

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02

(Индекс дисциплины)

Нелинейные задачи динамики машин

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **28** Машиноведения

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Технологические машины и оборудование

Уровень образования: магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		
	Аудиторные занятия	51		
	Лекции	34		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	17		
	Самостоятельная работа	93		
Промежуточная аттестация				
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет с оценкой	1		
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)	2		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная	2	2										
Очно-заочная												
Заочная												

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебного плана № 2/1/1

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области нелинейных задач динамики машин.

1.3. Задачи дисциплины

- Показать значение исследования и решения задач нелинейной динамики машин в процессе проектирования.
- Научить разрабатывать динамические и математические модели машин и механизмов с учетом входящих в них нелинейных элементов.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении	первый
Планируемые результаты обучения Знать: Аналитические и численные методы решения нелинейных задач динамики машин. Уметь: Выбирать и применять аналитические и численные методы решения математических моделей, описываемых нелинейными дифференциальными уравнениями применительно к задачам динамики машин. Владеть: Навыками получения аналитического и численного решения нелинейных математических моделей, описывающих динамику машин, узлов и механизмов.		
ПК-20	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	первый
Планируемые результаты обучения Знать: Принципы разработки динамических и математических моделей узлов и механизмов технологических машин с учетом нелинейных эффектов (звеньев). Уметь: Разрабатывать динамические и математические модели узлов и механизмов технологических машин с учетом нелинейных эффектов (звеньев). Владеть: Навыками построения динамических моделей и получения соответствующих им математических моделей узлов и механизмов технологических машин при учете нелинейных явлений (звеньев).		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Математическое моделирование (ОПК-1, ПК-20)
- Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента (ПК-20)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Основы нелинейной механики			
Тема 1. Некоторые понятия и определения нелинейной механики.	6		
Тема 2. Типы нелинейностей, причины их возникновения.	7		
Тема 3. Демпферы и их характеристики.	7		
Текущий контроль – опрос	1		
Учебный модуль 2. Фазовая плоскость			
Тема 4. Фазовая плоскость (особые точки линейных систем).	10		
Тема 5. Фазовая плоскость (особые точки нелинейных систем).	10		
Тема 6. Аналитические методы построения фазовой плоскости.	10		
Тема 7. Построение фазовой плоскости на ЭВМ.	10		
Текущий контроль – опрос	1		
Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет с оценкой	10		
Учебный модуль 3. Решение нелинейных математических моделей узлов и механизмов машин			
Тема 8. Периодическое решение линейного обыкновенного дифференциального уравнения при периодическом периоде T внешнем воздействии.	5		
Тема 9. Периодическое решение нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения при периодическом внешнем воздействии периода T .	5		
Тема 10. Метод гармонического баланса.	4		
Тема 11. Метод гармонической линеаризации.	4		
Текущий контроль – опрос	1		
Учебный модуль 4. Решение задач моделирования нелинейных механических систем			
Тема 12. Примеры применения метода гармонической линеаризации.	5		
Тема 13. Использование ЭВМ для построения АЧХ и коэффициентов гармонической линеаризации.	5		
Тема 14. Решение конкретных задач методом припасовывания. Автоколебания.	6		
Тема 15. Решение нелинейных математических моделей на ЭВМ.	6		
Текущий контроль – опрос	1		
Промежуточная аттестация по дисциплине – курсовая работа	30		
ВСЕГО:	144		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	1	4				
2	1	5				
3	1	5				
4	1	5				
5	1	5				
6	1	5				
7	1	5				
ВСЕГО:		34				

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
8, 9	Решение линейного и нелинейного дифференциальных уравнений при периодическом периоде T внешнем воздействии	2	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
10, 11	Методы гармонического баланса и гармонической линеаризации	2	2				
12	Примеры применения метода гармонической линеаризации	2	2				
13	Построение АЧХ и определение коэффициентов гармонической линеаризации на ЭВМ	2	3				
14	Решение задач методом припасовывания. Автоколебания.	2	4				
15	Решение нелинейных математических моделей на ЭВМ	2	4				
ВСЕГО:			17				

3.3. Лабораторные занятия
не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

Закрепление навыков студентов по исследованию нелинейных математических моделей, соответствующих узлам и механизмам машин отрасли, аналитически и на ЭВМ.

4.2. Тематика курсовой работы

Темы курсового проектирования связаны с научно-исследовательской работой студента, выполняемой им под руководством преподавателя в течение обучения.

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально, с использованием ЭВМ.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 24–30 листов формата А4, содержащего следующие обязательные элементы:

- введение;
- обзор литературных источников;
- разработка математической модели механизма;
- исследование динамики механизма;
- алгоритм и программа счета;
- результаты счета и их анализ.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	опрос	1	1				
2	опрос	1	1				
3	опрос	2	1				
4	опрос	2	1				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	1	20				
	2	20				
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	2	10				
Выполнение курсовой работы	2	25				
Подготовка к зачету	1	18				
ВСЕГО:		93				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция-диалог	7		
Практические и семинарские занятия	Анализ ситуаций профессиональной деятельности	4		
Лабораторные занятия	не предусмотрены			
ВСЕГО:		11		

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

1 семестр

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций, прохождение текущего контроля	40	4 балла за каждую лекцию (17 лекций в семестре), максимум 68 баллов; 16 баллов за каждый текущий контроль (2 текущих контроля в семестре), максимум 32 балла.
2	Сдача зачета с оценкой	60	Ответ на теоретический вопрос (полнота, владение терминологией, затраченное время) до 50 баллов (в билете 1 вопрос) – максимум 50 баллов. Выполнение практического задания (1 задание) – максимум 50 баллов.
Итого (%):		100	

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение практических занятий, прохождение текущего контроля	20	10 баллов за каждое практическое занятие (8 практ. занятий в семестре), максимум 80 баллов; 20 баллов за текущий контроль (1 текущий контроль в семестре).
2	Решение задач на практических занятиях	20	5 баллов за выполненную в срок работу (8 тем занятий), максимум 40 баллов; 4 балла за ответы на вопросы при защите по теме занятия (8 тем занятий), максимум 32 балла; 3,5 балла за качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 28 баллов.
3	Выполнение и защита курсовой работы	60	Представление в срок и качество оформления – максимум 15 баллов; Содержание (соответствие заданию, наличие всех требуемых элементов, наличие и значимость ошибок) – максимум 50 баллов; Качество защиты (полнота ответов на вопросы, владение специальной терминологией, затраченное на ответы время) – максимум 35 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
> 86	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
< 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Данилов А.М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Данилов А.М., Гарькина И.А., Домке Э.Р. — Электрон. текстовые данные. — Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2011. — 296 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23100>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

б) дополнительная учебная литература

3. Нелинейные задачи динамики машин. Практические занятия [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Мазин Л.С., Марковец А.В., Мартыничик К.И. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 25 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019145, по паролю.

4. Нелинейные задачи динамики машин. Курсовая работа [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Мазин Л. С., Марковец А. В., Беспалова И. М., Гренишина Н. А., Рокотов Н. В. — СПб.: СПГУПТД, 2013.— 12 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1333, по паролю.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.
2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>.
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://publish.sutd.ru/>
3. Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://library.sutd.ru>
4. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes [Электронный ресурс]. URL: <http://matlab.exponenta.ru>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic;
2. Office Std 2016 RUS OLP NL Acdmc;
3. Учебный комплект программного обеспечения: КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ и приложения;
4. SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Компьютерный класс, оснащенный учебными комплектами программного обеспечения (MATLAB, САПР КОМПАС-3D, справочник «Материалы и Сортаменты», САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, САПР SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS) и оборудованный мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.
2. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным учебным комплексом для демонстрации презентаций.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none">• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.• работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p> <p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса,</p>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов по соответствующей тематике.
Практические занятия	На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений. Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ: <ul style="list-style-type: none"> • работа с конспектом лекций; • подготовка ответов к контрольным вопросам; • просмотр рекомендуемой литературы.
Лабораторные занятия	не предусмотрены
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки других источников информации; подготовки к зачету, выполнении курсовой работы. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством (при участии) преподавателя. При подготовке к зачету, защите курсовой работы необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1 / первый этап	Характеризует приближенные аналитические методы определения периодических решений нелинейных дифференциальных уравнений применительно к задачам исследования нелинейной динамики машин; воспроизводит алгоритмы численного решения задач нелинейной динамики машин.	Вопросы для устного собеседования	Перечень вопросов (5 вопросов)
	Объясняет особенности реализации аналитических и численных методов поиска периодических решений нелинейных дифференциальных уравнений применительно к задачам динамики машин.	Курсовая работа	Варианты заданий на курсовое проектирование (10 вариантов)
	Решает с использованием аналитического аппарата и возможностей современных ЭВМ нелинейные математические модели, соответствующие динамическим моделям узлов машин и механизмов; анализирует получаемые решения; оценивает точность полученных решений	Курсовая работа	Варианты заданий на курсовое проектирование (10 вариантов)
ПК-20 / первый этап	Называет причины возникновения нелинейных явлений в машинах; описывает характеристики нелинейных элементов (звеньев); называет принципы построения динамических моделей машин и механизмов, с учетом нелинейных элементов (звеньев); раскрывает методы получения математической модели механической системы по ее динамической модели при учете нелинейных элементов (звеньев).	Вопросы устного собеседования	Перечень вопросов (5 вопросов)

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	Выполняет построение и дает описание динамической модели механической системы, содержащей нелинейные звенья; записывает математическую модель исследуемой механической системы, соответствующей динамической модели с учетом нелинейных звеньев.	Курсовая работа	Варианты заданий на курсовое проектирование (10 вариантов)
	Получает динамическую и математическую модели нелинейной механической системы применительно к целям исследования узлов и механизмов технологических машин.	Курсовая работа	Варианты заданий на курсовое проектирование (10 вариантов)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
		Устное собеседование	Курсовая работа
>86	5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
75 – 85	4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Все заданные вопросы освещены в необходимой полноте и с требуемым качеством. Ошибки отсутствуют. Самостоятельная работа проведена в достаточном объеме, но ограничивается только основными рекомендованными источниками информации. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
61 – 74		Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
40 – 50		Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления или сроки представления работы. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя	Содержание работы полностью не соответствует заданию. Не учитываются

		бы отдельные концепции дисциплины. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра	баллы, накопленные в течение семестра.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

* **Существенные ошибки** – недостаточная глубина и осознанность ответа (например, студент не смог применить теоретические знания для объяснения явлений, для установления причинно-следственных связей, сравнения и классификации явлений и т.д.).

* **Несущественные ошибки** – неполнота ответа (например, упущение из вида какого-либо нехарактерного факта, дополнения при описании процесса, явления, закономерностей и т.д.); к ним могут быть отнесены оговорки, допущенные при невнимательности студента.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

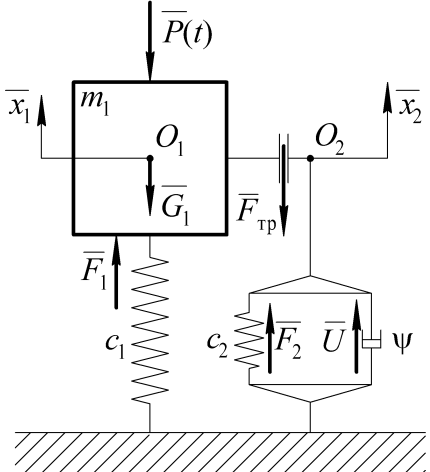
№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Основные понятия и определения нелинейной механики.	1
2	Причины возникновения нелинейностей в механизмах машин.	2
3	Податливые элементы и демпферы (их нелинейные характеристики).	2,3
4	Фазовая плоскость, ее основные характеристики.	4
5	Зависимость особых точек фазовой плоскости от упругих и диссипативных характеристик системы.	4,5,6
6	Особые точки линейных систем на фазовой плоскости.	4
7	Особые точки нелинейных систем на фазовой плоскости.	5
8	Аналитические методы построения фазовой плоскости.	6
9	Построение фазовой плоскости на ЭВМ.	7
10	Существование периодических решений линейных систем при периодическом, периода T , внешнем воздействии.	8
11	Невозможность нахождения периодических решений нелинейных систем при периодических, периода T , внешних воздействиях.	9
12	Метод гармонического баланса.	7,10
13	Метод гармонической линеаризации.	7,10,11
14	Использование ЭВМ для определения коэффициентов гармонической линеаризации и построение АЧХ.	11,12,13
15	Метод припасовывания решений.	14
16	Движение закрепленной пружинной массы по транспортеру под действием силы сухого трения. Автоколебания.	14
17	Решение нелинейных математических моделей на ЭВМ. Субгармоники.	15

Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций
не предусмотрены

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций
не предусмотрен

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
-------	---------------------------------------	-------

1	<p>Для заданной динамической модели объекта составить математическую модель</p> 	$m_1 \ddot{x}_1 + c_1 x_1 + F_0 \operatorname{sign} \dot{\Delta}_1 = P(t) - G_1,$ $c_2 x_2 + U(x_2, \dot{x}_2) - F_0 \operatorname{sign} \dot{\Delta}_1 = 0.$ $\Delta_1 = x_1 - x_2,$ <p>при $t=0$:</p> $x_1(0) = 0, \dot{x}_1(0) = 0,$ $x_2(0) = 0, \dot{x}_2(0) = 0$
2	<p>Выполнить гармоническую линеаризацию для дифференциального уравнения математической модели</p> $\ddot{\Delta}_1 + k^2 \Delta_1 + h \operatorname{sign} \dot{\Delta}_1 = a_0 + a \sin \omega t,$ <p>при $t = 0$: $x(0) = 0, \dot{x}(0) =$</p>	<p>Решение будем искать в виде:</p> $\Delta_1 = \Delta_0 + \Delta \sin \omega t.$ <p>Тогда $h \operatorname{sign} \dot{\Delta}_1 \approx r \dot{\Delta}_1 = \frac{4h}{\pi \Delta \omega} \dot{\Delta}_1,$</p> $\ddot{\Delta}_1 + k^2 \Delta_1 + \frac{4h}{\pi \Delta \omega} \dot{\Delta}_1 = a_0 + a \sin \omega t$

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета с оценкой и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения зачета с оценкой

Не допускается использование текстов лекций и справочных материалов.
Время на подготовку ответа на зачете не превышает 40 мин.