

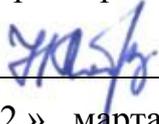
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 02 » марта 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Динамика шахтных стационарных установок \_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ специалитет \_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 144 (4) \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 21.05.04 Горное дело \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Горные машины и оборудование (СУОС) \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - формирование комплекса необходимых знаний в области механико-математического описания динамических процессов в шахтных стационарных установках.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний в области механико-математического описания динамических процессов в шахтных стационарных установках;
- формирование умения создавать и применять существующие математические модели динамических процессов в шахтных стационарных установках;
- формирование навыков создания и использования компьютерных программ, описывающих динамические процессы в шахтных стационарных установках.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- динамические процессы в шахтных стационарных установках;
- механико-математические методы описания динамических процессов в шахтных стационарных установках.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знает содержание проектной и технической документации, разрабатываемой на этапе механико-математического анализа динамических процессов в горных машинах и электромеханическом оборудовании	Знает содержание основных этапов разработки проектной и технической документации при проектировании горных машин и электромеханического оборудования	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Умеет работать с нормативной документацией (правилами безопасности, нормами проектирования и др.), необходимой на этапе механико-математического анализа динамических процессов в горных машинах и электромеханическом оборудовании, разрабатывать и оформлять по результатам этого анализа технические проекты и отчеты	Умеет работать с нормативной документацией (правилами безопасности, нормами проектирования и др.), разрабатывать и оформлять в соответствии с ней технические проекты и отчеты	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Владеет навыками разработки и оформления проектной и технической документации на стадии механико-математического анализа динамических процессов в горных машинах и электромеханическом оборудовании при их разработке и модернизации	Владеет навыками разработки и оформления проектной и технической документации на различных стадиях разработки и модернизации горных машин и электромеханического оборудования	Экзамен
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знает системы управления, средства по обеспечению мониторинга параметров работы и современные способы диагностирования технического состояния шахтных стационарных установок	Знает системы управления, средства по обеспечению мониторинга параметров работы и современные способы диагностирования технического состояния горных машин и электромеханического оборудования	Собеседовани е
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умеет выбирать средства по обеспечению мониторинга параметров работы и диагностирования технического состояния шахтных стационарных установок	Умеет выбирать средства по обеспечению мониторинга параметров работы и диагностирования технического состояния горных машин и электромеханического оборудования	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владеет навыками обработки и работы с данными, получаемыми	Владеет навыками обработки и работы с данными, получаемыми со	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		со средств мониторинга параметров работы шахтных стационарных установок	средств мониторинга параметров работы горных машин и электромеханического оборудования	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	22	22	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
10-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Расчетные схемы и основные уравнения динамики	6	0	8	23
<p>Тема 1. Построение приведенных расчетных (эквивалентных) схем. Приведение внешних нагрузок, приведение масс и моментов инерции, определение и приведение жесткостей.</p> <p>Тема 2. Методы составления уравнений динамики Составление уравнений динамики для жестких и упругих систем с конечным числом степеней свободы с помощью принципа Даламбера и уравнения Лагранжа второго рода. Способы составления уравнений динамики для упругих систем с распределенными массами.</p> <p>Тема 3. Решение уравнений динамики Решение уравнений динамики жестких систем. Решение уравнений динамики упругих систем с ограниченным числом масс. Решение уравнений динамики для упругих систем с распределенными массами.</p> <p>Модуль 2. Динамические процессы в стационарных установках Раздел 2. Динамические процессы в стационарных установках Л – 12 ч, ПЗ – 14 ч, СРС – 41 ч.</p> <p>Тема 4. Приводные и остановочные устройства машин Механические характеристики электродвигателей, паровых двигателей, двигателей внутреннего сгорания. Кривые изменения тормозного момента. Динамический анализ процессов пуска и остановки привода.</p> <p>Тема 5. Внешние нагрузки и их аппроксимация. Внешние нагрузки для шахтных стационарных установок: потери на преодоление трения и местных сопротивлений. Влияние силы тяжести.</p>				
Динамические процессы в стационарных установках	12	0	14	41
<p>Тема 4. Приводные и остановочные устройства машин Механические характеристики электродвигателей, паровых двигателей, двигателей внутреннего сгорания. Кривые изменения тормозного момента. Динамический анализ процессов пуска и остановки привода.</p> <p>Тема 5. Внешние нагрузки и их аппроксимация. Внешние нагрузки для шахтных стационарных установок: потери на преодоление трения и местных сопротивлений. Влияние силы тяжести.</p> <p>Тема 6. Переходные динамические процессы в стационарных установках Динамика переходных процессов ненагруженных</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
машин. Динамика переходных процессов нагруженных машин. Тема 7. Колебательные динамические процессы в стационарных установках Колебания одномассовых, двухмассовых и трехмассовых систем. Колебания систем с распределенными массами. Тема 8. Регулирование работы стационарных установок Ограничение неравномерности движения в заданных пределах. Выбор маховика по условию непрерывности движения. Поглотители колебаний.				
ИТОГО по 10-му семестру	18	0	22	64
ИТОГО по дисциплине	18	0	22	64

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Приведение внешних нагрузок, масс, моментов инерции и жесткостей.
2	Составление и решение уравнений динамики для жестких систем с ограниченным числом масс.
3	Составление и решение уравнений динамики для упругих систем с ограниченным числом масс.
4	Составление и решение уравнений динамики для упругих систем с распределенными массами.
5	Построение кривых разгона и торможения для одной и нескольких пусковых и тормозных ступеней.
6	Определение кривых внешней нагрузки для различных нестационарных установок.
7	Определение динамических нагрузок для переходных процессов ненагруженных машин.
8	Определение динамических нагрузок для переходных процессов нагруженных машин.
9	Определение собственных частот и форм колебаний для упругих систем с ограниченным числом масс.
10	Определение собственных частот и форм колебаний для упругих систем с распределенными массами.
11	Расчет поглотителя колебаний.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Коловский М. З. Динамика машин : монография. Ленинград : Машиностроение, 1989. 263 с.	3
2	Мельникова Т. Е., Шевелев Н. А. Исследование динамического поведения элементов машиностроительных конструкций : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2017. 59 с. 3,75 усл. печ. л.	5
3	Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики : учебник для втузов. Стер. Москва : Альянс, 2018. 416 с.	21
4	Филь И. П. Горношахтные стационарные установки (вентиляторные, водоотливные, пневматические) : учебное пособие для вузов. Киев : Техніка, 1969. 320 с. 19,9 усл. печ. л.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		

<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бабаков И. М. Теория колебаний : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Москва : Дрофа, 2004. 592 с.	111
2	Ильин М. М., Колесников К. С., Саратов Ю. С. Теория колебаний : учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 271 с.	46
3	Сухарев Э. А. Основы динамики подъемно-транспортных и дорожно-строительных машин : учебное пособие. Ровно : Изд-во НУВХП, 2013. 190 с. 10,6 усл. печ. л.	1
4	Теория механических колебаний с примерами из практики горного дела : учебное пособие / Нагаев Р. Ф., Шкадов Р. И., Лебедев Н. А., Доброславский С. В. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГИ, 1993. 88 с.	4
5	Тимошенко С. П., Янг Д. Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле : пер. с англ. Москва : Машиностроение, 1985. 472 с.	7
6	Яблонский А. А., Норейко С.С. Курс теории колебаний : учебное пособие. 4-е изд., стер. СПб : Лань, 2003. 248 с.	59
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## **6.2. Электронная учебно-методическая литература**

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ермак В. Н., Дрыгин М. Ю. Динамические процессы горных машин и оборудования	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-133865">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-133865</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер в комплекте (монитор, системный блок, мышь, клавиатура) / ноутбук	1
Лекция	Мультимедийный комплекс (проектор, экран)	1
Практическое занятие	Компьютер в комплекте (монитор, системный блок, мышь, клавиатура) / ноутбук	1
Практическое занятие	Мультимедийный комплекс (проектор, экран)	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Динамика шахтных стационарных установок»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 21.05.04 Горное дело

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Горные машины и оборудование

**Квалификация выпускника:** Горный инженер (специалист)

**Выпускающая кафедра:** Горная электромеханика

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 5

**Семестр:** 10

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 10 семестр

Пермь 2022

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (10-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ИЗ	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать основные методы построения математических моделей динамических процессов в шахтных стационарных установках; методы решения дифференциальных уравнений, описывающих динамические процессы в шахтных стационарных установках.	С1	ТО1		КР1		ТВ
<b>З.2</b> знать процессы запуска и торможения в шахтных стационарных установках; колебательные процессы в шахтных стационарных установках	С2	ТО2		КР1		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь применять существующие компьютерные программы, моделирующие динамические процессы в шахтных стационарных установках; разрабатывать компьютерные программы, моделирующие динамические процессы в шахтных стационарных установках на основе аналитического и численного решения систем дифференциальных уравнений.			ПЗ1	КР1		ПЗ
<b>У.2</b> уметь строить приведенные расчетные схемы шахтных стационарных установок; математически описать процессы запуска и торможения в шахтных стационарных			ПЗ 2	КР1		ПЗ

установках; математически описать колебательные процессы в шахтных стационарных установках						
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками построения математических моделей динамических процессов в шахтных стационарных установках; навыками разработки и использования компьютерных программ, описывающих динамические процессы в шахтных стационарных установках			ПЗ3	КР2		КЗ
<b>В.2</b> навыками применения существующих или разработанных компьютерных моделей для анализа процессов запуска и торможения в шахтных стационарных установках; навыками применения существующих или разработанных компьютерных моделей для анализа колебательных процессов в шахтных стационарных установках			ПЗ4	КР2		КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических заданий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита отчета по выполнению практических заданий**

Всего запланировано 11 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических заданий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Расчетные схемы и основные уравнения динамики», вторая КР – по модулю 2 «Динамические процессы в стационарных установках».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Построение приведенных эквивалентных схем.
2. Методы составления уравнений динамики.
3. Методы решения уравнений динамики.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Приводные и остановочные устройства машин.
2. Переходные динамические процессы в стационарных установках.
3. Колебательные динамические процессы в стационарных установках.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Приведение масс и моментов инерции.
2. Приведение внешних нагрузок.
3. Методы составления дифференциальных уравнений динамики.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Методом Рунге-Кутты численно решить систему дифференциальных уравнений, описывающих вынужденные затухающие колебания системы с двумя степенями свободы.
2. Методом конечных элементов численно решить дифференциальное уравнение в частных производных, описывающее вынужденные затухающие колебания системы с распределенными параметрами.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Определить динамические нагрузки вентиляторной установки.
2. Определить динамические нагрузки водоотливной установки.
3. Определить динамические нагрузки шахтной подъемной машины.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

### **Приложение 1.**

#### ***Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений***

##### ***Задание № \_\_.***

Проверяемые результаты обучения: у2; в2

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

#### **Критерии оценки ситуационных заданий**

***Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.***

***Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.***

***Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.***

***Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.***

**Ситуация 1.** Клеть массой  $m$  (рис.1) подвешена на гибком тросе с площадью поперечного сечения  $S$  и модулем упругости  $E$ . Клеть опускалась вниз с постоянной скоростью  $v_0$ , когда в лебедке включился тормоз, вызывающий угловое ускорение  $\varepsilon = -\frac{a}{r}$ , где  $r$ - радиус подъемного барабана. При этом условии трос перестанет раскручиваться через промежуток времени  $t_1$ , считая от момента времени  $t = 0$ , когда был включен тормоз. Найти: 1) время торможения  $t_1$ ; 2) перемещение клетки на интервале времени  $0 \leq t \leq t_1$ , полагая, что длина троса равна  $l$ , и она мало изменяется в процессе торможения; 3) перемещение клетки на интервале времени  $t_1 \leq t$ , рассмотреть варианты а)  $t_1 = \frac{1}{2}\tau$ ; б)  $t_1 = \tau$ , в)  $t_1 = \frac{3}{4}\tau$ ; где  $\tau$  - период собственных колебаний клетки. Изобразить графики движения. Выяснить, при каком  $t_1$  торможение и остановка барабана не приведет к колебаниям клетки?

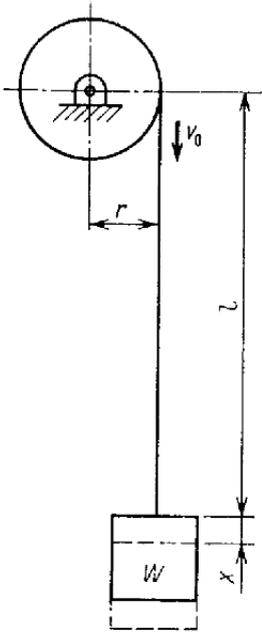


Рис.1

**Ситуация 2.** Показать, что работа одноцилиндрового двигателя порождает негармоническую периодическую возмущающую силу, которую можно представить как сумму двух гармонических. На рис.2: 1- поршень, 2- шатун, 3- палец кривошипа, 4-картер, 5- кривошип коленчатого вала. Использовать то, что массы несбалансированных деталей можно с достаточной точностью привести к двум сосредоточенным массам:  $M_1$  – приведенной массе поршня,  $M_3$  – приведенной массе пальца.

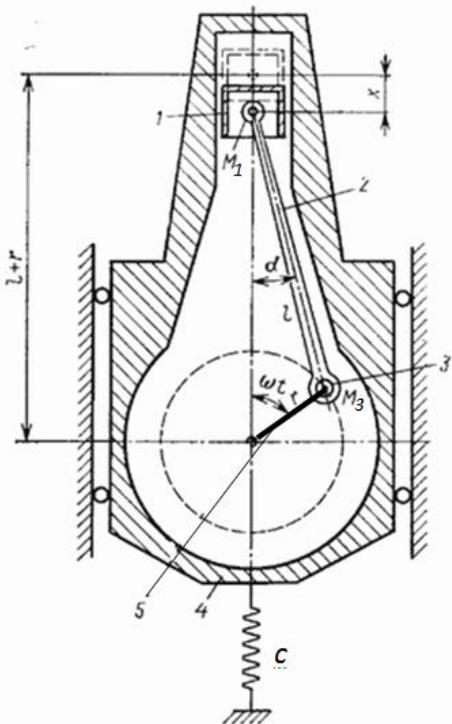


Рис.2

двум сосредоточенным массам:  $M_1$  – приведенной массе поршня,  $M_3$  – приведенной массе пальца.

Заданы:  $\omega$ - угловая скорость вращения коленчатого вала,  $r$ - радиус кривошипа,  $l$ - длина шатуна,  $c$ - жесткость пружины. Записать дифференциальное уравнение колебаний двигателя и его решение. Найти максимальное перемещение двигателя, если: масса поршня  $M_{\text{п}}=2,77$  кг, масса шатуна  $M_{\text{ш}}=1,39$  кг, приведенная масса поршня  $M_1 = M_{\text{п}} + \frac{1}{3}M_{\text{ш}} = 2,77 + \frac{1,39}{3}=3,23$  кг, приведенная масса пальца  $M_3 = \frac{2}{3}M_{\text{ш}} = \frac{2}{3}1,39 = 0,93$  кг, масса двигателя  $M_{\text{дв}} = 232$  кг, частота вращения двигателя  $n = 600 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ , радиус кривошипа  $r = 0,203\text{м}$ , длина шатуна  $l = 0,609\text{м}$ , жесткость пружины  $c = 2,06 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ . Найти также критические (резонансные) частоты вращения вала двигателя.

Заданы:  $\omega$ - угловая скорость вращения коленчатого вала,  $r$ - радиус кривошипа,  $l$ - длина шатуна,  $c$ - жесткость пружины. Записать дифференциальное уравнение колебаний двигателя и его решение. Найти максимальное перемещение двигателя, если: масса поршня  $M_{\text{п}}=2,77$  кг, масса шатуна  $M_{\text{ш}}=1,39$  кг, приведенная масса поршня  $M_1 = M_{\text{п}} + \frac{1}{3}M_{\text{ш}} = 2,77 + \frac{1,39}{3}=3,23$  кг, приведенная масса пальца  $M_3 = \frac{2}{3}M_{\text{ш}} = \frac{2}{3}1,39 = 0,93$  кг, масса двигателя  $M_{\text{дв}} = 232$  кг, частота вращения двигателя  $n = 600 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ , радиус кривошипа  $r = 0,203\text{м}$ , длина шатуна  $l = 0,609\text{м}$ , жесткость пружины  $c = 2,06 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ . Найти также критические (резонансные) частоты вращения вала двигателя.

**Ситуация 3.** Колесо катится по волнистой поверхности с постоянной горизонтальной скоростью  $v$  (рис.3). Определить амплитуду вынужденных колебаний в вертикальном направлении груза  $m$ , прикрепленного к оси колеса с помощью пружины. При статическом приложении веса груза  $m$  смещение конца пружины  $\delta_{ст} = 0,098$  м, скорость  $v = 18$  м/с и волнистая поверхность описывается функцией  $y = d \sin \pi x/l$ , где  $d = 0,025$  м,  $l = 0,9$  м. Будет ли уменьшаться амплитуда вынужденных колебаний при уменьшении скорости? Найти скорость, при которой амплитуда вынужденных колебаний будет наибольшей.

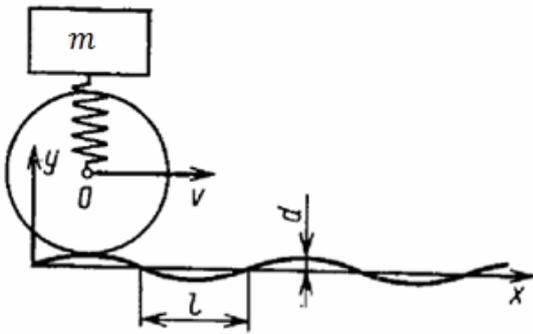


Рис.3