

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказ ректора  
от «08» мая 2020 г. № 266-1

**Б1.В.05 Механика и теория колебаний**  
рабочая программа дисциплины

Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность  
Профиль подготовки – Безопасность технологических процессов и производств  
Программа подготовки – академический бакалавриат  
Квалификация выпускника – бакалавр  
Форма обучения – очная  
Нормативный срок обучения – 4 года  
Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 4  
Часов по учебному плану (УП) – 144

Формы промежуточной аттестации в семестре:  
экзамен б, курсовая работа б

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	6	Итого
Число недель в семестре	18	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в форме ПП*</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
– лекции	18	18
– практические (семинарские)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИРГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИРГУПС Трофимов Ю.А.  
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00  
Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 марта 2016 г. № 246, и на основании учебного плана по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль «Безопасность технологических процессов и производств», утвержденного Учёным советом ИрГУПС от 30.04.2020 г. протокол № 10.

Программу составил:  
ст. преподаватель М. А. Дудаев

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение».

Протокол от «22» апреля 2020 г. № 12  
Зав. кафедрой, к.ф.-м.н., доцент

С.В. Пахомов

Согласовано  
Кафедра «Техносферная безопасность»  
Протокол от «12» мая 2020 г. № 12  
Зав. кафедрой, д.т.н., профессор

Е.А. Руш

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цель освоения дисциплины</b>	
1	получение общих знаний о механическом движении материальных тел и закономерностях колебательных процессов механических систем
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины</b>	
1	изучение основных законов, методов, принципов и уравнений движений механических систем;
2	развитие навыков качественного описания и анализа колебательных процессов механических систем;
3	получение основ знаний о способах и методах виброзащиты машин, приборов, оборудования и человека
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;	
– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;	
– популяризация научных знаний среди обучающихся;	
– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;	
– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;	
– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудоового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологии профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.Б.04 «Высшая математика»
2	Б1.Б.13 «Механика»
3	Б1.Б.22 «Материаловедение и технология конструкционных материалов»
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.В.09 «Расчет и проектирование систем безопасности труда»
2	Б1.В.ДВ.03.01 «Основы проектирования специальных технических средств по охране труда»
3	Б1.Б.23 «Путь, железнодорожные станции и узлы»
4	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

### 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**ПК-22 Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач**

#### Минимальный уровень освоения компетенции

Знать	основные законы механики
Уметь	выполнять расчеты механических систем при статическом и динамическом действии
Владеть	навыками решения общих задач в области профессиональной деятельности

#### Базовый уровень освоения компетенции

Знать	основы теории колебаний
Уметь	выполнять расчеты параметров движения механических систем
Владеть	методами выполнения инженерных расчетов по теории колебаний при решении профессиональных задач

#### Высокий уровень освоения компетенции

Знать	уравнения и основные свойства свободных и вынужденных колебаний механических систем
Уметь	составлять и решать уравнения движения механических систем при решении профессиональных задач
Владеть	средствами исследования свободных и вынужденных колебаний механических систем с одной и двумя степенями свободы

#### ОК-8 Способность работать самостоятельно

#### Минимальный уровень освоения компетенции

Знать	содержание процессов самообразования
Уметь	ставить цели и планировать процесс самостоятельной работы
Владеть	навыками постановки цели и планирования процесса самостоятельной работы

#### Базовый уровень освоения компетенции

Знать	особенности и технологии реализации процессов самообразования
Уметь	самостоятельно прорабатывать теоретический материал дисциплины
Владеть	навыками самостоятельной проработки теоретического материала дисциплины

#### Высокий уровень освоения компетенции

Знать	особенности и технологии реализации процессов самообразования, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности
Уметь	самостоятельно решать стандартные задачи механики и теории колебаний
Владеть	навыками самостоятельного решения стандартных задач механики и теории колебаний

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	Законы механики.
2	Дифференциальные уравнения материальной точки, механической системы и твердого тела
3	Уравнения и основные свойства свободных и вынужденных колебаний механических систем
<b>Уметь</b>	
1	Составлять и интегрировать дифференциальные уравнения движения материальной точки при различных видах сил
2	Применять основные зависимости механики для решения задач о движении механических систем
3	Определять основные характеристики свободных и вынужденных колебаний механических систем
<b>Владеть</b>	
1	Методами составления и интегрирования дифференциальных уравнений движения материальной точки и твердого тела при различных видах сил.
2	Средствами исследования свободных и вынужденных колебаний механических систем с одной и двумя степенями свободы
3	Способами виброзащиты машин, приборов, оборудования и человека

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Динамика</b>				
1.1	Динамика материальной точки /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
1.2	Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки, находящейся под действием сил /пр/	6	4	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
1.3	Динамика материальной точки /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
1.4	Твердое тело /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
1.5	Моменты инерции твердого тела /пр/	6	4	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
1.6	Моменты инерции твердого тела /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
1.7	Динамика твердого тела /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
	Применение теоремы о движении центра масс твердого тела /пр/		4	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
1.6	Динамика твердого тела /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.2, Л2.1
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Теория колебаний</b>				
2.1	Свободные колебания систем с одной степенью свободы без демпфирования /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.2	Определение податливости и жесткости составных систем с одной степенью свободы методом Мора-Верещагина /пр/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.3	Определение собственных частот колебаний составных систем с одной степенью свободы /пр/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.4	Свободные колебания систем с одной степенью свободы без демпфирования /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.5	Свободные колебания систем с многими степенями свободы без демпфирования /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.6	Определение матриц податливости и жесткости составных систем с многими степенями свободы методом Мора-Верещагина /пр/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.7	Определение собственных частот и собственных форм колебаний систем с многими степенями свободы /пр/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.8	Свободные колебания систем с многими степенями свободы без демпфирования /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.9	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без демпфирования /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.10	Построение амплитудно-частотных характеристик систем с одной степенью свободы /пр/	6	4	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.11	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без демпфирования /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.12	Вынужденные колебания систем с многими степенями свободы без демпфирования /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1

2.13	Построение амплитудно-частотных характеристик систем с многими степенями свободы в главных координатах /пр/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.14	Построение амплитудно-частотных характеристик систем с многими степенями свободы в исходных координатах /пр/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.15	Вынужденные колебания систем с многими степенями свободы без демпфирования /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.16	Свободные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.17	Определение параметров колебательной системы по экспериментальной диаграмме движения /пр/	6	4	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.18	Свободные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.19	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием /лек/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.20	Построение амплитудно-частотных характеристик систем с одной степенью свободы с демпфированием /пр/	6	4	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
2.21	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием /ср/	6	2	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
	Выполнение курсовой работы /ср/	6	36	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1
	Форма промежуточной аттестации - экзамен	6	36	ОК-8, ПК-22	Л1.1, Л1.3, Л2.2, Л3.1

### **5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

### **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **6.1 Учебная литература**

##### **6.1.1 Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Яблонский А.А., Никифорова В.М.	Курс теоретической механики: Динамика / учеб. пособие для вузов	М. : Интеграл-Пресс, 2007	194
Л1.2	Яблонский А. А.	Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. Учебное пособие	Интеграл- Пресс, 2008г.	266
Л1.3	Яблонский А.А., Норейко С.С	Курс теории колебаний. Учебное пособие	Лань, 2003г.	13

##### **6.1.2 Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Под ред. Дрожжина В.В.	Сборник заданий по теоретической механике. Динамика. Учебное пособие	- СПб. : Лань, 2012	298
Л2.2	Тимошенко С. П.,	Колебания в инженерном деле	М.:	2

	Янг Д. Х., Уивер У.		Машиностроение, 1985	
<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Милованов А.И	Основы теории колебаний в инженерном деле. Учебное пособие	Изд-во ИрГУПС	162
<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Дрожжин В.В.	Сборник заданий по теоретической механике. Динамика. Учебное пособие	Лань, 2012г.	210
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>			
<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a> ; Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a> ; Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License			
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
6.3.2.1	MathCAD_student 15.0, Academic_License, Customer Number 434692, Контракт № 0334100010012000148-0000756-01 от 03.12.2012г., обновление лицензии от 29.08.2016			
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.3.1	Не предусмотрен			

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
7.1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
7.3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507
7.4	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекционное занятие представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем- лектором учебного материала, как правило, теоретического характера. Содержание лекционного материала соответствует структуре рабочей программы. Основное внимание на лекциях по механике и теории колебаний уделяется формулированию законов, общих теорем динамики, положений и принципов аналитической механики, методам описания движения механических систем, изучению свободных и вынужденных колебаний механических систем с одной и двумя степенями свободы. Написание конспекта лекций обучающимися должно быть: кратко, схематично, последовательно и должно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие по механике и теории колебаний - это вид занятий с группой обучающихся с целью закрепления теоретических знаний и применению их для решения практических задач. Содержание практических занятий должно соответствовать структуре рабочей программы. Основными этапами практического занятия являются: проверка знаний теоретического материала, обучение методам и методикам решения задач по механике и теории колебаний, проведение анализа решения, самостоятельное решение заданий. Преподавателем целесообразно давать оценки усвояемости материала обучающимися. Приветствуется активное обсуждение результатов решения, применимости тех или иных теоретических положений для решения практических задач</p>
Выполнение курсовой работы	<p>Курсовая работа представляет собой самостоятельное научное исследование обучающихся по теории колебаний. Цель написания курсовой работы - это закрепление обучающимися знаний, полученных в ходе учебного процесса по пройденной дисциплине. Курсовая работа должна быть выполненной на достаточном теоретическом уровне и основываться на результатах самостоятельного исследования. Курсовая работа по теории колебаний выполняется из сборника заданий Л1.3. Это задание Д24 «Исследование свободных колебаний механической системы с двумя степенями свободы». Оформление курсовой работы осуществляется в соответствии с Положением «Требования к оформлению текстовой и графической документации «Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции</p>
Самостоятельная работа	<p>При проработке лекционного материала необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе; проверить термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p> <p>При подготовке к практическому занятию необходимо: изучить конспект лекций и рекомендованную литературу по данной теме; изучить материалы практического занятия по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам; подготовиться к ответу на контрольные вопросы; при выполнении домашних заданий внимательно разобрать решения типовых заданий, выполняемых в аудитории.</p> <p>При подготовке к докладу по теме необходимо тщательно изучить материал, составить план доклада, подготовить презентацию</p>
Экзамен	<p>Экзамен - форма промежуточной аттестации студентов, которая представляет собой проверку знаний, умений и навыков обучающихся, полученных в процессе изучения дисциплины «Механика и теория колебаний», а также установление уровня освоения компетенций Федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность». Экзамен по дисциплине «Механика и теория колебаний» представляет собой ответы обучающихся на вопросы и решение задачи. В билете сформулированы два теоретических вопроса, на которые надо ответить, и предложена одна задача, которую необходимо решить в отведенное время</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	



*Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.В.05 Механика и теория колебаний*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Б1.В.05 Механика и теория колебаний**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

Дисциплина «Механика и теория колебаний» участвует в формировании компетенций:

**ПК-22** Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач;

**ОК-8** Способность работать самостоятельно.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций  
ПК-22 и ОК-8 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этап формирования комп.
1	2	3	4	5
ПК-22	Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	Б1.Б.04 Высшая математика	1,2	1,2
		Б1.Б.11 Начертательная геометрия	1	1
		Б1.Б.12 Инженерная графика	2	2
		Б1.Б.09 Экономика	4	3
		Б1.Б.15 Теплофизика	4	3
		БЗ.В.03 Гидрогазодинамика	4	3
		Б2.В.02 (Н) Производственная-научно- исследовательская работа	4	3
		Б1.Б.16 Электроника и электротехника	4,5	3,4
		Б1.В.ДВ.08.01 Экономика безопасности труда	5	4
		Б1.В.ДВ.08.02 Экономика предприятий железнодорожной отрасли	5	4
		Б1.В.05 Механика и теория колебаний	6	5
		Б1.В.ДВ.05.01 Организация и планирование производства	6	5
		Б1.В.ДВ.05.02 Организация производственной деятельности по охране труда	6	5
		БЗ.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.	8	6
ОК-8	Способность работать самостоятельно	Б1.Б.04 Высшая математика	1,2	1, 2
		Б1.Б.06 Информатика	1	1
		ФТД.01 Информационные технологии в сфере безопасности	2	2
		Б1.Б.05 Физика	2,3	2,3
		ФТД.02 Методы научных исследований	4	4
		Б1.Б.13 Теплофизика	4	4
		Б1.В.02 Экология	4	4
		Б1.В.05 Механика и теория колебаний	6	5
БЗ.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.	8	6		

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПК-22, ОК-8  
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов/тем дисциплины	Уровни освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-22	Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	<b>Раздел 1.</b> Динамика <b>Раздел 2.</b> Теория колебаний	Минимальный уровень	Знать: основные законы механики
				Уметь: выполнять расчеты механических систем при статическом и динамическом действии нагрузок
				Владеть: навыками решения общих задач в области профессиональной деятельности
			Базовый уровень	Знать: основы теории колебаний
				Уметь: выполнять расчеты параметров движения механических систем
				Владеть: методами выполнения инженерных расчетов по теории колебаний при решении профессиональных задач
			Высокий уровень	Знать: уравнения и основные свойства свободных и вынужденных колебаний механических систем
				Уметь: составлять и решать уравнения движения механических систем при решении профессиональных задач
				Владеть: средствами исследования свободных и вынужденных колебаний механических систем с одной и двумя степенями свободы
ОК-8	Способность работать самостоятельно	<b>Раздел 1.</b> Динамика <b>Раздел 2.</b> Теория колебаний	Минимальный уровень	Знать: содержание процессов самообразования
				Уметь: ставить цели и планировать процесс самостоятельной работы
				Владеть: навыками постановки цели и планирования процесса самостоятельной работы
			Базовый уровень	Знать: особенности и технологии реализации процессов самообразования
				Уметь: самостоятельно прорабатывать теоретический материал дисциплины
				Владеть: навыками самостоятельной проработки теоретического материала дисциплины
			Высокий уровень	Знать: особенности и технологии реализации процессов самообразования, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности
				Уметь: самостоятельно решать стандартные задачи механики и теории колебаний
				Владеть: навыками самостоятельного решения стандартных задач механики и теории колебаний

**Программа контрольно-оценочных мероприятий  
за период изучения дисциплины «Механика и теория колебаний»**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)	
<b>6 семестр</b>					
1	2	Текущий контроль	Тема: «Динамика материальной точки»	ОК-8 ПК-22	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) (письменно)
2	6	Текущий контроль	Тема: «Динамика твердого тела»	ОК-8 ПК-22	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) (письменно)
3	9	Текущий контроль	Тема: «Определение матриц податливости и жесткости составных систем»	ОК-8 ПК-22	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) (письменно). Тестирование (компьютерные технологии)
4	10	Текущий контроль	Тема: «Определение собственных частот и собственных форм колебаний систем с многими степенями свободы»	ОК-8 ПК-22	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) (письменно)
5	12	Текущий контроль	Тема: «Построение амплитудно-частотных характеристик систем с многими степенями свободы»	ОК-8 ПК-22	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) (письменно)
6	4-16	Текущий контроль	Тема: «Анализ частотного отклика систем с многими степенями свободы»	ОК-8 ПК-22	Курсовая работа (письменно, устно)
7	19	Форма промежуточной аттестации – экзамен	Раздел 1. Динамика Раздел 2. Теория колебаний	ОК-8 ПК-22	Собеседование (письменно, устно). Тестирование (компьютерные технологии)

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

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Перечень оценочных средств сформированности компетенций представлен в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
1	Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплекты индивидуальных домашних заданий по темам дисциплины
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

		Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
3	Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Тема типовой групповой работы и типовое задание на курсовую работу
<b>Промежуточный контроль успеваемости</b>			
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к экзамену

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

### Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Индивидуальное домашнее задание

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	Обучающийся не полностью выполнил задания работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

#### Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются существенные отклонения от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много

	грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы
--	--

## Тестирование

### Критерии и шкала оценивания текущего контроля

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

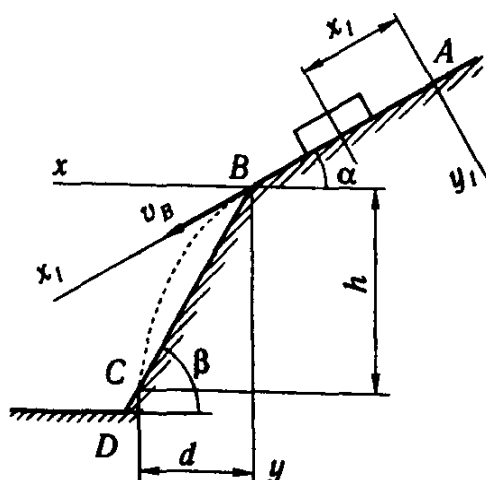
## 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 3.1 Типовые индивидуальные домашние задания

Ниже приведены образцы типовых вариантов индивидуальных домашних заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания по теме «Динамика материальной точки»

Тело движется из точки  $A$  по участку  $AB$  (длиной  $l$ ) наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом, в течение  $\tau$  с. Его начальная скорость  $v_a$ . Коэффициент трения скольжения тела по плоскости равен  $f$ . В точке  $B$  тело покидает плоскость со скоростью  $v_b$  и попадает со скоростью  $v_c$  в точку  $C$  плоскости  $BD$ , наклоненной под углом  $\beta$  к горизонту, находясь в воздухе  $T$  с. При решении задачи тело принять за материальную точку; сопротивление воздуха не учитывать. Дано:  $\alpha = 30^\circ$ ;  $v_a = 0$ ;  $f = 0,2$ ;  $l = 10$  м;  $\beta = 60^\circ$ . Определить  $\tau$  и  $h$ .



Образец типового варианта индивидуального домашнего задания по теме «Динамика твердого тела»

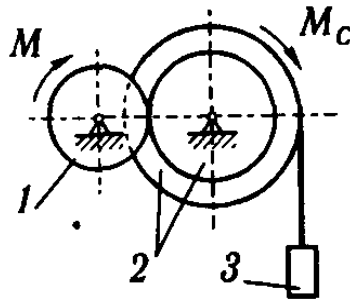
Механическая система состоит из механизма (колес 1 и 2) и груза 3. К колесу 1 приложена пара сил с моментом  $M = M(t)$  (движущий омент) или движущая сила  $P = P(t)$ .

Время  $t$  отсчитывается от некоторого момента ( $t = 0$ ), когда  $\varphi_0 = 0$ , а угловая скорость колеса 1 равна  $\omega_{10}$ . Момент сил сопротивления ведомого колеса 2 равен  $M_c$ . Другие силы сопротивления движению системы не учитывать. Массы колес 1 и 2 равны  $m_1$  и  $m_2$ , а масса груза 3 –  $m_3$ . Радиусы больших и малых окружностей колес  $R_1, r_1, R_2, r_2$ .

$m_1$ , кг	$m_2$ , кг	$m_3$ , кг	$R_1$ , см	$R_2$ , см	$r_2$ , см	$i_{x2}$ , см	$M$ , Нм	$M_c$ , Нм	$\omega_{10}$ , с <sup>-1</sup>	$t_1$ , с	Тело, для которого определяется уравнение движения
100	300	500	20	60	40	50	$2100+20t$	1000	2	2	1

Найти уравнение движения тела системы, указанного в задании.

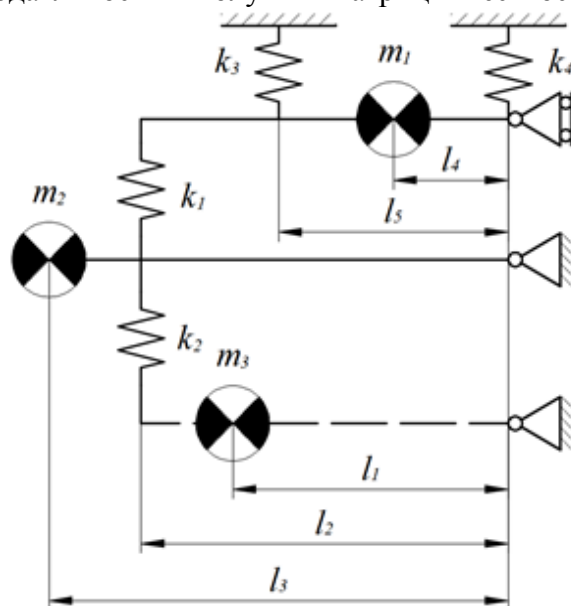
Определить также натяжение нитей в заданный момент времени, а в вариантах, где имеется соприкосновение колес 1 и 2, найти, кроме того, окружное усилие в точке их касания. Колеса 1 и 2, для которых радиусы инерции  $i_{x1}$  и  $i_{x2}$  не заданы, считать сплошными однородными дисками.



Образец типового варианта индивидуального домашнего задания по теме «Определение матриц податливости и жесткости составных систем»

Для упругой системы, показанной на рисунке, требуется:

- 1) Разработать вспомогательные системы;
- 2) Определить реакции опор и усилия в пружинах во вспомогательных системах;
- 3) Определить перемещения вдоль степеней свободы (податливости);
- 4) Составить матрицы податливости и получить матрицы жесткости.



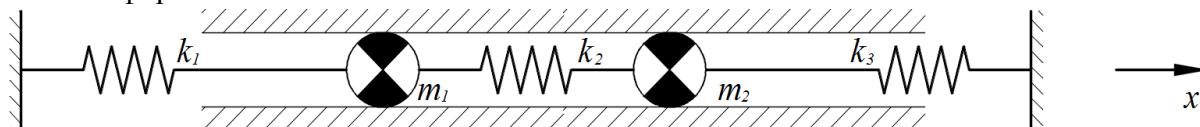
Параметры упругой системы представлены в таблице.



	1	2	3	4	5
$l, \text{ м}$	0,6	0,8	1,0	0,25	0,5
$k, \times 10^3 \text{ Н/м}$	1000	350	350	500	–

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания по теме «Определение собственных частот и собственных форм колебаний систем с многими степенями свободы»

Для упругой системы, показанной на рисунке, требуется определить собственные частоты и формы колебаний.

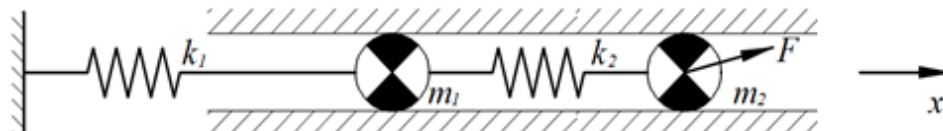


Жесткости пружин  $k_1 = 2000 \text{ Н/м}$ ,  $k_2 = 4000 \text{ Н/м}$ ,  $k_3 = 7000 \text{ Н/м}$ ; массы грузов  $m_1 = 0,8 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 1,2 \text{ кг}$ .

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания по теме «Построение амплитудно-частотных характеристик систем с многими степенями свободы»

Для упругой системы, показанной на рисунке, требуется:

- 1) составить матрицы податливости, жесткости и масс;
- 2) определить собственные частоты и формы колебаний;
- 3) определить главные матрицы жесткости и масс;
- 4) построить амплитудно-частотные характеристики перемещений в главных координатах;
- 5) построить амплитудно-частотные характеристики перемещений в исходных координатах



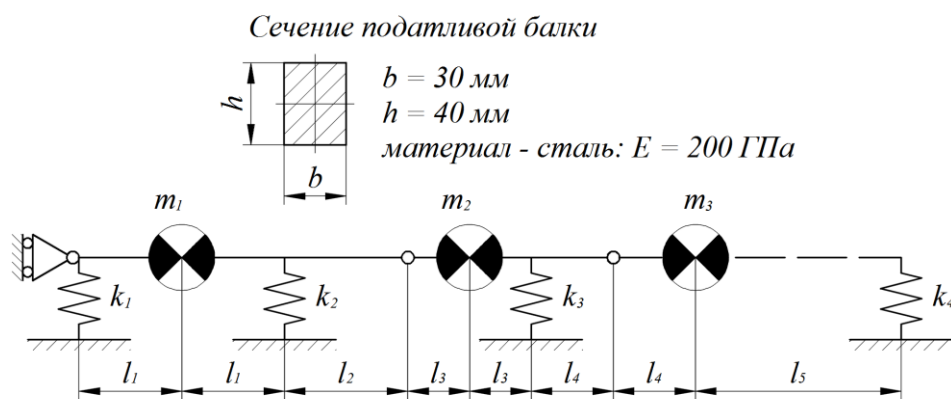
Жесткости пружин  $k_1 = 16000 \text{ Н/м}$ ,  $k_2 = 25000 \text{ Н/м}$ ,  $k_3 = 80000 \text{ Н/м}$  массы грузов  $m_1 = 0,5 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 0,8 \text{ кг}$ , величина силы  $F = 150 \text{ Н}$ .

### 3.2 Типовое задание на курсовую работу

Тема работы: «Анализ частотного отклика и построение амплитудно-частотных характеристик систем с многими степенями свободы»

Для упругой системы, показанной на рисунке, требуется:

1. Составить матрицы податливости, жесткости и инерции в системе координат, связанной со степенями свободы.
2. Определить собственные частоты и формы колебаний системы без учета демпфирования.
3. Построить амплитудно-частотные характеристики без учета влияния демпфирования при единичном силовом (моментном) возбуждении **1-й** степени свободы.
4. Получить матрицы жесткости, инерции и демпфирования в главных координатах.
5. Построить амплитудно-частотные характеристики с учетом влияния демпфирования при единичном силовом (моментном) возбуждении **3-й** степени свободы.
6. Построить амплитудно-частотные характеристики с учетом влияния демпфирования при центробежном силовом возбуждении **2-й** степени свободы, вызванном неуравновешенностью массы.



**Примечание:** податливая балка на рисунке показана пунктиром. Балку, показанную сплошной линией, считать абсолютно жесткой.

Параметры упругой системы представлены в таблице.

	1	2	3	4	5	6	7	8
$l, \text{ м}$	0,25	0,3	0,15	0,2	0,5	–	–	–
$m, \text{ кг (I, кг·м}^2\text{)}$	28,0	21,0	34,0	–	–	–	–	–
$k, \times 10^3 \text{ Н/м}$	300	300	250	600	–	–	–	–

Коэффициенты демпфирования относительно критического значения на двух низших частотах:  $\gamma_I = 3,5\%$ ,  $\gamma_{II} = 4,2\%$ .

Величина радиального эксцентриситета неуравновешенной массы  $e = 0,17 \text{ мм}$ .

### 3.3 Перечень вопросов к защите курсовой работы

- 1) Дайте определение обобщенных координат.
- 2) Как определяется обобщенная сила?
- 3) Запишите уравнение Лагранжа 2-го рода.
- 4) Запишите уравнение Лагранжа 2-го рода в случае потенциальных сил.
- 5) Чему равно число степеней свободы механической системы?
- 6) Запишите общее выражение для кинетической энергии механической системы с двумя степенями свободы.
- 7) Запишите общее выражение для потенциальной энергии механической системы с двумя степенями свободы.
- 8) Как классифицируются колебания механических систем по видам сил?
- 9) От чего зависит частота и период свободных незатухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 10) По какой формуле определяется амплитуда свободных незатухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 11) Каковы основные характеристики свободных незатухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 12) Как определяется начальная фаза свободных незатухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 13) Какой вид имеет фазовая траектория свободных незатухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 14) Запишите дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы.
- 15) Запишите в амплитудной форме решение дифференциального уравнения свободных затухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы.
- 16) Как определяется частота и период свободных затухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?

- 17) По какой формуле определяется начальная амплитуда свободных затухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 18) По какой формуле определяется начальная фаза свободных затухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 19) Изобразите на рисунке график свободных затухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы.
- 20) Что собой характеризует логарифмический декремент?
- 21) Какой вид имеет фазовая траектория свободных затухающих колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 22) Запишите дифференциальное уравнение вынужденных колебаний механической системы с одной степенью свободы с учетом сопротивления.
- 23) Какой вид имеет общее решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний механической системы с одной степенью свободы с учетом сопротивления?
- 24) По какой формуле определяется амплитуда вынужденных колебаний механической системы с одной степенью свободы с учетом сопротивления?
- 25) Какой случай вынужденных колебаний называется резонансом?
- 26) Как влияет сопротивление пропорциональное скорости на амплитуду вынужденных колебаний механической системы с одной степенью свободы?
- 27) Какой график имеет коэффициент динамичности?
- 28) Запишите дифференциальное уравнение свободных незатухающих колебаний механической системы с двумя степенями свободы.
- 29) Как определяются частоты колебаний свободных незатухающих колебаний механической системы с двумя степенями свободы?
- 30) Какой физический смысл имеют коэффициенты формы свободных незатухающих колебаний механической системы с двумя степенями свободы?

### 3.4 Тестирование по дисциплине

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Механика и теория колебаний»

Компетенция	Тема в соответствии с РПД/РПП (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОК-8. Способность работать самостоятельно	1.0 Раздел 1. Динамика	1. Термины и определения механики	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		2. Самостоятельное выполнение стандартных учебных действий по разделу дисциплины	Умение	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		3. Использование справочного материала	Действие	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
ПК-22. Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и		1. Основные законы механики	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		2. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки	Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ

экономических наук при решении профессиональных задач		3. Определение характеристик инерции твердого тела, применение теоремы о движении центра масс	Действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
ОК-8. Способность работать самостоятельно	2.0 Раздел 2. Теория колебаний	1. Термины и определения теории колебаний	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		2. Самостоятельное выполнение учебных действий по теории колебаний	Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		3. Использование справочного материала по теории колебаний	Действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
ПК-22. Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	2.0 Раздел 2. Теория колебаний	1. Колебания систем с одной степенью свободы	Знание	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		2. Колебания систем с многими степенями свободы	Знание	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		3. Определение собственных частот колебаний	Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		4. Составление матриц податливости и жесткости составных систем	Умение	15 – ОТЗ 15 – ЗТЗ
		5. Определение динамических характеристик колебательных систем	Действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
				120 – ОТЗ 120 – ЗТЗ

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. Раздел механики, исследующий движение тел без учета причин, вызывающих это движение:

- а) статика;                      б) кинематика;                      в) динамика;                      г) теория колебаний

2. В главных координатах система с многими степенями свободы:

- а) распадается на условные системы с многими степенями свободы каждая, не имеющие ни упругого, ни инерционного взаимодействия;  
б) распадается на условные системы с одной степенью свободы каждая, не имеющие только упругого взаимодействия;  
в) распадается на условные системы с одной степенью свободы каждая, не имеющие ни упругого, ни инерционного взаимодействия;  
г) распадается на условные системы с одной степенью свободы каждая, не имеющие только инерционного взаимодействия;

3. Уравнения движения точки имеют вид  $x(t) = 4t^3 + 6t^2 - 5$ ,  $y(t) = 2t^4 - 8t^2 + 18$ . Определите полное ускорение точки в момент времени  $t = 2$  с.

4. При каком условии в системе со слабым демпфированием фазовый угол равен 90 градусов?

- а)  $\omega = 0$ ;                      б)  $\omega = p$ ;                      в)  $\omega = \infty$ ;                      г)  $\omega = p \cdot \frac{\pi}{2}$

5. Какая составляющая ускорения точки характеризует изменение направления скорости?

- а) абсолютное ускорение;  
 б) нормальное ускорение;  
 в) относительное ускорение;  
 г) касательное ускорение;

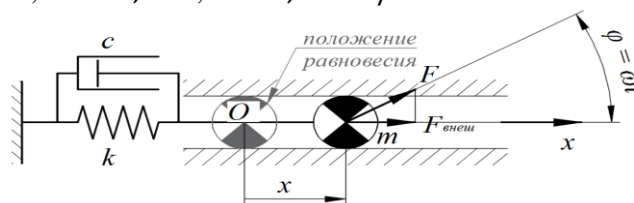
6. При вынужденных колебаниях системы с одной степенью свободы со слабым демпфированием максимальный динамический коэффициент достигается:

- а) раньше резонансного режима;  
 б) в момент резонанса;  
 в) после резонансного режима;  
 г) при максимальной частоте возмущающей силы.

7. Частота колебаний, совершаемых системой после ее однократного принудительного отклонения от состояния равновесия называется:

- а) вынуждающей;    б) собственной;    в) сопровождающей;    г) характеристической

8. Для заданной системы определите динамический коэффициент в резонансном режиме ( $\omega = p$ ).  $k = 3200$  Н/м,  $m = 2,0$  кг,  $c = 6,4$  Н · с/м.



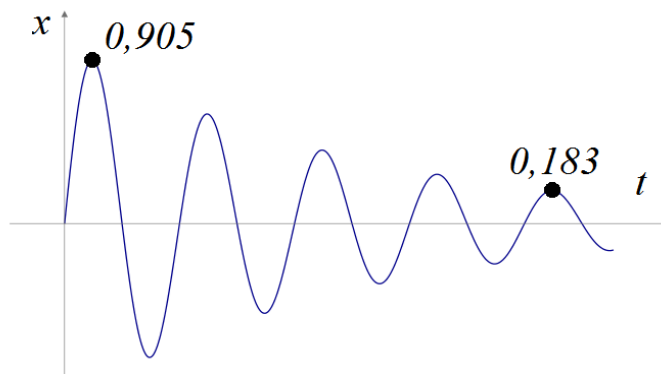
9. Период колебаний в системе с очень слабым демпфированием ( $\gamma \leq 0,2$ ):

- а) меньше периода в аналогичной системе без демпфирования;  
 б) приблизительно равен периоду в аналогичной системе без демпфирования;  
 в) точно равен периоду в аналогичной системе без демпфирования;  
 г) стремится к времени полупериода колебаний.

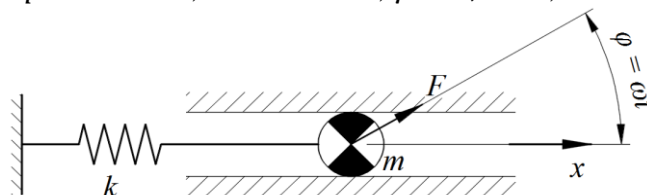
10. Установите соответствие между характеристиками колебаний и определяющими их формулами.

- |                |   |
|----------------|---|
| 1) $p_d$       | а) $\frac{c}{c_{кр}}$                   |
| 2) $K_d$       | б) $-\omega x_A$                        |
| 3) $\gamma$    | в) $\frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{p^2}}$ |
| 4) $\dot{x}_A$ | г) $\sqrt{p^2 - n^2}$                   |

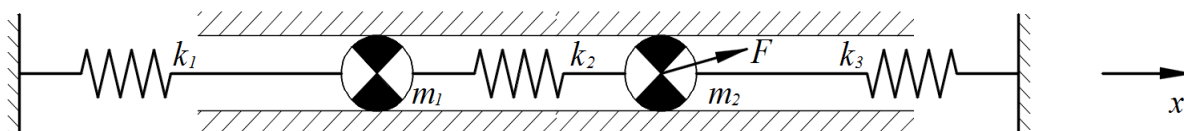
11. Определите логарифмический декремент затухающих колебаний по диаграмме.



12. Для заданной системы определите амплитуду перемещения, если заведомо известны следующие параметры:  $p = 440 \text{ с}^{-1}$ ,  $\omega = 421 \text{ с}^{-1}$ ,  $\gamma = 0,0377$ ,  $k = 4500 \text{ Н/м}$ ,  $F = 2000 \text{ Н}$ .



13. Сколько степеней свободы содержит система, показанной на рисунке?



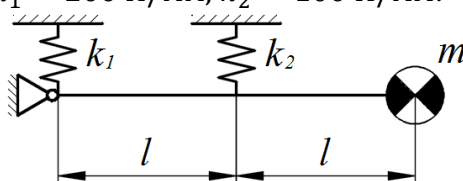
14. Коэффициент податливости системы показывает:

- величину силы, потребной для создания единичного перемещения системы;
- величину перемещения системы от единичного усилия;
- во сколько раз увеличивается действие силы из-за ее периодического приложения;
- величину демпфирования в системе в долях от критического значения;

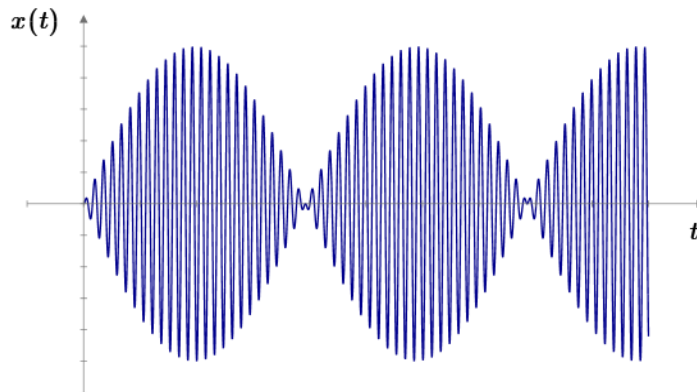
15. Для системы без демпфирования, совершающей свободные колебания, решение уравнений движения может быть взято в виде  $x = A \cdot \sin(pt) + B \cdot \cos(pt)$  или  $x = C \cdot \cos(pt + D)$ . Установите соответствие между постоянными A, B, C, D и определяющими их формулами.

- |      |  |
|------|--|
| 1) A | а) $\text{arctg}\left(\frac{\dot{x}_0}{px_0}\right)$   |
| 2) B | б) $\sqrt{x_0^2 + \left(\frac{\dot{x}_0}{p}\right)^2}$ |
| 3) C | в) $x_0$   |
| 4) D | г) $\frac{\dot{x}_0}{p}$                               |

16. Для показанной системы определите величину вертикальной податливости в точке установки массы.  $l = 1,2 \text{ м}$ ,  $k_1 = 200 \text{ Н/мм}$ ,  $k_2 = 100 \text{ Н/мм}$ .



17. Охарактеризуйте систему и тип колебаний, которые она совершает



- а) система без демпфирования, биения;
- б) система без демпфирования, колебания свободные;
- в) система без демпфирования, резонанс.
- г) система с демпфированием, колебания свободные;

18. К какому значению стремится величина динамического коэффициента в системе без демпфирования в резонансном режиме ( $\omega = p$ )?

- а) 0;
- б)  $1/2\gamma$ ;
- в) 1;
- г)  $\infty$

### 3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

- 1) Три способа задания движения материальной точки. Преимущества и недостатки методов
- 2) Скорость точки при векторном способе задания движения
- 3) Скорость точки при естественном способе задания движения. Проекция скорости на касательную к траектории движения
- 4) Скорость точки при координатном способе задания движения. Годограф скорости
- 5) Ускорение точки при векторном способе задания движения
- 6) Ускорение точки при координатном способе задания движения
- 7) Естественные координаты. Вектор кривизны траектории
- 8) Ускорение точки при естественном способе задания движения. Нормальное и касательное ускорение
- 9) Классификация движений точки по ускорениям
- 10) Простейшие движения твердого тела
- 11) Вращательное движение твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение
- 12) Основные законы механики
- 13) Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах
- 14) Система материальных точек (твердое тело). Силы, действующие на системы материальных точек
- 15) Свободные колебания систем с одной степенью свободы без демпфирования. Силы, действующие в системе. Дифференциальное уравнение движения и его решение. Собственная частота колебаний системы. Период колебаний.
- 16) Представление колебаний систем с одной степенью свободы через вращающийся вектор. Круговая собственная частота колебаний. Свернутое и развернутое решение дифференциального уравнения движения. Фазовый угол. Амплитуда колебаний
- 17) Свободные колебания систем с многими степенями свободы без демпфирования. Система уравнений движения. Характеристическая матрица. Собственные значения и

собственные векторы характеристической матрицы. Собственные круговые частоты колебаний.

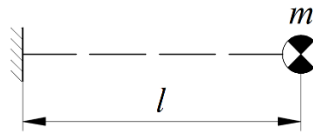
- 18) Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без демпфирования. Силы, действующие в системе. Дифференциальное уравнение движения и его решение.
- 19) Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без демпфирования. Установившееся состояние. Амплитуда колебаний. Динамический коэффициент и его график. Асимптоты графика. Резонанс. Фаза колебаний в дорезонансной и зарезонансной области.
- 20) Вынужденные колебания систем с многими степенями свободы без демпфирования. Главные координаты. Главная матрица жесткости, главная матрица масс, главный вектор сил. Переход от главных координат в исходные координаты.
- 21) Вынужденные колебания систем с многими степенями свободы без демпфирования. Переход через резонанс. Вековое уравнение. График развития колебательного процесса во времени в зоне резонанса.
- 22) Вынужденные колебания систем с многими степенями свободы без демпфирования. Биения. Уравнение движения при малом расхождении собственной и вынуждающей частот. График движения.
- 23) Свободные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием. Силы, действующие в системе. Дифференциальное уравнение движения и варианты его решения.
- 24) Свободные колебания систем с одной степенью свободы с вязким демпфированием. Дифференциальное уравнение движения и его решение для системы со слабым демпфированием. График движения.
- 25) Свободные колебания систем с одной степенью свободы с вязким демпфированием. Решение для системы со слабым демпфированием в развернутом и свернутом виде. График движения. Частота демпфированных колебаний. Амплитуда колебаний. Логарифмический декремент затухающих колебаний. Экспериментальное определение логарифмического декремента.
- 26) Свободные колебания систем с одной степенью свободы с вязким демпфированием. Дифференциальное уравнение движения и его решение для системы с сильным демпфированием. График движения.
- 27) Свободные колебания систем с одной степенью свободы с вязким демпфированием. Дифференциальное уравнение движения и его решение для системы с критическим демпфированием. График движения.
- 28) Критический коэффициент вязкого демпфирования системы. Относительный коэффициент демпфирования. Эквивалентное вязкое демпфирование. Экспериментальное определение относительного коэффициента демпфирования и связь с логарифмическим декрементом затухающих колебаний.
- 29) Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием. Силы, действующие в системе. Дифференциальное уравнение движения и его решение.
- 30) Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием. Установившееся состояние. Амплитуда колебаний. Динамический коэффициент и его график в системах с различной степенью слабого демпфирования. Асимптоты графика.
- 31) Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием. Динамический коэффициент и его график. Динамический коэффициент в области резонанса. Максимальный динамический коэффициент. Частота максимального динамического коэффициента.
- 32) Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы с демпфированием. Динамический коэффициент и его график. Фазовый угол и его график в системах с различной степенью слабого демпфирования. Асимптоты графика фазового угла.

### 3.6 Перечень типовых практических заданий к экзамену

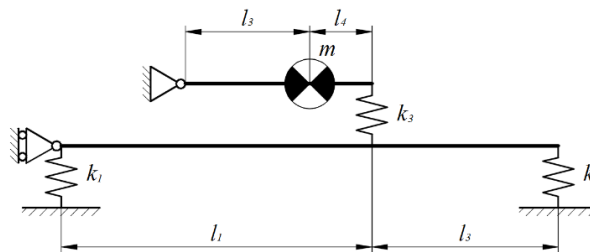


(для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности)

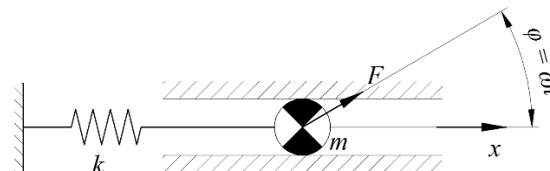
1. Для заданной схемы балки с жесткостью  $EI_x = 2000 \text{ Нм}^2$  длиной  $l = 2 \text{ м}$  с грузом массой  $m = 30 \text{ кг}$  определить циклическую частоту и период собственных колебаний. Массой балки пренебречь.



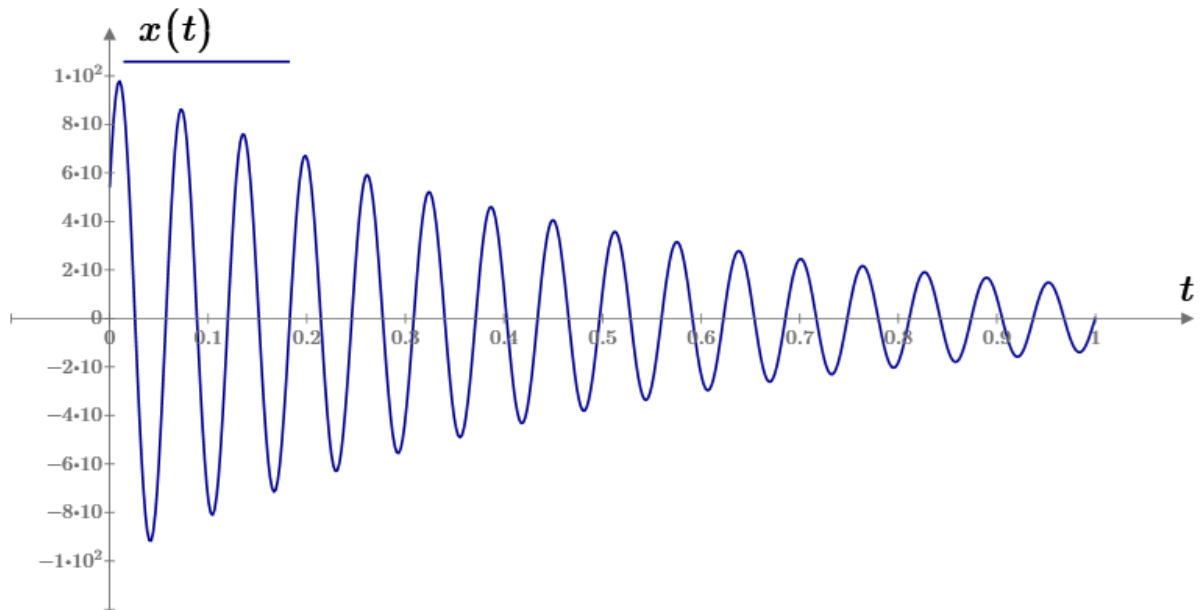
2. Абсолютно жесткие брусья ( $EI_x \rightarrow \infty$ ) с грузом массой  $m = 5 \text{ кг}$  установлены на пружины с жесткостями  $k_1 = 1000 \text{ Н/м}$ ,  $k_2 = 1500 \text{ Н/м}$ ,  $k_3 = 3000 \text{ Н/м}$ . Определить собственные круговые и циклические частоты колебаний. Расстояния  $l_1 = 1 \text{ м}$ ,  $l_2 = 2 \text{ м}$ ,  $l_3 = 0,3 \text{ м}$ ,  $l_4 = 0,5 \text{ м}$ . Массами балок пренебречь.



3. Для заданной системы с жесткостью пружины  $k = 800 \text{ Н/м}$  и массой груза  $m = 3 \text{ кг}$ , возмущаемой силой  $F = 150 \text{ Н}$  с частотой  $\omega$ , определить круговую ( $p$ ) и циклическую частоту собственных колебаний. Построить приближенный график динамического коэффициента (по оси абсцисс отложить частоту возмущающей силы  $\omega$ ). При частоте возмущающей силы  $\omega = Ap$  (коэффициент  $A = 0,1$ ) определить величину динамического коэффициента, амплитуду перемещения, скорости и ускорения системы.



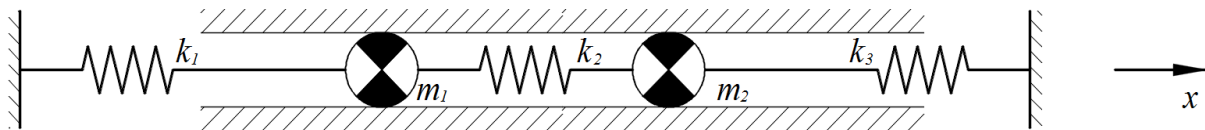
4. По заданной осциллограмме определить логарифмический декремент затухающих колебаний, относительный коэффициент вязкого демпфирования, круговую частоту демпфированных колебаний  $p_d$ , резонансный динамический коэффициент, динамический коэффициент на частоте  $\omega = Ap_d$  (коэффициент  $A = 0,95$ ).



5. Для заданной схемы система уравнений движения имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \cdot \ddot{x}_1 &= -(k_1 + k_2)x_1 + k_2x_2 \\ m_2 \cdot \ddot{x}_2 &= k_2x_1 - (k_2 + k_3)x_2 \end{aligned} \right\}'$$

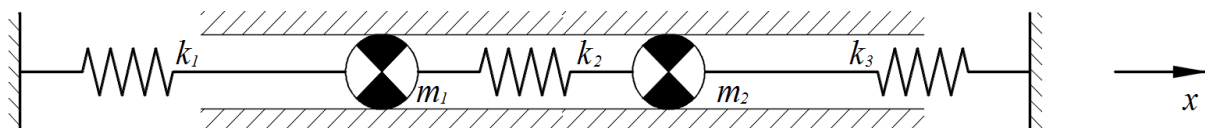
Составить матрицы масс и жесткости, характеристическую матрицу и определить собственные круговые и циклические частоты колебаний. Жесткости пружин  $k_1 = 350$  Н/м,  $k_2 = 650$  Н/м,  $k_3 = 900$  Н/м массы грузов  $m_1 = 2$  кг,  $m_2 = 4$  кг.



6. Для заданной схемы система уравнений движения имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \cdot \ddot{x}_1 &= -(k_1 + k_2)x_1 + k_2x_2 \\ m_2 \cdot \ddot{x}_2 &= k_2x_1 - (k_2 + k_3)x_2 \end{aligned} \right\}'$$

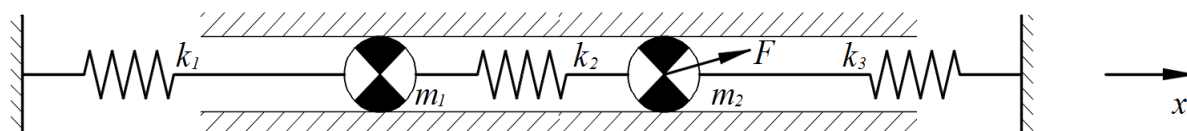
а собственные циклические частоты равны  $f_1 = 10$  Гц и  $f_2 = 25$  Гц. Составить матрицы масс и жесткости, характеристическую матрицу и определить собственные векторы характеристической матрицы. Жесткости пружин  $k_1 = 10$ ,  $k_2 = 30$ ,  $k_3 = 40$  массы грузов  $m_1 = 2$ ,  $m_2 = 2,5$ .



7. Для заданной схемы система уравнений движения имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \cdot \ddot{x}_1 &= -(k_1 + k_2)x_1 + k_2x_2 \\ m_2 \cdot \ddot{x}_2 &= k_2x_1 - (k_2 + k_3)x_2 \end{aligned} \right\}'$$

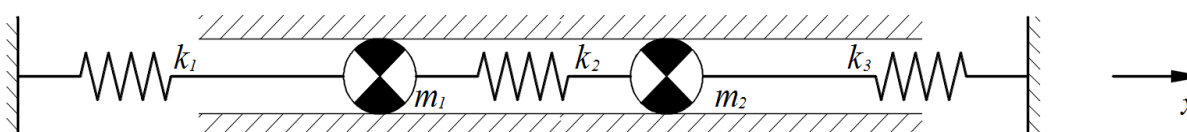
собственные циклические частоты равны  $f_1 = 25$  и  $f_2 = 70$ , а собственные векторы характеристической матрицы  $X_1 = \begin{Bmatrix} 0,1 \\ 1 \end{Bmatrix}$  и  $X_2 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -0,833 \end{Bmatrix}$ . Определить главные матрицы масс и жесткости, а также, амплитуды главного вектора сил. Жесткости пружин  $k_1 = 200$ ,  $k_2 = 300$ ,  $k_3 = 400$  массы грузов  $m_1 = 1$ ,  $m_2 = 1,5$ , величина силы  $F = 350$ .



8. Для заданной схемы система уравнений движения имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \cdot \ddot{x}_1 &= -(k_1 + k_2)x_1 + k_2x_2 \\ m_2 \cdot \ddot{x}_2 &= k_2x_1 - (k_2 + k_3)x_2 \end{aligned} \right\}'$$

собственные циклические частоты равны  $f_1 = 35$  и  $f_2 = 55$ , собственные векторы характеристической матрицы  $X_1 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -0,613 \end{Bmatrix}$  и  $X_2 = \begin{Bmatrix} 0,24 \\ 1 \end{Bmatrix}$ , а относительные коэффициенты демпфирования  $\gamma_1 = 0,01$  и  $\gamma_2 = 0,02$ . Определить коэффициенты демпфирования по Релею б и в и составить матрицу демпфирования. Жесткости пружин  $k_1 = 350$ ,  $k_2 = 400$ ,  $k_3 = 150$ , массы грузов  $m_1 = 0,8$ ,  $m_2 = 1,3$ .



#### 4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ)	ИДЗ, предусмотренное рабочей программой дисциплины выдается на практическом занятии. Преподаватель объявляет сроки сдачи работы и критерии оценки. После сдачи ИДЗ работа проверяется в течении недели и затем возвращается студенту с указанием ошибок. Работа над ошибками принимается преподавателем в течении недели после выдачи проверенных ИДЗ.
Курсовая работа	Курсовая работа, предусмотренная рабочей программой дисциплины выдается на практическом занятии. Преподаватель объявляет сроки сдачи работы и критерии оценки. После сдачи курсовой работы работа проверяется в течении недели и затем возвращается студенту с указанием ошибок. Работа над ошибками принимается преподавателем в течении недели после выдачи проверенных курсовой работы. Защита курсовой работы происходит в сроки, установленные календарным учебным графиком в устной форме по выданным заранее теоретическим вопросам
Тестирование	На тест отводится 80 минут. Предлагаемое количество заданий – 18 заданий. В тесте используются следующие типы тестовых заданий: задания закрытой формы (с выбором одного правильного ответа); задания открытой формы (с развернутым решением)
Экзамен	Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания. Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; одно практическое задание для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену)

#### Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

### и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.


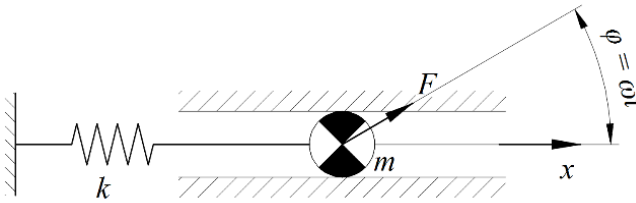
Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; одно практическое задание для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (20 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На экзамене обучающийся берет билет. Для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления.

### Образец экзаменационного билета

	<b>Экзаменационный билет № 1</b> по дисциплине «Механика и теория колебаний» <u>6 семестр</u>	Утверждаю: Заведующий кафедрой «ФМиП» ИрГУПС _____ С.В.Пахомов
<p>1. Простейшие движения твердого тела.</p> <p>2. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без демпфирования. Силы, действующие в системе. Дифференциальное уравнение движения и его решение.</p> <p>3. Для заданной системы с жесткостью пружины <math>k = 5000</math> Н/м и массой груза <math>m = 1,5</math> кг, возмущаемой силой <math>F = 50</math> Н с частотой <math>\omega</math>, определить круговую (<math>p</math>) и циклическую частоту собственных колебаний. Построить приближенный график динамического коэффициента (по оси абсцисс отложить частоту возмущающей силы <math>\omega</math>). При частоте возмущающей силы <math>\omega = A p</math> (коэффициент <math>A = 0,95</math>) определить величину динамического коэффициента, амплитуду перемещения, скорости и ускорения системы.</p> <div style="text-align: center;"></div>		