

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11

Динамический анализ и синтез узлов и механизмов машин

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **028** Машиноведения

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

Информационные технологии в производствах и сервисе технологических

Профиль подготовки: машин

Уровень образования: бакалавриат

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	252		252
	Аудиторные занятия	102		24
	Лекции	34		8
	Лабораторные занятия	17		4
	Практические занятия	51		12
	Самостоятельная работа	114		219
	Промежуточная аттестация	36		9
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	6		8
	Зачет	7		
	Контрольная работа			
	Курсовая работа	7		8
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		7		7

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная						5	2					
Очно-заочная												
Заочная							0,5	6,5				

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

по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № 1/1/6, 1/3/17

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 анализа и синтеза узлов и механизмов машин на стадии их проектирования или модернизации.

1.3. Задачи дисциплины

- Показать необходимость решения задач динамического анализа и синтеза при проектировании особенно высокоскоростных машин.
- Раскрыть принципы решения задач динамического анализа и синтеза как аналитически, так и с использованием широких возможностей современных ЭВМ.
- Продемонстрировать особенности решения задач динамического анализа и синтеза на конкретных примерах.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-2	умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	второй
Знать: Методы моделирования технических объектов, динамического анализа и синтеза. Уметь: Разрабатывать динамические и математические модели объектов для решения задач динамического анализа. Владеть: Навыками динамического анализа и синтеза технических систем.		
ПК-5	способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	второй
Знать: Методы проектирования узлов и механизмов с учетом их динамики. Уметь: Выбирать оптимальные конструкции проектируемых узлов машин с учетом проблем динамики. Владеть: Навыками динамических расчетов технических систем.		

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

- Соппротивление материалов (ПК-2, ПК-5)
- Теория механизмов и машин (ПК-2, ПК-5)
- Системы компьютерной математики (ПК-2)
- Механика машин и теория колебаний (ПК-2, ПК-5)
- Теоретическая механика (ПК-5)
- Механика жидкости и газа (ПК-5)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Динамика быстровращающихся роторных узлов текстильных машин			
Тема 1. Исторический очерк. Основные понятия и определения, используемые в курсе. Структура машины, механизма, агрегата. Классификация динамически нагруженных узлов текстильных машин	2		3
Тема 2. Динамическая и математическая модели жесткого ротора в упругих опорах.	12		14
Тема 3. Исследование математической модели ротора. Критические частоты. Амплитудно-частотные характеристики. Анализ возможности появления параметрических резонансных колебательных режимов из-за анизотропии упругих опор ротора. Снижение виброактивности ротора (инженерные рекомендации).	15		17
Тема 4. Балансировка роторов машин, общие положения. Допустимые дисбалансы по различным нормам и стандартам. Классы точности балансировки роторов в зависимости от типа машин, места установки.	8		10
Тема 5. Статическая балансировка роторов. Динамическая балансировка роторов. Теория. Применяемое для этой цели оборудование (на примере балансировки жестких роторов).	6		8
Текущий контроль 1 (опрос)	1		–
Учебный модуль 2. Динамика приемно-намоточных механизмов			
Тема 6. Методы гармонического баланса и гармонической линеаризации.	8		10
Тема 7. Динамическая и математическая модели приемно-намоточного механизма.	14		16
Тема 8. Анализ динамики приемно-намоточного механизма по его математической модели методом гармонической линеаризации. Анализ влияния на динамику механизма: биения, эллиптичности паковки; биения фрикционного цилиндра; неуравновешенности паковки. Анализ амплитудно-частотных характеристик с точки зрения выявления резонансных и субгармонических резонансных режимов, пути борьбы с ними. Анализ появления параметрических резонансных режимов колебаний паковки на подвесе относительно фрикционного цилиндра из-за анизотропии упруго-демпфирующих свойств паковки по периметру, способы борьбы с ними.	16		18
Текущий контроль 2 (опрос)	1		–
Учебный модуль 3. Снижение виброактивности механизмов с помощью разгружающих устройств			
Тема 9. Основные типы конструкций разгружающих устройств и их применение в машинах текстильной промышленности.	8		10
Тема 10. Анализ работы разгружающих устройств, устанавливаемых между: выходным звеном – стойкой, приводом – стойкой, приводом – выходным звеном механизма.	8		10
Текущий контроль 3 (опрос)	1		–
Учебный модуль 4. Динамическое гашение колебаний			
Тема 11. Принципы динамического гашения колебаний.	4		6
Тема 12. Пружинные одномассовые инерционные динамические гасители колебаний.	4		6
Тема 13. Катковые инерционные динамические гасители колебаний.	6		8
Тема 14. Маятниковые инерционные динамические гасители колебаний.	6		8
Тема 15. Поглотители колебаний с вязким трением.	4		6

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Текущий контроль 4 (опрос)	1		–
Учебный модуль 5. Защита оборудования (либо фундаментов) от кинематических (либо силовых) внешних воздействий			
Тема 16. Основные понятия и определения теории виброзащиты.	2		4
Тема 17. Статический расчет и статическое выравнивание оборудования на виброизоляторах.	2		4
Тема 18. Динамический расчет системы виброизоляции. Принцип мягкой подвески.	10		12
Тема 19. Оптимальный синтез линейного виброизолятора на примере математических моделей защищаемых объектов с одной степенью свободы.	4		6
Текущий контроль 5 (опрос)	1		–
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	36		–
Учебный модуль 6. Виброизоляция оборудования			
Тема 20. Виброизоляция оборудования с динамическим гашением колебаний.	25		25
Тема 21. Оптимальный синтез системы виброизоляции оборудования.	12		12
Текущий контроль 3 (опрос)	1		–
курсовая работа	30		30
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	4		–
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	–		9
ВСЕГО:	252		252

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	6	1				
2	6	2			7	2
3	6	3			7	2
4	6	2				
5	6	2				
6	6	2				
7	6	2			8	2
8	6	3			8	2
9	6	2				
10	6	2				
11	6	1				
12	6	2				
13	6	2				
14	6	1				
15	6	1				
16	6	1				
17	6	1				
18	6	2				
19	6	2				
ВСЕГО:		34				8

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)
2	Математическая модель ротора в упругих опорах, теоретические занятия	6	2			8	2
3	Исследование колебаний ротора в упругих опорах, работа на ЭВМ	6	4			8	4
4, 5	Балансировка роторов машин, работа на ЭВМ, обсуждение результатов	6	3				
6, 7, 8	Исследование динамики приемно-намоточного механизма с использованием метода гармонической линеаризации, работа на ЭВМ	6	4			8	2
9, 10	Анализ работы разгружающих устройств, работа на ЭВМ	6	4				
20	Исследование динамики защищаемого объекта с использованием катковых и маятниковых динамических гасителей при гармоническом внешнем воздействии, работа на ЭВМ	7	12				
20	Исследование динамики защищаемого объекта на плоском подвесе при кинематическом и силовом внешних гармонических воздействиях, работа на ЭВМ	7	12			8	4
21	Оптимальный синтез жесткостных и диссипативных характеристик плоского подвеса защищаемого объекта при гармоническом внешнем воздействии, работа на ЭВМ	7	10				
ВСЕГО:			51				12

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2, 3	Математическая модель ротора в упругих опорах	6	4				
7, 8	Анализ динамики приемно-намоточного механизма текстурирующе-вытяжной машины типа ТВ	6	10			8	4
18	Динамическое исследование амортизации оборудования от вибрирующего фундамента	6	3				
ВСЕГО:			17				4

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы является развитие и закрепление теоретических знаний и практических навыков исследования динамики узлов машин и механизмов по математическим моделям с широким использованием возможностей современных ЭВМ.

4.2. Тематика курсовой работы

В курсовой работе проводится изучение проблемы виброзащиты объекта с двумя степенями свободы, для которого необходимо рассчитать параметры инерционного динамического гасителя колебаний и выполнить статический расчет системы виброизоляции.

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально с использованием ЭВМ.

Результаты представляются в виде 1 листа чертежей формата А1 и пояснительной записки, объемом 20–25 листов формата А4, содержащей следующие обязательные элементы:

- Титульный лист.
- Задание на курсовую работу, подписанное руководителем, исполнителем и утвержденное заведующим кафедрой.
- Введение.
- Обзор литературных источников.
- Разработка динамической модели.
- Разработка алгоритма и программы на ЭВМ.
- Исследование динамики по разработанной программе с получением результатов счета в виде таблиц и графиков.
- Анализ результатов счета и выводы.

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
1–5	опрос	6	5				
6	опрос	7	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	6	42			7 8	14 163
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	6 7	34 4			8	12
Выполнение курсовой работы	7	30			8	30
Подготовка к зачету	7	4				
Подготовка к экзамену	6	36			8	9
ВСЕГО:		150				228

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		2
Практические занятия	Анализ ситуаций профессиональной деятельности	3		2
Лабораторные занятия	Анализ ситуаций профессиональной деятельности	11		2
ВСЕГО:		21		6

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

6 семестр

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций, лабораторных и практических занятий, прохождение текущего контроля	20	2 балла за каждую лекцию (17 лекций в семестре), максимум 34 балла; 4 балла за каждое лабораторное занятие (8 лаб. занятий в семестре), максимум 32 балла; 3 балла за каждое практическое занятие (8 практ. занятий в семестре), максимум 24 балла; 2 балла за каждый текущий контроль (5 текущих контролей в семестре), максимум 10 баллов.
2	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	20	До 10 баллов за ответы на теоретические вопросы по теме лаб. работы (3 темы лаб. работ), максимум 30 баллов; До 15 баллов за каждый качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 45 баллов; 7 баллов за защиту отчета по лабораторной работе, максимум 21 балл; до 4 баллов за активное участие в обсуждении результатов (анализ ситуаций профессиональной деятельности).
3	Решение задач на практических занятиях	20	8 баллов за выполненную в срок работу (5 тем занятий), максимум 40 баллов; 6 баллов за отличную подготовку к работе и ее выполнение, максимум 30 баллов; 6 баллов за качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 30 баллов.
4	Сдача экзамена	40	Ответ на теоретический вопрос (полнота, владение терминологией, затраченное время) до 30 баллов (в билете 2 вопроса) – максимум 60 баллов. Выполнение практического задания (1 задание) – максимум 40 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	5 баллов за каждое практическое занятие (17 практ. занятий в семестре), максимум 85 баллов; 15 баллов за текущий контроль (1 текущий контроль в семестре).
2	Решение задач на практических занятиях	20	15 баллов за выполненную в срок работу (3 темы занятий), максимум 45 баллов; 10 баллов за отличную подготовку к работе и ее выполнение, максимум 30 баллов; 7 баллов за качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 21 балл; до 4 баллов за активное участие в обсуждении результатов (анализ ситуаций профессиональной деятельности).
3	Выполнение и защита курсовой работы	30	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.
4	Сдача зачета	30	Ответ на теоретический вопрос (полнота и качество ответа, владение терминологией) – максимум 50 баллов; выполнение практического задания (1 задание) – максимум 50 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 – 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 – 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
1 – 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Подгорный, Ю. И. Математическое моделирование технологических машин: учебное пособие / Ю. И. Подгорный, В. Ю. Скиба, Т. Г. Мартынова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 87 с. — ISBN 978-5-7782-3395-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91235.html>
2. Куликов, И. С. Динамика механических систем : учебное пособие / И. С. Куликов, Г. А. Маковкин. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 147 с. — ISBN 5-87941-357-8. — Текст : электронный //

Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL:

<http://www.iprbookshop.ru/20787.html>

б) дополнительная учебная литература

2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: БГТУ, 2012.— 271 с. — <http://www.iprbookshop.ru/7003>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Алексеев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 203 с. — <http://www.iprbookshop.ru/26229>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.

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

1. Динамика лифтов и эскалаторов: метод. указания к изучению дисциплины для студ. заочной формы обучения / сост. Л. С. Мазин, И. М. Беспалова. — СПб.: СПГУТД, 2014. — 20 с. — http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2007, по паролю.

2. Динамика узлов и механизмов машин: метод. указания к выполнению курсовой работы / сост. И. М. Беспалова, К. И. Белоусова, Н. А. Гренишина, Л. С. Мазин. — СПб.: СПГУТД, 2013. — 36 с. — http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1336, по паролю.

3. Исследование собственных частот и форм колебаний балки: метод. указания к провед. лабораторных занятий / сост. Л.С. Мазин, К.И. Молчанов, Н.В. Рокотов, К.И. Белоусова. — СПб.: СПГУТД, 2013. — 11 с. — Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1334, по паролю.

4. Самостоятельная работа студентов. Виды, формы, критерии оценки : учебно-методическое пособие / А. В. Меренков, С. В. Куньщиков, Т. И. Гречухина [и др.] ; под редакцией Т. И. Гречухина, А. В. Меренков. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 80 с. — ISBN 978-5-7996-1680-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66592.html>

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>

5. Информационно-образовательная среда заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: http://sutd.ru/studentam/extramural_student/

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

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

1. Лаборатория динамики машин, оборудованная лабораторными стендами («Кривошипно-ползунный механизм», «Кулачковый механизм», «Инерционный нитераскладочный механизм», «Консольная балка равного сопротивления», «Определение неравномерности вращения вала», «Определение давления между роликом и кулачком в раскладочном механизме») и компьютерами с установленными учебными комплектами программного обеспечения (MATLAB, САПР КОМПАС-3D, справочник «Материалы и Сортаменты», САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, САПР SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS) и мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.

2. 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.

3. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Вульфсон, И. И. Динамика цикловых машин : монография / И. И. Вульфсон. - СПб. : Политехника, 2013. - 425 с. Шифр библиотеки СПбГУПТД Б768171 (30 экз.)

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают фундаментальные сведения о дисциплине. На лекциях излагаются теоретические основы дисциплины, иллюстрируемые конкретными примерами, раскрывается современный отечественный и зарубежный опыт.</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, выделять ключевые слова, термины. <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	<p>На практических занятиях раскрываются теоретические основы курса, рассматриваются различные примеры прикладного характера дисциплины, определяется диапазон использования знаний по дисциплине в областях, связанных с будущей инженерной деятельностью и овладением знаний по специальным дисциплинам.</p> <p>В процессе выполнения практических работ обучающиеся осваивают методы реализации различных технологий формообразования, устройство и режим работы применяемых при этом основных технических средств.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с конспектом лекций; - подготовка к тестовым заданиям; - просмотр рекомендуемой литературы; - решение типовых задач в соответствии с программой дисциплины.
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами в процессе взаимодействия со специально разработанными модельными установками, предполагают проведение учебного эксперимента на лабораторной установке (самостоятельно либо под руководством преподавателя); наблюдение за процессом, и др.</p> <p>На лабораторных работах обучающийся изучает процесс или объект на основе взаимодействия с ним или его моделью (натурной или математической). В результате проведения лабораторного занятия обучающийся должен либо понять принципы устройства и работы изучаемого предмета (прикладные работы), либо освоить методику исследования предметов сходного типа (исследовательские работы).</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ.</p>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации; выполнения курсовой работы, а также подготовки к зачету и экзамену. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством (при участии) преподавателя. Следует предварительно изучить методические указания по выполнению самостоятельной работы, курсовой работы.</p>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	При подготовке к экзамену (зачету) 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
ПК-2 / второй	Формулирует основные принципы математического моделирования технических систем, динамического анализа и синтеза.	Вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования (25 вопросов)
	Разрабатывает динамические и математические модели объектов.	Практическое задание	Практическое задание (3 задания)
	Проводит динамический анализ и синтез технических систем.	Практическое задание	Практическое задание (3 задания)
ПК-5 / второй	Формулирует основные принципы разработки конструкций динамически нагруженных технических систем.	Вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования (7 вопросов)
	Решает вопросы выбора конструкций механизмов с учетом динамических нагрузок.	Практическое задание	Практическое задание (3 задания)
	Выполняет расчет динамических характеристик технических систем.	Практическое задание	Практическое задание (3 задания)

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 – 100	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 стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. 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 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 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 неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. 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. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	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 бы отдельные концепции дисциплины. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Содержание работы полностью не соответствует заданию. Не учитываются 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.
40 – 100	Зачтено	Обучающийся ответил на вопросы устного собеседования, решил практические задачи, прошел интернет-тестирование, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
0 – 39	Не зачтено	Обучающийся не ответил на вопросы устного собеседования, не решил практические задачи, не прошел интернет-тестирование, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. 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 к экзамену (6 семестр)	№ темы
1	Технологический и рабочий процессы; машина, аппарат.	1
2	Структура машины и машинного агрегата.	1
3	Структура механизма, манипулятора, робота.	1
4	Динамическая и математическая модели жесткого ротора в упругих опорах.	2
5	Критические частоты.	3
6	Амплитудно-частотная характеристика ротора, самоцентрирование.	3
7	Типы неуравновешенности ротора, виды балансировки жесткого ротора в упругих опорах.	4
8	Статическая и динамическая балансировка ротора.	5
9	Метод гармонического баланса.	6
10	Метод гармонической линеаризации.	6
11	Динамическая модель приемно-намоточного механизма (ПНМ) фрикционного типа с маятниковым подвесом паковки.	7
12	Математическая модель ПНМ фрикционного типа с маятниковым подвесом паковки.	7
13	Амплитудно-частотная характеристика колебаний паковки относительно фрикционного цилиндра.	8
14	Субгармонические и параметрические резонансные режимы колебаний паковки относительно фрикционного цилиндра.	8
15	Основные типы конструкций разгружающих устройств; способы установки.	9
16	Анализ работы разгружающих устройств, установленных между: выходным звеном – стойкой; приводом – стойкой; приводом – выходным звеном.	10
17	Динамическое гашение колебаний.	11
18	Пружинные одномассовые инерционные динамические гасители колебаний.	12
19	Катковые инерционные динамические гасители колебаний.	13
20	Маятниковые инерционные динамические гасители колебаний.	14
21	Поглотители колебаний с вязким трением. Их конструктивные схемы.	15
22	Основные понятия и определения теории виброзащиты.	16
23	Статический расчет и выравнивание защищаемого объекта относительно фундамента.	17
24	Динамический расчет системы амортизации защищаемого объекта относительно фундамента.	18
25	Оптимальный синтез линейного амортизатора; принцип мягкой подвески.	19

№ п/п	Формулировка вопросов к зачету (7 семестр)	№ темы
1	Процедура ode45() компьютерной системы инженерных расчетов MATLAB.	20,21
2	Разработка программного обеспечения с использованием процедуры ode45().	20,21
3	Печать результатов счета в системе MATLAB.	20,21
4	Алгоритм программы для исследования колебаний жесткого ротора в упругих опорах.	20,21
5	Алгоритм определения коэффициентов гармонической линеаризации приемно-намоточного механизма (ПНМ) фрикционного типа с маятниковым подвесом паковки.	20,21
6	Алгоритм определения АЧХ ПНМ фрикционного типа с маятниковым подвесом паковки.	20,21
7	Анализ работы разгружающих устройств.	20,21

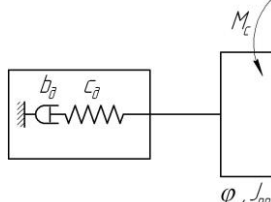
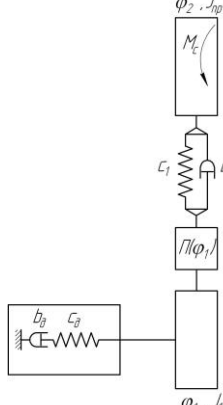
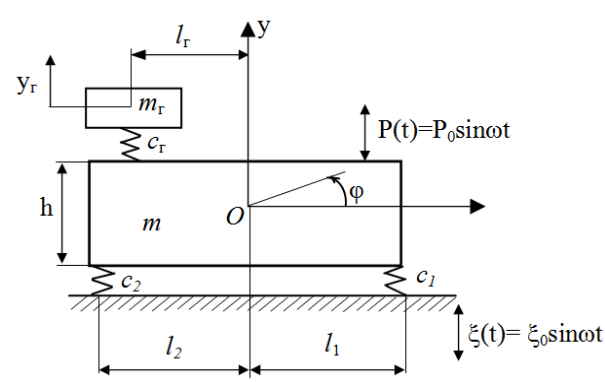
Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

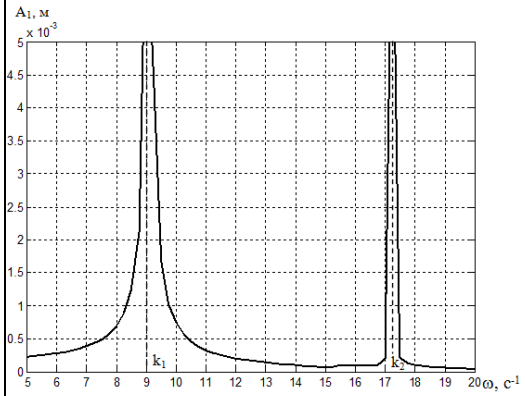
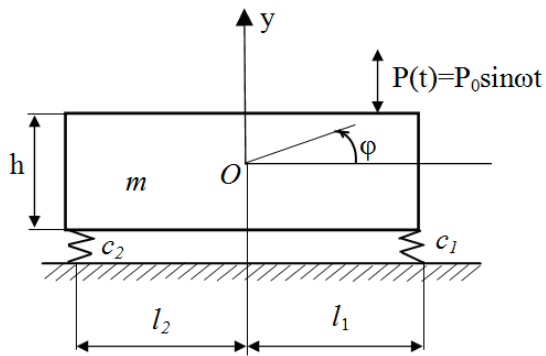
Не предусмотрены.

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

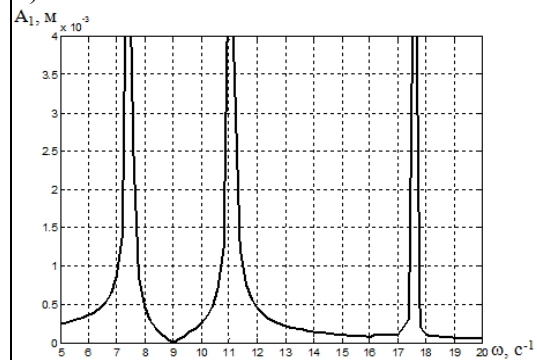
Не предусмотрены.

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

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	<p>Для заданной конструктивной схемы узла машины или механизма разработать динамическую модель, соответствующую заданной цели исследования. (5 вариантов схем). Пример: Составить динамическую модель механизма для выбора двигателя</p>	
2	<p>Задана динамическая модель механической системы. Требуется получить математическую модель. (5 вариантов динамической модели). Пример: Получить математическую модель, соответствующую заданной динамической модели.</p>	 $J_1 \ddot{\varphi}_1 = M_d + c_1 (\varphi_2 - \Pi(\varphi_1)) + b_2 (\dot{\varphi}_2 - \Pi'(\varphi_1) \dot{\varphi}_1)$ $J_{np} \ddot{\varphi}_2 = M_c - c_1 (\varphi_2 - \Pi(\varphi_1)) - b_2 (\dot{\varphi}_2 - \Pi'(\varphi_1) \dot{\varphi}_1)$
3	<p>Задана математическая модель механической системы в виде системы дифференциальных уравнений. Выполнить ее частотный и модальный анализ. (5 вариантов математической модели). Пример: Задана система дифференциальных уравнений математической модели в виде</p> $0.16 \ddot{x}_1 + 0.15 \ddot{x}_2 + 2120.6 x_1 = -5 - 10 \cos \omega t$ $0.15 \ddot{x}_1 + 0.30 \ddot{x}_2 + 4117.6 x_2 = -10 - 20 \cos \omega t$	$k_1 = 89.47 \text{ c}^{-1}$ $k_2 = 206.83 \text{ c}^{-1}$ $\beta_1 = 0.7$ $\beta_2 = -0.7$
4	<p>Курсовая работа. Имеется объект массы m, установленный на виброизоляторах жесткости c_i ($i = \overline{1, n}$), количество и расположение виброизоляторов для каждого варианта задания определяется схемой. Объект совершает колебания под действием силового $P(t) = P_0 \sin \omega t$ или кинематического $\xi(t) = \xi_0 \sin \omega t$ возмущения. Объект имеет две степени свободы, которые характеризуются вертикальными (y) и угловыми (φ) перемещениями. Требуется: выполнить гашение колебаний на выбранной частоте с использованием одномассового инерционного динамического гасителя, выполнить статический расчет системы виброизоляции и выравнивание объекта.</p>	<p>Схема объекта с гасителем</p>  <p>Математическая модель</p> $\begin{cases} \ddot{y} + \frac{c_1 + c_2 + c_\varepsilon}{m} y + \frac{c_2 l_2 - c_1 l_1 + c_\varepsilon l_\varepsilon}{m} \varphi - \frac{c_\varepsilon}{m} y_\varepsilon = \frac{P_0}{m} \sin \omega t, \\ \ddot{\varphi} + \frac{c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2 + c_\varepsilon l_\varepsilon^2}{I} \varphi + \frac{c_2 l_2 - c_1 l_1 + c_\varepsilon l_\varepsilon}{I} y - \frac{c_\varepsilon l_\varepsilon}{I} y_\varepsilon = 0, \\ \ddot{y}_\varepsilon + \frac{c_\varepsilon}{m_\varepsilon} y_\varepsilon - \frac{c_\varepsilon}{m_\varepsilon} y - \frac{c_\varepsilon l_\varepsilon}{m_\varepsilon} \varphi = 0. \end{cases}$ <p>Амплитудно-частотные характеристики 1) система без гасителя</p>



2) система с гасителем



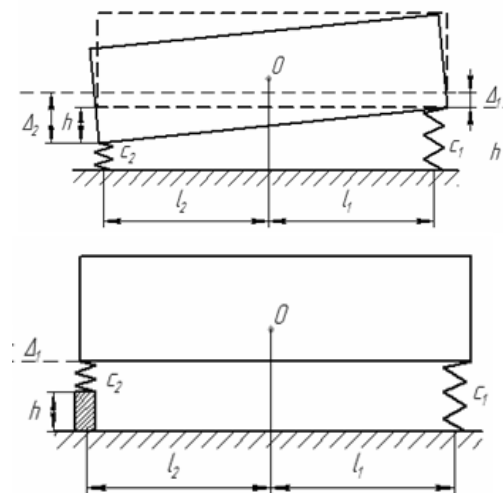
Уравнения статического равновесия

$$\begin{cases} R_1 + R_2 - P = 0, \\ R_1 l_1 - R_2 l_2 = 0. \end{cases}$$

$$R_1 = c_1 \Delta_1, \quad R_2 = c_2 \Delta_2,$$

$$\Delta_1 = y - l_1 \varphi, \quad \Delta_2 = y + l_2 \varphi$$

Выравнивание объекта



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 (экзамена, зачета и / или защите курсовой работы) 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 экзамена и зачета

В процессе сдачи экзамена студент устно отвечает на два вопроса и решает задачу. Время на подготовку ответов на вопросы и решение задачи не превышает 40 минут. Не допускается использование текстов лекций и справочных материалов.

В процессе сдачи зачета студент устно отвечает на контрольный вопрос и решает задачу. Время на подготовку не превышает 30 минут. Не допускается использование текстов лекций и справочных материалов.