

Министерство науки и высшего образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.11**

**Динамика лифтов и эскалаторов и моделирование на ЭВМ**

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **28** Машиноведения

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Лифты и эскалаторы

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	<b>396</b>		<b>396</b>
	Аудиторные занятия	<b>187</b>		<b>24</b>
	Лекции	85		8
	Лабораторные занятия	85		4
	Практические занятия	17		12
	Самостоятельная работа	173		363
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		<b>9</b>
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	6		8
	Зачет	5, 7		
	Контрольная работа			
	Курсовая работа	7		8
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>11</b>		<b>11</b>

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

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 № 1/1/2, 1/3/335

# 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 динамического 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-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
<b>Планируемые результаты обучения</b>		
Знать:	Методы проектирования узлов и механизмов лифтов и эскалаторов с учетом их динамики	
Уметь:	Выбирать оптимальные конструкции проектируемых узлов и механизмов лифтов и эскалаторов с учетом проблем динамики.	
Владеть:	Навыками динамических расчетов узлов и механизмов лифтов и эскалаторов.	

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

- Теоретическая механика (ПК-5)
- Сопротивление материалов (ПК-5)
- Теория механизмов и машин (ПК-5)
- Механика машин и теория колебаний (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
<b>Учебный модуль 1. Принципы математического моделирования</b>			
Тема 1. Конструктивные схемы механизмов машин.	2		4
Тема 2. Математическая и динамическая модели.	11		12
Тема 3. Цели динамических исследований и разработка динамических моделей узлов и механизмов машин.	3		5
Тема 4. Динамическая модель кривошипно-ползунного механизма (выбор двигателя).	3		5
Тема 5. Динамическая модель механизма кривошипно-ползунного механизма	3		5

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
(выбора вала двигателя).			
Тема 6. Динамическая модель кривошипно-ползунного механизма (выбор параметров клиноременной передачи).	4		6
Тема 7. Динамическая модель кривошипно-ползунного механизма (исследование динамики с учетом упругости привода).	13		13
Тема 8. Математические модели механизма, соответствующие динамическим моделям, для выбора двигателя, вала двигателя и параметров клиноременной передачи.	4		6
Тема 9. Математическая модель механизма для исследования его динамики.	4		6
<b>Текущий контроль 1 – опрос</b>	<b>2</b>		<b>-</b>
<b>Учебный модуль 2. Динамические и математические модели приемно-намоточного механизма с маятниковым подвесом фрикционного типа.</b>			
Тема 10. Динамическая и математическая модели маятникового подвеса.	5		7
Тема 11. Динамическая и математическая модели оси бобинодержателя (упругое тело).	5		7
Тема 12. Динамическая и математическая модели бобинодержателя, патрона и паковки.	5		7
<b>Текущий контроль – опрос</b>	<b>2</b>		<b>-</b>
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет</b>			
	<b>6</b>		<b>-</b>
<b>Учебный модуль 3. Динамика быстровращающихся роторных узлов</b>			
Тема 13. Динамическая и математическая модели жесткого ротора в упругих опорах.	6		8
Тема 14. 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). Решатели	9		10
Тема 15. Балансировка роторов машин, общие положения. Допустимые дисбалансы по различным нормам и стандартам. Классы точности балансировки роторов в зависимости от типа машин, места установки.	9		10
Тема 16. Статическая балансировка роторов. Динамическая балансировка роторов.	9		10
<b>Текущий контроль – опрос</b>	<b>1</b>		<b>-</b>
<b>Учебный модуль 4. Динамика лифтов и эскалаторов</b>			
Тема 17. Методы гармонического баланса и гармонической линеаризации	7		9
Тема 18. Динамическая и математическая модели узлов и механизмов лифтов и эскалаторов	11		12
Тема 19. Анализ динамики узлов и механизмов лифтов и эскалаторов по их математическим моделям методом гармонической линеаризации. Анализ влияния на динамику механизма: биения лифтовых кабин в направляющих, ступеней эскалаторов в пазовых кулачках. Анализ амплитудно-частотных характеристик с точки зрения выявления резонансных и субгармонических резонансных режимов, пути борьбы с ними.	59		60
<b>Текущий контроль – опрос</b>	<b>1</b>		<b>-</b>
<b>Учебный модуль 5. Снижение виброактивности узлов и механизмов с помощью разгружающих устройств. Динамическое гашение колебаний. Защита оборудования (фундаментов) от кинематических (силовых) внешних воздействий</b>			
Тема 20. Основные типы конструкций разгружающих устройств и их применение.	7		8
Тема 21. Анализ работы разгружающих устройств, устанавливаемых между: выходным звеном – стойкой, входным звеном – стойкой, входным звеном – выходным звеном.	7		8
Тема 22. Принципы динамического гашения колебаний.	7		8
Тема 23. Пружинные одномассовые инерционные динамические гасители колебаний.	7		8

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 24. Катковые динамические гасители колебаний.	7		8
Тема 25. Маятниковые динамические гасители колебаний.	7		8
Тема 26. Поглозаторы колебаний.	7		8
Тема 27. Основные понятия и определения теории виброзащиты.	7		8
Тема 28. Статический расчет и статическое выравнивание оборудования на виброизоляторах.	7		8
Тема 29. Динамический расчет системы виброизоляции. Принцип мягкой подвески.	15		16
Тема 30. Оптимальный синтез линейного виброизолятора на примере математических моделей защищаемых объектов с одной степенью свободы.	16		17
Тема 31. Воздействие вибраций узлов и механизмов машин на человека	7		8
<b>Текущий контроль – опрос</b>	<b>3</b>		<b>-</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>		<b>-</b>
<b>Учебный модуль 6. Динамика привода механизмов</b>			
Тема 32. Упругие муфты и их механические характеристики	5		6
Тема 33. Муфта в одномассовых системах	5		6
Тема 34. Двухмассовая система с двигателем	5		6
Тема 35. Анализ влияния упругих звеньев привода с использованием MATLAB.	5		6
<b>Текущий контроль – опрос</b>	<b>1</b>		
<b>Учебный модуль 7. Виброизоляция приводных механизмов</b>			
Тема 36. Защита от ударных воздействий	5		6
Тема 37. Влияние шума на человека-оператора	5		6
Тема 38. Методы борьбы с шумом	5		6
<b>Текущий контроль – опрос</b>	<b>1</b>		<b>-</b>
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет</b>	<b>5</b>		<b>-</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>-</b>		<b>9</b>
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине – курсовая работа</b>	<b>30</b>		<b>30</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>396</b>		<b>396</b>

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

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
20	6	2				
21	6	2				
22	6	2			8	1
23	6	2				
24	6	2				
25	6	2				
26	6	2				
27	6	2				
28	6	2				
29	6	2			8	1
30	6	2				
31	6	2				
32	7	3				
33	7	3				
34	7	3				
35	7	2				
36	7	2				
37	7	2				
38	7	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>85</b>				<b>8</b>

### 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)
14–16	Определение собственных частот крутильных колебаний валов. Практическое занятие	7	4			8	3
14–16	Определение собственных частот продольных колебаний валов. Практическое занятие	7	4			8	2
18–19	Определение собственных частот изгибных колебаний валов. Практическое занятие	7	4			8	4
18–19	Определение критических частот колебаний валов. Практическое занятие	7	4			8	3
	закрывающее	7	1				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>17</b>					<b>12</b>

### 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	Математическая модель кривошипно-ползунного механизма для анализа динамики механизма	5	8			8	2
7	Моделирование приемно-намоточного механизма в системе MATLAB	5	9			8	2
19	Анализ динамики ротора методом гармонической линеаризации, работа на ЭВМ	6	11				
19	Численное интегрирование	6	20				

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)
	математической модели ротора, работа на ЭВМ						
19	Анализ возможностей появления параметрических резонансов. Численное моделирование при наличии анизотропии подшипниковых опор, работа на ЭВМ	6	20				
29	Динамическое исследование амортизации оборудования от вибрирующего фундамента, работа на ЭВМ, работа в группе	6	8				
31	Динамическое гашение колебаний, работа на ЭВМ.	6	9				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>85</b>				<b>4</b>

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

##### 4.1. Цели и задачи курсовой работы (проекта)

Закрепление студентами теоретических знаний и практических навыков исследования динамики узлов и механизмов лифтов и эскалаторов по их математическим моделям с широким использованием возможностей современных ЭВМ.

##### 4.2. Тематика курсовой работы (проекта)

Тематика курсовой работы посвящена изучению 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 пояснительной записки, объемом 20–25 листов формата А4, содержащей следующие обязательные элементы:

- введение,
- разработка математической модели,
- разработка алгоритма и программы на ЭВМ,
- исследование динамики по разработанной программе,
- анализ результатов счета и выводы
- заключение,
- список использованных источников.

#### 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, 2	опрос	5	2				
3–5	опрос	6	3				
6, 7	опрос	7	2				

## 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	5	8			7	14
	6	46			8	303
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	5	7			8	16
	6	68				
	7	2				
Выполнение домашних заданий						
Выполнение курсовых работ	7	30			8	30
Подготовка к зачетам	5	6				
	7	6				
Подготовка к экзаменам	6	36			8	9
<b>ВСЕГО:</b>		<b>209</b>				<b>372</b>

## 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	17		2
Практические занятия	Анализ ситуаций профессиональной деятельности	3		2
Лабораторные занятия	Анализ ситуаций профессиональной деятельности	18		2
<b>ВСЕГО:</b>		<b>38</b>		<b>6</b>

### 7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

#### Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
<b>5 семестр</b>			
1	Аудиторная активность: посещение лекций, лабораторных занятий, прохождение текущего контроля	30	4 балла за посещение каждого лекционного занятия (17 лекционных занятий в семестре, максимум 68 баллов); 3 балла за посещение каждого лабораторного занятия (8 лаб. занятий в семестре, максимум 24 балла); 4 балла за прохождение текущего контроля (2 текущих контроля в семестре, максимум 8 баллов).
2	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	30	15 баллов за ответы на теоретические вопросы по теме лаб. работы (2 темы лаб. работ, максимум 30 баллов); 20 баллов за каждый качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 40 баллов; 15 баллов за защиту отчета по лабораторной работе, максимум 30 баллов.

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
3	Сдача зачета	40	Ответ на теоретический вопрос (полнота и качество ответа, владение терминологией) – максимум 50 баллов; выполнение практического задания (1 задание) – максимум 50 баллов.
<b>Итого (%):</b>		100	

6 семестр			
1	Аудиторная активность: посещение лекций, лабораторных занятий, прохождение текущего контроля	30	1 балл за посещение каждой лекции (17 лекционных занятий в семестре, максимум 17 баллов); 2 балла за посещение каждого лабораторного занятия (34 лаб. занятия в семестре, максимум 68 баллов); 5 баллов за каждый текущий контроль (3 текущих контроля в семестре, максимум 15 баллов).
2	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	30	6 баллов за ответы на теоретические вопросы по теме лаб. работы (5 тем лаб. работ), максимум 30 баллов; 8 баллов за каждый качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 40 баллов; 6 баллов за защиту отчета по лабораторной работе, максимум 30 баллов.
3	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.
<b>Итого (%):</b>		100	

7 семестр			
1	Аудиторная активность: посещение лекций, практических занятий, прохождение текущего контроля	20	5 баллов за каждую лекцию (8 лекций в семестре, максимум 40 баллов); 5 баллов за каждое практическое занятие (8 практ. занятий в семестре, максимум 40 баллов); 10 баллов за текущий контроль (2 текущих контроля в семестре, максимум 20 баллов).
2	Решение задач на практических занятиях	20	10 баллов за выполненную в срок работу (4 темы занятий), максимум 40 баллов; 8 баллов за отличную подготовку к работе и ее выполнение, максимум 32 балла; 7 баллов за качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 28 баллов.
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.

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
<b>Итого (%):</b>		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	3 (удовлетворительно)	
40 – 50		
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
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 литература и другие информационные источники

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. Практические занятия [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Мазин Л.С., Марковец А.В., Мартынич К.И., Бабкина Н.М. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 24 с.— Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_ext\\_inf\\_publish.php?id=2019146](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019146)
2. 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](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2007), по паролю.
3. 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](http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1336), 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 (<http://www.iprbookshop.ru>).
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>.
3. Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД <http://library.sutd.ru>.
4. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru>
5. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: [http://sutd.ru/studentam/extramural\\_student/](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 Acdmс
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. Лаборатория лифтового оборудования, оборудованная лабораторными стендами («Кабина лифта», «Лифтовая лебедка», «Система управления лифта», «Ловители», «Двери кабины и шахты лифта»).
3. 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.
4. 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 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"><li>• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;</li><li>• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li></ul>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии</li> </ul>
Практические занятия	<p>На практических занятиях (семинарах) разъясняются теоретические положения курса, 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; навыками работы в малых группах; развивают организаторские способности по подготовке коллективных проектов.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работа с конспектом лекций;</li> <li>• подготовка ответов к контрольным вопросам.</li> <li>• просмотр рекомендуемой литературы.</li> </ul>
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 зачетам и экзамену. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством (при участии) преподавателя.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению самостоятельной работы, курсовой работы.</p> <p>При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

## 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-5 / второй	Формулирует основные принципы разработки конструкций динамически нагруженных систем лифтов и эскалаторов.	Вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования (45 вопросов)

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	Решает вопросы выбора конструкций узлов и механизмов с учетом динамических нагрузок.	Практическое задание	Перечень практических заданий (15 вариантов)
	Выполняет математическое моделирование и расчет динамических характеристик узлов и механизмов лифтов и эскалаторов.		Практическое задание к курсовой работе (15 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 - 100	5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.	Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов курсовой работы полностью соответствует всем требованиям.
75 – 85	4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный.	Все заданные вопросы освещены в необходимой полноте и с требуемым качеством. Ошибки отсутствуют. Курсовая работа выполнена в достаточном объеме, но ограничивается только основными рекомендованными источниками информации.
61 – 74		Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	Курсовая работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы.
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.	Курсовая работа выполнена полностью, но есть отдельные существенные ошибки, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
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.	Курсовая работа выполнена полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления или сроки представления работы.
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 курсовой работы, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы.

1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины.	Содержание работы полностью не соответствует заданию.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	Представление чужой курсовой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.
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	№ темы
1	Математическая модель жесткого ротора на упругих опорах.	1,2
2	Самолетные Эйлеровы углы.	2
3	Общие понятия о балансировке роторов.	3
4	Балансировка ротора, начальный и остаточный дисбаланс. Допустимый дисбаланс. Понятие жесткого и гибкого ротора.	3
5	Статическая балансировка роторов.	4
6	Динамическая балансировка роторов.	4
7	Суть метода гармонического баланса.	5
8	Типы неуравновешенности вращающегося ротора.	4
9	Определение дисбаланса и момента дисбаланса ротора.	4
10	Нормы и стандарты на балансировку роторов.	3
11	Возможные типы неуравновешенности жестких роторов.	3,4
12	Пружинные одномассовые инерционные динамические гасители.	11
13	Катковые гасители колебаний.	12
14	Катковые динамические гасители.	12
15	Принципы динамического гашения колебаний.	10
16	Маятниковые динамические гасители.	13
17	Поглотители колебаний с вязким трением.	14
18	Конструкции поглотителей колебаний.	14
19	Поглотители колебаний.	14
20	Статический расчет подвеса оборудования.	16
21	Защита оборудования от кинематических внешних воздействий.	17,16
22	Защита оборудования от силовых внешних воздействий.	17,16
23	Снижение виброактивности механизмов с помощью разгружающих устройств.	8
24	Динамический расчет систем виброизоляции (на примере систем с одной степенью свободы) при силовом внешнем воздействии.	17
25	Динамический расчет систем виброизоляции (на примере системы с одной степенью свободы) при кинематическом внешнем воздействии.	17
26	Коэффициенты виброизоляции и динамичности в задачах виброзащиты при кинематическом и силовом внешнем воздействии.	17

№ п/п	Формулировка вопросов к зачету 5 семестр	№ темы
1	Конструктивные схемы механизмов машин.	1
2	Цели динамических исследований и разработка динамических моделей.	2, 3
3	Динамические модели кривошипно-ползунного механизма в зависимости от целей исследования.	4, 5, 6, 7
4	Математические модели кривошипно-ползунного механизма, соответствующие динамическим моделям.	8, 9
5	Динамическая модель приемно-намоточного механизма с маятниковым (рычажным) подвесом бобинодержателя с патроном и паковкой фрикционного типа.	10
6	Динамическая и математическая модели подвеса.	10
7	Динамическая и математическая модели оси бобинодержателя.	11
8	Динамическая и математическая модели бобинодержателя с патроном и паковкой.	12
9	Аналитическое выражение сил контактного взаимодействия паковки с фрикционным цилиндром.	12
№ п/п	Формулировка вопросов к зачету 7 семестр	№ темы
1	Упругие муфты, применяемые в лифтах и эскалаторах и их механические характеристики	32
2	Использование упругих муфт в одномассовых системах	33
3	Динамическая модель двухмассовой системы с упругой муфтой	34
4	Математическая модель двухмассовой системы с упругой муфтой	35
5	Двухмассовые системы с электроприводом	34
6	Влияние упругих звеньев привода на динамику системы	35
7	Динамические и характеристики лифта и эскалатора при ударных воздействиях	19, 36
8	Предельные возможности в задачах виброзащиты при ударных внешних воздействиях	29
9	Защита человека-оператора от шумовых внешних воздействий	37
10	Шум и методы борьбы с ними	38

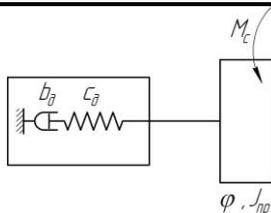
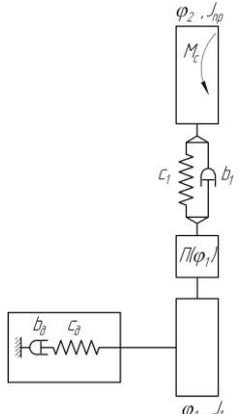
**Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

Не предусмотрены.

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

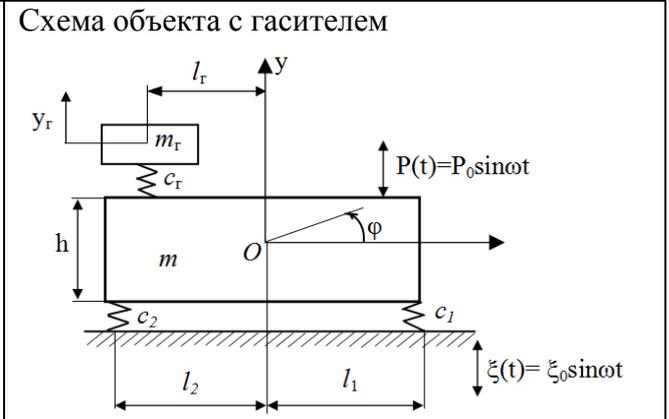
Не предусмотрены.

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

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	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	
2	<p>Задана динамическая модель механической системы. Требуется получить математическую модель. (5 вариантов динамической модели). Пример: Получить математическую модель, соответствующую заданной динамической модели.</p> 	$J_1 \ddot{\varphi}_1 = M_d + c_1 (\varphi_2 - \Pi(\varphi_1)) + b_2 (\dot{\varphi}_2 - \Pi'(\varphi_1) \dot{\varphi}_1)$ $J_{np} \ddot{\varphi}_2 = M_c - c_1 (\varphi_2 - \Pi(\varphi_1)) - b_2 (\dot{\varphi}_2 - \Pi'(\varphi_1) \dot{\varphi}_1)$

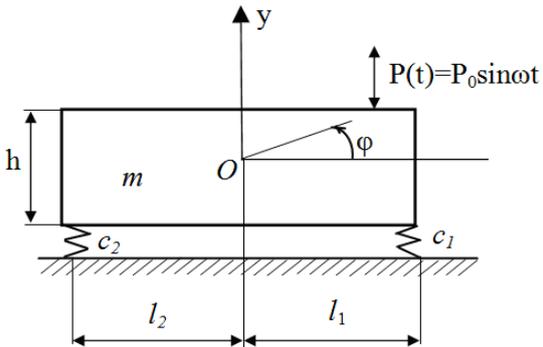
3	<p>Задана математическая модель механической системы в виде системы дифференциальных уравнений. Выполнить ее частотный и модальный анализ. (5 вариантов математической модели). Пример: Задана система дифференциальных уравнений математической модели в виде</p> $0.16\ddot{x}_1 + 0.15\ddot{x}_2 + 2120.6x_1 = -5 - 10\cos\omega t$ $0.15\ddot{x}_1 + 0.30\ddot{x}_2 + 4117.6x_2 = -10 - 20\cos\omega t$	$k_1 = 89.47 \text{ c}^{-1}$ $k_2 = 206.83 \text{ c}^{-1}$ $\beta_1 = 0.7$ $\beta_2 = -0.7$
---	---	---

4 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 ( $\varphi$ ) перемещениями.  
Требуется: выполнить гашение колебаний на выбранной частоте с использованием одномассового инерционного динамического гасителя, выполнить статический расчет системы виброизоляции и выравнивание объекта.

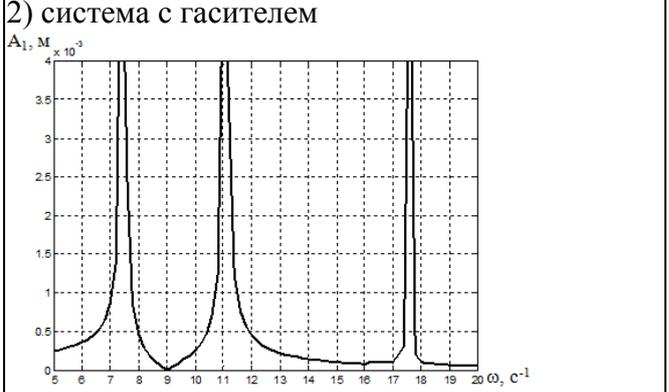
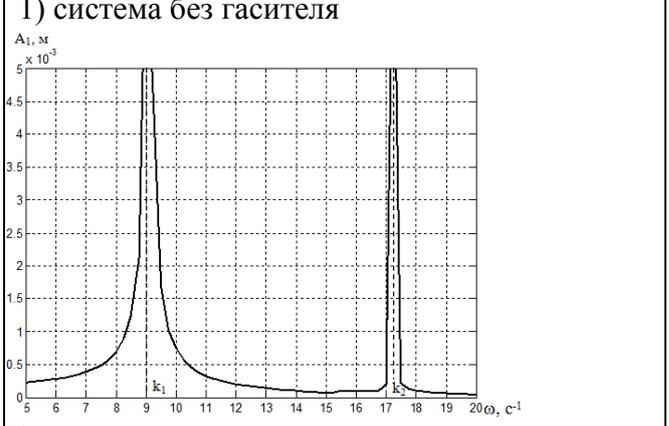


Математическая модель

$$\begin{cases} \ddot{y} + \frac{c_1 + c_2 + c_\varepsilon}{m} y + \frac{c_2 l_2 - c_1 l_1 + c_\varepsilon l_\varepsilon}{m} \varphi - \frac{c_\varepsilon}{m} y_\varepsilon = \frac{P_0}{m} \sin \omega t, \\ \ddot{\varphi} + \frac{c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2 + c_\varepsilon l_\varepsilon^2}{I} \varphi + \frac{c_2 l_2 - c_1 l_1 + c_\varepsilon l_\varepsilon}{I} y - \frac{c_\varepsilon l_\varepsilon}{I} y_\varepsilon = 0, \\ \ddot{y}_\varepsilon + \frac{c_\varepsilon}{m_\varepsilon} y_\varepsilon - \frac{c_\varepsilon}{m_\varepsilon} y - \frac{c_\varepsilon l_\varepsilon}{m_\varepsilon} \varphi = 0. \end{cases}$$



Амплитудно-частотные характеристики



Уравнения статического равновесия

		$\begin{cases} R_1 + R_2 - P = 0, \\ R_1 l_1 - R_2 l_2 = 0. \end{cases}$ $R_1 = c_1 \Delta_1, R_2 = c_2 \Delta_2,$ $\Delta_1 = y - l_1 \varphi, \Delta_2 = y + l_2 \varphi$ <p>Выравнивание объекта</p>
--	--	---

**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.