирования
- Конструкция транспортных средств специального назначения.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин», являются необходимыми для освоения последующих дисциплин:

- Динамика управляемого движения;
- Проектирование транспортных средств специального назначения;
- Автоматические системы транспортных машин;
- Надёжность транспортных средств специального назначения;
- Динамическая нагруженность приводов машин.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин» является подготовка специалистов, владеющих методами обеспечения приемлемой динамической нагруженности транспортных машин на различных стадиях проектирования, производства и эксплуатации; способных планировать, организовывать и проводить специальные теоретические и экспериментальные исследования, направленные на оптимизацию динамических качеств многоцелевых гусеничных и колесных машин, их узлов и агрегатов.

Задачами освоения дисциплины «Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин» являются:

- изучение видов колебательных процессов;
- изучение причин возникновения колебательных процессов в транспортных машинах и влияния этих процессов на работоспособность конструктивных элементов машин;
- ознакомление с методиками расчета колебательных процессов и технологией составления колебательных систем, необходимых для этих расчетов;
- изучение методов экспериментальных исследований колебательных процессов в транспортных машинах;
- ознакомление со способами предотвращения отрицательных последствий колебательных процессов в транспортных машинах.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения (ПК-2);
- способность проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации (ПК-3);
- способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортных средств специального назначения (ПК-6).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** методику проведения теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения (для ПК-2);

**уметь:** проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения (для ПК-2);

**владеть:** способностью проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования транспортных средств специального назначения (для ПК-2);

**знать:** методику проведения технического и организационного обеспечения исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации (для ПК-3);

**уметь:** проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации (для ПК-3);

**владеть:** способностью проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации (для ПК-3);

**знать:** прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортных средств специального назначения (для ПК-6);

**уметь:** использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортных средств специального назначения (для ПК-6);

**владеть:** практическими навыками расчета узлов, агрегатов и систем транспортных средств специального назначения (для ПК-6).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Практич. занятия
			2	-
Рубеж 1	1	Введение	4	2
	2	Колебательные процессы и их характеристики	4	2
	3	Колебательные системы и их характеристики	4	2
	4	Колебания линейных систем с одной степенью свободы	4	2
	5	Крутильные колебания линейных систем с одной степенью свободы	4	2
	6	Колебания нелинейных систем с одной степенью свободы. Автоколебания	-	2
	<b>Рубежный контроль №1</b>			4
Рубеж 2	7	Действие вибраций на человека. Основы виброзащиты	8	4
	8	Динамика кривошипно-шатунного механизма. Спектр момента двигателя внутреннего сгорания	8	6
	9	Динамические процессы в трансмиссии транспортной машины и их моделирование	6	4
	10	Методы снижения динамической нагруженности трансмиссии	-	2
	<b>Рубежный контроль №2</b>			-
<b>Всего:</b>			<b>48</b>	<b>32</b>

## 4.2. Содержание лекционных занятий

### *Тема 1. Введение*

Введение. Внешние и внутренние силовые и кинематические факторы, воздействующие на транспортное средство. Вибрационные и ударные процессы. Колебания механических систем. Линейные системы. Нелинейные системы. Ударное воздействие на конструкцию.

### *Тема 2. Колебательные процессы и их характеристики*

Понятие колебательного процесса. Классификация колебательных процессов. Кинематические характеристики периодических колебательных процессов. Количественные характеристики колебательных процессов.

### *Тема 3. Колебательные системы и их характеристики*

Понятие колебательной системы. Классификация колебательных систем. Силы, действующие в колебательной системе. Простейшие виды колебательных систем. Математическое описание колебательной системы. Дифференциальное уравнение малых колебаний в общем случае. Способы упрощения колебательных систем.

### *Тема 4. Колебания линейных систем с одной степенью свободы*

Свободные колебания консервативной системы. Свободные колебания неконсервативной системы. Вынужденные колебания при отсутствии вязкого сопротивления. Вынужденные колебания при наличии линейного вязкого сопротивления. Вынужденные колебания при произвольном возбуждении. Вынужденные колебания при синусоидальном импульсе. Параметрические колебания. Особенности параметрических колебаний.

### *Тема 5. Крутильные колебания линейных систем с одной степенью свободы*

Свободные крутильные колебания консервативной системы. Свободные крутильные колебания неконсервативной системы. Вынужденные крутильные колебания при отсутствии вязкого сопротивления. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.

### *Тема 6. Колебания нелинейных систем с одной степенью свободы. Автоколебания*

Нелинейные системы с одной степенью свободы. Классификация нелинейных систем. Методы линеаризации. Автоколебания. Общие сведения об автоколебаниях. Энергетические соотношения. Примеры потенциально возможных автоколебательных систем.

### *Тема 7. Действие вибраций на человека. Основы виброзащиты*

Дорожный комфорт. Применяемые показатели оценки дорожного комфорта. Источники вибраций и шума в транспортных машинах. Виброзащита в транспортных машинах.

### *Тема 8. Динамика кривошипно-шатунного механизма. Спектр момента двигателя внутреннего сгорания*

Двигатель как источник крутильных колебаний. Динамика кривошипно-шатунного механизма. Условия уравновешенности многоцилиндровых двигателей. Коэффициенты неравномерности крутящего момента и неравномерности хода двигателя. Спектр момента двигателя внутреннего сгорания. Пути снижения динамических воздействий двигателя на машину.

### *Тема 9. Динамические процессы в трансмиссии транспортной машины и их моделирование*

Моделирование динамических процессов в трансмиссии машины. Взаимосвязанность крутильных колебаний в трансмиссии с вертикальными продольно-угловыми колебаниями подрессоренной массы на упругих элементах подвески и шин. Дискретизация модели транс-

портного средства. Определение моментов инерции неупругих масс и податливостей безынерционных валов. Приведение моментов инерции и податливостей.

*Тема 10. Методы снижения динамической нагруженности трансмиссии*

Прогнозирование и управление динамической нагруженностью конструкций, работающих в условиях взаимодействия со случайной средой. Экспериментальные методы исследования крутильных колебаний в трансмиссии. Принципы динамического гашения механических колебаний. Конструкция гасителей крутильных колебаний в трансмиссиях транспортных машин и методы расчета основных параметров

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.
2	Колебательные процессы и их характеристики	Изучение колебательных процессов и их характеристик	2
3	Колебательные системы и их характеристики	Математическое описание колебательной системы	2
4	Колебания линейных систем с одной степенью свободы	Изучение линейных систем с одной степенью свободы	2
5	Крутильные колебания линейных систем с одной степенью свободы	Определение обобщенной силы в случае вынужденных колебаний	2
6	Колебания нелинейных систем с одной степенью свободы. Автоколебания	Энергетические соотношения в нелинейных колебательных системах	2
<b>Рубежный контроль №1</b>			
7	Действие вибраций на человека. Основы виброзащиты	Определение показателей оценки дорожного комфорта	4
8	Динамика кривошипно-шатунного механизма. Спектр момента двигателя внутреннего сгорания	Математическое моделирование кривошипно-шатунного механизма	4
9	Динамические процессы в трансмиссии транспортной машины и их моделирование	Моделирование динамических процессов в трансмиссии транспортной машины при импульсном, ударном воздействии	6
10	Методы снижения динамической нагруженности трансмиссии	Расчет параметров гасителей крутильных колебаний в трансмиссиях транспортных машин	4
<b>Рубежный контроль №2</b>			
<b>Всего:</b>			<b>32</b>

4.4. Курсовая работа

Курсовая работа выполняется с целью практического овладения методами идентификации механических систем, построения динамических моделей колебательных систем, математического моделирования колебательных систем, расчета динамических нагрузок обусловленных динамикой транспортных средств специального назначения, согласно методическим рекомендациям, указанным в разделе 8.

Тема курсовой работы: «Математическое моделирование колебательных систем».



## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических занятий является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практического занятия.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических занятий, а также взаимная оценка и обсуждение результатов выполнения практических занятий.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает подготовку к практическим, к рубежным контролям, выполнение курсовой работы, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	77
1. Теория колебаний. Консервативные и неконсервативные системы.	10
2. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Автоколебания. Параметрические колебания.	12
3. Устойчивость динамической системы. Уравнение Матье. Диаграмма Айнса-Стретта.	15
4. Оценка устойчивости динамической системы в программном пакете Amesim.	15
5. Динамика гусеничного движителя. Оценка устойчивости свободной и рабочей ветвей ГД.	25
<b>Подготовка к практическим занятиям</b>	28
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	4
<b>Выполнение курсовой работы</b>	36
<b>Подготовка к экзамену</b>	27
<b>Всего:</b>	<b>172</b>

Приветствуется выполнение разделов самостоятельной работы в лабораториях и в компьютерном классе кафедры «Гусеничные машины и прикладная механика».

**6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Перечень оценочных средств**

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Перечень вопросов для рубежного контроля №1 (модуль 1);
3. Перечень вопросов для рубежного контроля №2 (модуль 2);
4. Перечень вопросов к экзамену.
5. Курсовая работа.

**6.2. Система балльно-рейтинговой оценки  
работы студентов по дисциплине**

№	Наименование	Содержание					
		<i>Распределение баллов за 7 семестр</i>					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	<i>Вид учебной работы:</i>	<i>Посещение лекций</i>	<i>Выполнение и защита практических работ</i>	<i>Рубежный контроль 1,2</i>		<i>эк-за-мен</i>
		<i>Балльная оценка:</i>	<i>До 36</i>	<i>До 14</i>	<i>До 10</i>	<i>До 10</i>	<i>До 30</i>
		<i>Примечания</i>	<i>24 лекций по 1,5 балла</i>	<i>14 практических занятий по 1 баллу</i>	<i>На 5 практическом занятии</i>	<i>На 14 практическом занятии</i>	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично					
3	Критерий допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические работы, курсовую работу. Для получения экзамена «автоматически» студенту необходимо набрать за семестр следующее минимальное количество баллов – 68 с оценкой «удовлетворительно». По согласованию с преподавателем студенту, набравшему 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлен экзамен «автоматически» с оценкой «хорошо», «отлично».					
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение и защита отчетов по пропущенным практическим занятиям (1...2 балла); - прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа); - реферат (до 15 баллов). Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.					
<b>Курсовая работа</b>							
Объект оценки:	Качество пояснительной записки	Качество графической части	Качество доклада	Ритмичность выполнения	Качество защиты	Всего	
Балльная оценка:	До 20	До 20	До 20	Коэффициент от 0,8 до 1,2	До 40	100	

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

*Рубежный контроль 1* предполагает ответ на 1 вопрос по темам практических занятий и на 1 вопрос по разделам лекционной части дисциплины (Темы 1-6).

*Рубежный контроль 2* предполагает ответ на 1 вопрос по темам практических занятий и на 1 вопрос по разделам лекционной части дисциплины (Темы 7-10).

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежных контролей 1,2 и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Экзамен проводится в устной форме и состоит из ответа на 2 теоретических вопроса. Время, отводимое студенту на подготовку к ответу, составляет 1 астрономический час. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

#### *Перечень вопросов к рубежному контролю №1:*

1. Колебательные явления в машинах
2. Основные определения, характеризующие колебательный процесс (гармоническое движение, периодическое, основные зависимости)
3. Векторная интерпретация колебаний
4. Биения
5. Вывод уравнений движения. Принцип Даламбера
6. Вывод уравнений движения. Уравнение Лагранжа
7. Виды колебаний (свободные, вынужденные, параметрические, автоколебания, случайные)
8. Увод автомобильного колеса
9. Определение коэффициента сопротивления уводу
10. Влияние одноосного прицепа
11. Эквивалентные системы. Условия эквивалентности
12. Определение приведенных длин и податливостей
13. Методы определения моментов инерции сосредоточенных масс
14. Определение податливостей и моментов инерции, связанных с валом передач
15. Определение собственных частот колебаний
16. Определение собственных форм колебаний

#### *Перечень вопросов к рубежному контролю №2:*

1. Крутильные колебания в силовых установках
2. Системы с двумя степенями свободы
3. Динамический поглотитель колебаний
4. Линейные и нелинейные характеристики динамических систем. Примеры систем
5. Решение нелинейных задач на основе метода гармонической линеаризации
6. Колебания и плавность хода транспортных машин
7. Расчетные схемы и соответствующие допущения при исследовании плавности хода транспортных машин
8. Особенности расчетных схем при рассмотрении плавности хода гусеничных машин
9. Методы виброзащиты
10. Снижение виброактивности источника. Изменение конструкции. Виброизоляция
11. Динамическое гашение колебаний

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

*Рубежный контроль 1* предполагает ответ на 1 вопрос по темам практических занятий и на 1 вопрос по разделам лекционной части дисциплины (Темы 1-6).

*Рубежный контроль 2* предполагает ответ на 1 вопрос по темам практических занятий и на 1 вопрос по разделам лекционной части дисциплины (Темы 7-10).

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежных контролей 1,2 и заносит в ведомость учета успеваемости.

Экзамен проводится в устной форме и состоит из ответа на 2 теоретических вопроса. Время, отводимое студенту на подготовку к ответу, составляет 1 астрономический час. *Контроль*

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента. *158*

### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

#### *Перечень вопросов к рубежному контролю №1:*

1. Колебательные явления в машинах
2. Основные определения, характеризующие колебательный процесс (гармоническое движение, периодическое, основные зависимости)
3. Векторная интерпретация колебаний
4. Биения
5. Вывод уравнений движения. Принцип Даламбера
6. Вывод уравнений движения. Уравнение Лагранжа
7. Виды колебаний (свободные, вынужденные, параметрические, автоколебания, случайные)
8. Увод автомобильного колеса
9. Определение коэффициента сопротивления уводу
10. Влияние одноосного прицепа
11. Эквивалентные системы. Условия эквивалентности
12. Определение приведенных длин и податливостей
13. Методы определения моментов инерции сосредоточенных масс
14. Определение податливостей и моментов инерции, связанных с валом передач
15. Определение собственных частот колебаний
16. Определение собственных форм колебаний

#### *Перечень вопросов к рубежному контролю №2:*

1. Крутильные колебания в силовых установках
2. Системы с двумя степенями свободы
3. Динамический поглотитель колебаний
4. Линейные и нелинейные характеристики динамических систем. Примеры систем
5. Решение нелинейных задач на основе метода гармонической линеаризации
6. Колебания и плавность хода транспортных машин
7. Расчетные схемы и соответствующие допущения при исследовании плавности хода транспортных машин
8. Особенности расчетных схем при рассмотрении плавности хода гусеничных машин
9. Методы виброзащиты
10. Снижение виброактивности источника. Изменение конструкции. Виброизоляция
11. Динамическое гашение колебаний

12. Конструкции гасителей колебаний в трансмиссиях транспортных машин
13. Конструкция упруго-фрикционного гасителя с фрикционным поглотителем. Его упруго-диссипативная характеристика

*Примерный перечень вопросов к экзамену*

1. История развития науки динамика машин. Предмет и задачи динамики машин. Аксиомы динамики: закон и принцип инерции, уравнение динамики.
2. Аксиома независимости действия сил, действия и противодействия. Основные законы динамики. Первая и вторая задачи динамики. Динамические нагрузки. Динамическая модель машины. Основные допущения.
3. Количество движения, импульс силы. Методы составления уравнений движения машины. Математическая модель движения динамической системы. Разработка динамических моделей механизмов. Действие сил в машине. Уравнение движения машины. Работа и мощность. Принцип Даламбера для материальной точки.
4. Дифференциальные уравнения материальной точки, Уравнение динамики при поступательном и вращательном движениях. Принцип возможных перемещений, три способа выражения. Практическое использование в технике.
5. Приведение сил и моментов к ведущему звену.
6. Уравнение движения машины в трех режимах работы: пуск, установившееся движение, торможение и остановка.
7. Регулирование движения машин. Определение основных размеров маховика. Динамическая балансировка. Трение и износ в машинах. Виды коэффициентов трения.
8. Колебательные явления в машинах
9. Основные определения, характеризующие колебательный процесс (гармоническое движение, периодическое, основные зависимости)
10. Векторная интерпретация колебаний
11. Биения
12. Собственные колебания
13. Собственные колебания с трением
14. Вынужденные колебания
15. Вынужденные колебания с трением
16. Вывод уравнений движения. Принцип Даламбера
17. Вывод уравнений движения. Уравнение Лагранжа
18. Увод автомобильного колеса
19. Определение коэффициента сопротивления уводу
20. Влияние одноосного прицепа
21. Эквивалентные системы. Условия эквивалентности
22. Определение приведенных длин и податливостей
23. Методы определения моментов инерции сосредоточенных масс
24. Определение податливостей и моментов инерции, связанных с валом передачей
25. Определение собственных частот колебаний
26. Определение собственных форм колебаний
27. Крутильные колебания в силовых установках
28. Системы с двумя степенями свободы
29. Динамический поглотитель колебаний
30. Линейные и нелинейные характеристики динамических систем. Примеры.
31. Решение нелинейных задач на основе метода гармонической линеаризации
32. Колебания и плавность хода транспортных машин (определения-подрессоренные, не-подрессоренные, плавность хода и т.д.)
33. Расчетные схемы и соответствующие допущения при исследовании плавности хода транспортных машин

34. Особенности расчетных схем при рассмотрении плавности хода гусеничных машин
35. Методы виброзащиты
36. Снижение виброактивности источника. Изменение конструкции. Виброизоляция
37. Динамическое гашение колебаний
38. Конструкции гасителей колебаний в трансмиссиях транспортных машин
39. Конструкция упруго-фрикционного гасителя с фрикционным поглотителем. Его упруго-диссипативная характеристика

*Примерная тематика рефератов для неуспевающих*

1. Теория колебаний. Консервативные и неконсервативные системы.
2. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Автоколебания. Параметрические колебания.
3. Устойчивость динамической системы. Уравнение Матгье. Диаграмма Айнса-Стретта.
4. Оценка устойчивости динамической системы в программном пакете Amesim.
5. Динамика гусеничного движителя.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная литература

1. Вибродиагностика машин и механизмов [Электронный ресурс]: / Левин В.Е., Патрикеев Л.Н. – Новосибирск : НГТУ, 2010. - 106 с.: - Доступ из ЭБС «znanium.com».
2. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры [Электронный ресурс]: Учебное пособие / С.Ф. Яцун, В.Я. Мищенко, Е.Н. Политов. - Москва : Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 208 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».
3. Тараторкин И.А. Динамическая нагруженность гидромеханических трансмиссий транспортных машин [Электронный ресурс]: [монография] / И.А. Тараторкин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Курганский государственный университет. – Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2009. - 150, [2] с.: ил. - Доступ из ЭБС КГУ.
4. Фролов, К.В. Вибрации в технике. В 6-ти томах. Защита от вибраций и ударов (Том 6) / Под общ. Ред. Академика РАН К.В. Фролова. – Москва : Машиностроение, 1995. – 456 с., ил.
5. Ильин М. М., Колесников К.С., Саратов Ю.С. / Теория колебаний: Учеб. Для вузов / Под общ. Ред. К.С. Колесникова. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 272с., ил.: (Сер. Механика в техническом университете; Т. 4).
6. В.Ф. Платонов Динамика и надежность гусеничного движителя / Платонов В.Ф. – Москва : Машиностроение, 1998. – 342 с.
7. Гришкевич, А.И. Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник / Под общ. Ред. А.И. Гришкевича; Москва : Машиностроение, 1984. – 272 с., ил.
8. Маслов, М.Г. Расчеты колебаний валов. Справочник / М.Г. Маслов; Москва : Наука, 1980. – 151 с.
9. Попов Е.П., Пальтов И.П. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1960 с.
10. Теория движения танков и БМП. Учебник / под ред. В. А. Чобитка – Москва : Военное издательство, 1984. – 264 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Вульфсон И.И. Краткий курс теории механических колебаний / И.И. Вульфсон – Библиотека ВНТР. – Москва : ВНТР, 2017. – 241 с.
2. Каганов В.И. Радиотехника+компьютер+Mathcad. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2001. – 416 с. Ил.
2. Дьяконов В.П. МАТЛАВ6/6.1/6.5 + Simulink 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя / Дьяконов В.П. Москва : СОЛОН-Пресс. – 2002. – 768с.
3. Ганеев Р.М. Математические модели в задачах обработки сигналов. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2002. – 83 с.: ил.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Тараторкин И.А. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Динамика машин» для студентов специальности 23.05.02 – Транспортные средства специального назначения. - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2017. – 11 с.
2. Тараторкин И.А., Держанский В.Б. Нелинейные колебания в системах транспортных машин. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Динамика машин» для студентов направления подготовки 190110.65 «Транспортные средства специального назначения», специализация «Военные гусеничные и колесные машины» - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2014. – 29 с.



9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань».
2. ЭБС «Консультант студента».
3. ЭБС «Znaniium.com».
4. «Гарант» - справочно-правовая система.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Параметрические колебания в нелинейных системах транспортных машин»

образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета  
23.05.02 – Транспортные средства специального назначения

Специализация № 1  
Военные гусеничные и колесные машины

Трудоемкость дисциплины: 7 ЗЕ (252 академических часа)  
Семестр: 7 (очная форма обучения)  
Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Колебательные процессы в технике; динамика взаимодействия движителя с опорной поверхностью; динамика колесного и гусеничного движителя; динамические системы поддрессоривания; вибрационные и ударные процессы в транспортной машине.