

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: _____ Математические методы динамики горных машин
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3)
(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 математического описания и математических методов исследования динамических процессов в горных машинах.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний в области математического описания динамических процессов в горных машинах;
- формирование умения создавать и применять существующие математические модели динамических процессов в горных машинах;
- формирование навыков аналитического и численного решения уравнений, описывающих динамические процессы в горных машинах, графического представления результатов решения и анализа этих результатов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- динамические процессы в горных машинах;
- математические методы описания динамических процессов в горных машинах.

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	Зачет

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	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает динамические процессы в горных машинах, задачи построения математических моделей динамических процессов в горных машинах, методы проведения численных экспериментов с помощью этих моделей.	Знает объекты профессиональной деятельности, задачи исследований, методы проведения экспериментальных исследований	Зачет
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет проводить анализ и обработку данных об исследуемых горных машинах, результатов исследований динамических процессов в горных машинах	Умеет проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками проведения исследований динамических процессов в горных машинах,	Владеет навыками проведения исследований объектов профессиональной	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		составления отчетов по выполненным исследованиям	деятельности, составления отчетов по выполненным исследованиям и разработкам	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
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			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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
6-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
Аналитические методы динамики горных машин	10	0	12	36
<p>Тема 1. Построение приведенных эквивалентных схем при исследовании динамических процессов в горных машинах</p> <p>Принимаемые допущения при построении эквивалентной схемы. Учет упругих свойств трансмиссии машины. Учет распределения масс в трансмиссии машины. Упрощение эквивалентной схемы.</p> <p>Тема 2. Методы составления дифференциальных уравнений движения при исследовании динамических процессов в горных машинах</p> <p>Использование принципа Даламбера для составления дифференциальных уравнений движения простейших механических систем. Использование уравнения Лагранжа второго рода для составления дифференциальных уравнений движения механических систем с конечным числом степеней свободы. Использование уравнений механики сплошной среды для составления дифференциальных уравнений в частных производных движения систем с распределенными параметрами.</p> <p>Тема 3. Движение груза на пружине как модельная задача движения системы с одной степенью свободы</p> <p>Свободные колебания без учета сил сопротивления. Движение при сопротивлении, пропорциональном скорости: свободные затухающие колебания, апериодическое движение. Вынужденные колебания: при отсутствии сопротивления, при сопротивлении, пропорциональном скорости, резонанс.</p> <p>Тема 4. Колебания механических систем с конечным числом степеней свободы</p> <p>Потенциальная и кинетическая энергия как квадратичные формы. Диссипативная функция Рэлея. Составление и решение дифференциальных уравнений свободных и вынужденных колебаний систем с двумя степенями свободы, анализ влияния учета сил сопротивления. Составление и решение дифференциальных уравнений свободных и вынужденных колебаний систем с конечным числом степеней свободы в матричном виде.</p> <p>Тема 5. Колебания механических систем с распределенными параметрами.</p> <p>Получение волнового уравнения - дифференциального уравнения в частных производных, описывающего свободные колебания некоторых систем с распределенными параметрами: продольные колебания стержня,</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
крутильные колебания вала, поперечные колебания струны. Свободные поперечные колебания стержня: получение дифференциального уравнения в частных производных четвертого порядка. Граничные и начальные условия. Решение дифференциального уравнения методом Фурье (разделения переменных). Собственные частоты и формы колебаний. Вынужденные колебания систем с распределенными параметрами.				
Численные методы динамики горных машин	8	0	10	28
Тема 6. Приближенные методы определения низшей (основной) и высших собственных частот системы с конечным числом степеней свободы Приближенные методы определения низшей собственной частоты: метод последовательных приближений формами колебаний; теорема о границах основной частоты; приведение матрицы коэффициентов уравнений малых колебаний к матрице с положительными коэффициентами; графический метод Стодолы; метод Рэлея. Приближенные методы определения высших собственных частот: метод последовательных приближений формами колебаний; метод исключения первой формы; метод гармонических коэффициентов влияния. Тема 7. Приближенные формулы для оценки низшей (основной) собственной частоты системы с распределенными параметрами Формула Рэлея, метод Граммеля, формула Донкерлея Тема 8. Вариационные методы расчета собственных частот и форм колебаний системы с распределенными параметрами Дискретизация систем с распределенной массой. Метод Рэлея - Ритца, метод Галеркина, метод конечных элементов. Тема 9. Методы расчета собственных частот и форм колебаний системы с распределенными параметрами, не использующие вариационные принципы Метод динамических податливостей, метод динамических жесткостей, метод начальных параметров, метод прогонки				
ИТОГО по 6-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	Использование принципа Даламбера, уравнения Лагранжа второго рода, уравнений механики сплошной среды для составления дифференциальных уравнений движения механических систем.
2	Решение дифференциальных уравнений, описывающих свободные и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы без учета и с учетом сил сопротивления.
3	Решение дифференциальных уравнений, описывающих свободные и вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы без учета сил сопротивления.
4	Решение дифференциальных уравнений, описывающих вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы с учетом сил сопротивления.
5	Исследование влияния граничных условий на собственные частоты и собственные формы поперечных колебаний струны.
6	Исследование влияния граничных условий на собственные частоты и собственные формы поперечных колебаний стержня.
7	Определение низшей собственной частоты и высших собственных частот систем с конечным числом степеней свободы приближенным методом.
8	Определение низшей собственной частоты систем с распределенными параметрами приближенным методом.
9	Определение собственных частот и форм колебаний системы с распределенными параметрами вариационными методами.
10	Определение собственных частот и форм колебаний системы с распределенными параметрами методами гармонических коэффициентов влияния.
11	Определение собственных частот и форм колебаний системы с распределенными параметрами методом начальных параметров и методом прогонки.

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
1. Основная литература		
1	Курс теоретической механики : учебник для вузов / Дронг В. И., Дубинин В. В., Ильин М. М., Колесников К. С. 5-е изд., испр. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. 580 с. 47,45 усл. печ. л.	2
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
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Бабаков И. М. Теория колебаний : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Москва : Дрофа, 2004. 592 с.	111
2	Бидерман В. Л. Теория механических колебаний : учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 1980. 408 с.	35
3	Бутенин Н. В. Теория колебаний : учебное пособие для втузов. Москва : Высш. шк., 1963. 187 с.	2
4	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
5	Кычкин В. И. Прикладная теория колебаний : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. 202 с. 12,75 усл. печ. л.	15
6	Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний : учебное пособие для втузов. 3-е изд., перераб. Москва : Наука, 1991. 253 с.	29
7	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
8	Тимошенко С. П., Янг Д. Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле : пер. с англ. Москва : Машиностроение, 1985. 472 с.	7

9	Яблонский А. А., Норейко С.С. Курс теории колебаний : учебное пособие. 4-е изд., стер. СПб : Лань, 2003. 248 с.	59
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	Доронин Ф. А., Ермошин А. А., Индейкин А. В., Ткаченко А. С. Теоретическая механика. Динамика	https://elib.pstu.ru/Record/lan91089	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Морозов Н. А. Теория колебаний	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-159684	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	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

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
«Математические методы динамики горных машин»
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: 3

Семестр: 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 6 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств 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 (6-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 формируются 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 зачета. 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		Зачёт
Усвоенные знания						
3.1 знать основные методы построения математических моделей динамических процессов в горных машинах	C1	ТО1		КР1		ТВ
3.2 знать аналитические и численные методы решения дифференциальных уравнений, описывающих динамических процессы в горных машинах	C2	ТО2		КР1		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь применять существующие компьютерные программы, моделирующие динамические процессы в горных машинах			ПЗ1	КР1		КЗ
У.2 уметь применять существующие компьютерные программы численного решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных			ПЗ2	КР1		КЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками построения математических моделей динамических процессов горных машин;			ПЗ3	КР2		КЗ
В.2 владеть навыками графического представления результатов исследования динамических процессов горных машин			ПЗ4	КР2		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ИЗ – индивидуальное

задание; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание зачета.

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

2. 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 бланчного 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, усвоенных 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 «Аналитические методы динамики горных машин», вторая КР – по модулю 2 «Численные методы динамики горных машин».

Типовые задания первой КР:

1. Методы составления дифференциальных уравнений движения при исследовании динамических процессов в горных машинах.
2. Колебания механических систем с конечным числом степеней свободы.
3. Колебания механических систем с распределенными параметрами.

Типовые задания второй КР:

1. Приближенные методы определения низшей (основной) и высших собственных частот.
2. Вариационные методы определения собственных частот и форм колебаний.
3. Методы определения собственных частот и форм колебаний, не использующие вариационные принципы.

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

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. 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.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при

проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания 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.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Использование принципа Даламбера для составления дифференциального уравнения прямолинейного колебания одномассовой системы.
2. Использование уравнения Лагранжа второго рода для составления дифференциальных уравнений движения механических систем с конечным числом степеней свободы.
3. Использование уравнений механики сплошной среды для составления дифференциальных уравнений в частных производных движения систем с распределенными параметрами.

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. Для системы с одной степенью свободы, представляемой массой m_1 с жесткостью c_1 , находящейся под действием внешнего гармонического возмущения $F\sin\omega t$, подобрать такие массу m_2 и жесткость c_2 гасителя колебаний, чтобы амплитуда вынужденных колебаний исходной системы оказалась равной нулю.
3. 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. Решить дифференциальное уравнение, описывающее свободные затухающие колебания системы с одной степенью свободы.
2. Решить систему дифференциальных уравнений, описывающих свободные колебания системы с двумя степенями свободы.
3. Оценить низшую собственную частоту методом Рэлея.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

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

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета 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 зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.