

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 28 » сентября 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Механические колебания в инженерном деле
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления)

Направленность: Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
(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 колебательных процессов механических систем.

Задачи учебной дисциплины

- формирование знаний в области теоретического описания колебательных процессов;
- формирование умения создавать новые и применять существующие математические модели колебательных процессов механических систем;
- формирование навыков решения уравнений, описывающих колебательные процессы механических систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- идеализированные колебательные механические системы, являющиеся эквивалентными схемами различного нефтепромышленного оборудования и его элементов;
- механико-математические методы описания колебательных процессов механических систем.

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает колебательные процессы, возникающие при проведения ремонтных работ оборудования и сооружений технологической установки; при монтаже, регулировке и наладке оборудования; при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования,	Знает нормативно-методические материалы по организации проведения ремонтных работ оборудования и сооружений технологической установки; правила по охране труда при проведении ремонтных работ; организацию и технологию ремонтных работ; правила сдачи оборудования в ремонт и приема после ремонта, методы монтажа, регулировки и наладки оборудования; порядок составления паспортов на оборудование, инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования, ведомостей дефектов и спецификаций; технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации оборудования; требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет составлять эквивалентные колебательные схемы технологического оборудования; создать или выбрать математическую модель для выбранной эквивалентной схемы; разработать или выбрать метод решения дифференциальных уравнений,	Умеет составлять паспорта на технологическое оборудование, спецификации на запасные части и другую техническую документацию; планировать сетевые графики обслуживания и проведения ремонтных работ технологического оборудования; проводить анализ работы	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		описывающих колебательный процесс, аналитически или численно	технологического оборудования и технологических объектов; проводить согласование планов и графиков	
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет аналитическими и численными методами решения дифференциальных уравнений, описывающих колебательные процессы, возникающие в технологическом оборудовании; методами и средствами представления и анализа результатов решения	Владеет навыками формирования паспортов на технологическое оборудование, спецификаций на запасные части и другой технической документации; анализ причин выхода из строя технологического оборудования	Защита лабораторной работы
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает актуальную документацию современных программных пакетов, используемых для анализа колебательных процессов технологического оборудования; типовые методики технологического и механического расчёта оборудования с помощью этих пакетов;	Знает проектно-техническую документацию в соответствующей области знаний; актуальную нормативно-техническую документацию в соответствующей области знаний; типовые методики технологического и механического расчёта оборудования	Дифференцированный зачет
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет применять нормативную документацию современных программных пакетов, описывающих колебательные процессы в технологическом оборудовании; формулировать задание на проектно-конструкторские работы с использованием программных пакетов; выполнять с помощью программных пакетов проектные расчёты на компьютере; оформлять результаты опытно-	Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты опытно-конструкторских работ; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию с помощью компьютера; формировать задание на проектно-конструкторские работы; выполнять проектные расчёты с помощью компьютера	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		конструкторских работ с использованием имеющихся в программных пакетах инструментов		
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками работы с нормативной документацией современных программных пакетов, описывающих колебательные процессы в технологическом оборудовании; проведения на компьютере проектных расчетов с помощью программных пакетов; построения геометрических моделей и разработки чертежной документации с помощью графических редакторов, встроенных в современные программные пакеты	Владеет навыками работы с проектно-технической документацией в соответствующей области знаний; работы с нормативно-технической документацией в соответствующей области знаний; выполнения проектных расчетов с помощью компьютера; формирования проектной документации с помощью компьютера; работы с графическими редакторами; работы в интегрированных информационных системах	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	66	66	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	78	78	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
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
7-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
Колебания систем с конечным числом степеней свободы	10	12	16	46
<p>Тема 1. Построение дискретных приведенных эквивалентных схем при исследовании динамических процессов в горных машинах</p> <p>Принимаемые допущения при построении эквивалентной схемы. Учет упругих свойств и распределения масс в трансмиссии машины. Упрощение эквивалентной схемы.</p> <p>Тема 2. Движение груза на пружине как модельная задача движения системы с одной степенью свободы</p> <p>Использование уравнения второго закона Ньютона для составления дифференциальных уравнений движения простейших механических систем.</p> <p>Свободные колебания груза на пружине без учета сил сопротивления. Движение груза на пружине при сопротивлении, пропорциональном скорости: апериодическое движение, свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания груза на пружине при отсутствии сопротивления. Резонанс. Вынужденные колебания груза на пружине при сопротивлении, пропорциональном скорости.</p> <p>Тема 3. Уравнения Лагранжа второго рода</p> <p>Свободная и несвободная механическая система. Классификация связей. Обобщенные координаты и число степеней свободы системы. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Обобщенные силы. Общее уравнение динамики. Уравнение Лагранжа второго рода.</p> <p>Тема 4. Использование уравнения Лагранжа второго рода для составления дифференциальных уравнений колебаний сложных механических систем с конечным числом степеней свободы</p> <p>Потенциальная и кинетическая энергия как квадратичные формы. Устойчивость равновесия системы в потенциальном силовом поле.</p> <p>Диссипативная функция Рэля. Составление дифференциальных уравнений свободных и вынужденных колебаний систем с конечным числом степеней свободы при наличии и отсутствии сопротивления. Запись уравнений в матричном виде.</p> <p>Тема 5. Решение дифференциальных уравнений колебаний механических систем с конечным числом степеней свободы</p> <p>Свободные колебания: уравнения частот, собственные частоты системы, коэффициенты формы (коэффициенты распределения амплитуд), парциальные частоты, нормальные (главные) координаты. Вынужденные колебания: главный</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
определитель системы уравнений относительно амплитуд, резонанс, антирезонанс, гаситель колебаний. Анализ влияния учета сил сопротивления.				
Колебания систем с распределенными параметрами	8	6	10	32
Тема 6. Использование уравнений механики сплошной среды для составления дифференциальных уравнений движения систем с распределенными параметрами Получение волнового уравнения - дифференциального уравнения в частных производных, описывающего свободные колебания некоторых систем с распределенными параметрами: продольные колебания стержня, крутильные колебания вала, поперечные колебания струны. Получение дифференциального уравнения в частных производных, описывающего поперечные колебания балки. Граничные и начальные условия. Тема 7. Решение дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих свободные колебания систем с распределенными параметрами Решение Даламбера для одномерного бесконечного тела: бегущие волны. Решение для одномерного тела конечной длины: метод разделения переменных Фурье, собственные частоты и формы колебаний, влияние граничных условий. Тема 8. Вынужденные колебания систем с распределенными параметрами Методы решения: метод разложения в ряд по собственным функциям, метод разрывных функций. Влияние способа возбуждения вынужденных колебаний: возбуждение сосредоточенной силой, возбуждение распределенной нагрузкой, кинематическое возбуждение				
ИТОГО по 7-му семестру	18	18	26	78
ИТОГО по дисциплине	18	18	26	78

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Примеры построения эквивалентных расчетных схем для некоторых горных машин
2	Исследование равновесия с помощью принципа возможных перемещений, исследование устойчивости равновесия, определение обобщенных сил

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
3	Составление и решение дифференциальных уравнений, описывающих свободные колебания системы с одной степенью свободы
4	Составление и решение дифференциальных уравнений, описывающих затухающие колебания системы с одной степенью свободы
5	Составление и решение дифференциальных уравнений, описывающих вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при отсутствии сопротивления
6	Составление и решение дифференциальных уравнений, описывающих вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при наличии сопротивления
7	Составление и решение дифференциальных уравнений, описывающих свободные колебания системы с двумя степенями свободы
8	Составление и решение дифференциальных уравнений, описывающих вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы
9	Составление и решение дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих свободные колебания системы с распределенными параметрами
10	Составление и решение дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих свободные колебания системы с распределенными параметрами
11	Исследование влияния граничных условий на собственные частоты и собственные формы системы с распределенными параметрами
12	Составление и решение дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих вынужденные колебания системы с распределенными параметрами
13	Составление и решение дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих вынужденные колебания системы с распределенными параметрами

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование свободных колебаний механической системы с одной степенью свободы
2	Исследование влияния сопротивления на свободные колебания механической системы с одной степенью свободы
3	Исследование влияния сопротивления на вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы
4	Исследование свободных колебаний механической системы с двумя степенями свободы
5	Исследование влияния граничных условий на поперечные свободные колебания струны
6	Определение собственных частот и собственных форм поперечных свободных колебаний балки прямоугольного поперечного сечения

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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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	Баев В. К. Теория колебаний : учебное пособие для академического бакалавриата. 2-е изд. Москва : Юрайт, 2019. 348 с. 21,75 усл. печ. л.	1

2	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
3	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
4	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	Алдошин Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний : учебное пособие. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. 311 с. 16,80 усл. печ. л.	2
2	Бабаков И. М. Теория колебаний : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Москва : Дрофа, 2004. 592 с.	111
3	Бидерман В. Л. Теория механических колебаний : учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 1980. 408 с.	35
4	Бутенин Н. В. Теория колебаний : учебное пособие для втузов. Москва : Высш. шк., 1963. 187 с.	2
5	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
6	Кычкин В. И. Прикладная теория колебаний : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. 202 с. 12,75 усл. печ. л.	15
7	Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний : учебное пособие для втузов. 3-е изд., перераб. Москва : Наука, 1991. 253 с.	27
8	Степанов А. Г. Динамика машин. Екатеринбург : УрО РАН, 1999. 392 с.	53
9	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
10	Тимошенко С. П., Янг Д. Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле : пер. с англ. Москва : Машиностроение, 1985. 472 с.	7
11	Яблонский А. А., Норейко С.С. Курс теории колебаний : учебное пособие. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург : 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)
Основная литература	Ермак В. Н., Дрыгин М. Ю. Динамические процессы горных машин и оборудования Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-133865	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Индейкин А. В. Прикладная теория колебаний Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017	https://elib.pstu.ru/Record/lan93816	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Мельникова Т. Е., Шевелев Н. А. Исследование динамического поведения элементов машиностроительных конструкции Пермь : ПНИПУ, 2017	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-161205	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Морозов Н. А. Теория колебаний Оренбург : ОГУ, 2017	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
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
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/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер в комплекте (экран, системный блок, клавиатура, мышь) / ноутбук	1
Лабораторная работа	Мультимедиа комплекс (проектор, экран)	1
Лекция	Компьютер в комплекте (экран, системный блок, клавиатура, мышь) / ноутбук	1
Лекция	Мультимедиа комплекс (проектор, экран)	1
Практическое занятие	Компьютер в комплекте (экран, системный блок, клавиатура, мышь) / ноутбук	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
«Механические колебания в инженерном деле»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы:	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
Квалификация выпускника:	« Бакалавр »
Выпускающая кафедра:	Горная электромеханика
Форма обучения:	Очная
Курс: 4	Семестр: 7
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Дифференцированный зачёт:	7 семестр

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 (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические 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 дифференцированного 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	ОЛР	Т/КР		Дифференцированный зачёт
Усвоенные знания						
З.1 знать колебательные процессы, возникающие при проведении ремонтных работ оборудования и сооружений технологической установки; при монтаже, регулировке и наладке оборудования; при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	С1	ТО1		КР1		ТВ
З.2 Знает актуальную документацию современных программных пакетов, используемых для анализа колебательных процессов технологического оборудования; типовые методики технологического и механического расчёта оборудования с помощью этих пакетов	С2	ТО2		КР1		ТВ
Освоенные умения						
У.1 Умеет составлять эквивалентные колебательные схемы технологического оборудования; создать или выбрать математическую модель для выбранной эквивалентной схемы; разработать или выбрать метод решения дифференциальных уравнений			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4	КР1		ПЗ

У.2 Умеет применять нормативную документацию современных программных пакетов, описывающих колебательные процессы в технологическом оборудовании; формулировать задание на проектно-конструкторские работы с использованием программных пакетов; выполнять с помощью программных пакетов проектные расчёты на компьютере; оформлять результаты опытно-конструкторских работ с использованием имеющихся в программных пакетах инструментов			ОЛР5 ОЛР6	КР1		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеет аналитическими и численными методами решения дифференциальных уравнений, описывающих колебательные процессы, возникающие в технологическом оборудовании; методами и средствами представления и анализа результатов решения			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4	КР2		КЗ
В.2 владеть навыками работы с нормативной документацией современных программных пакетов, описывающих колебательные процессы в технологическом оборудовании; проведения на компьютере проектных расчетов с помощью программных пакетов; построения геометрических моделей и разработки чертежной документации с помощью графических редакторов, встроенных в современные программные пакеты			ОЛР5 ОЛР6	КР2		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного 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

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 лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы 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 «Колебания систем с конечным числом степеней свободы», вторая КР – по модулю 2 «Колебания систем с распределенными параметрами».

Типовые задания первой КР:

1. Составление дифференциальных уравнений колебаний с помощью второго закона Ньютона и уравнения Лагранжа второго рода..

2. Свободные колебания механической системы с одной степенью свободы.

3. Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы.

Типовые задания второй КР:

1. Составление дифференциального уравнения колебаний системы с распределенными параметрами с помощью второго закона Ньютона и уравнений механики сплошной среды.

2. Свободные колебания системы с распределенными параметрами.

3. Вынужденные колебания системы с распределенными параметрами.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной

работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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 дифференцированного зачета. Дифференцированный 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 дифференцированного 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 дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Виды и особенности свободных колебаний системы с одной степенью свободы.

2. Виды и особенности вынужденных колебаний системы с одной степенью свободы.

3. Виды и особенности свободных и вынужденных колебаний систем с двумя степенями свободы.

4. Виды и особенности свободных колебаний систем с двумя степенями свободы.

5. Виды и особенности вынужденных колебаний систем с двумя степенями свободы.

6. Виды и особенности свободных колебаний системы с распределенными параметрами.

7. Виды и особенности вынужденных колебаний системы с распределенными параметрами.

8. Способы решения дифференциальных уравнений, описывающих колебательные процессы в технологическом оборудовании.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Найти собственные и парциальные частоты колебаний штанговой скважинной насосной установки.

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. Астатический маятник, употребляемый в сейсмографах для записи колебаний почвы, состоит из жесткого стержня длины l , несущего на конце массу m , зажатую между двумя горизонтальными пружинами жесткости c с закрепленными концами. Найти положение равновесия и определить, является оно устойчивым?

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Решить дифференциальное уравнение и построить график движения системы с одной степенью свободы, совершающей свободные затухающие колебания.

2. Для вынужденных колебаний груза массой m на пружине с жесткостью c при наличии сопротивления, характеризуемого коэффициентом μ , построить графики амплитудно-частотной характеристики и фазово-частотной характеристики.

3. Два одинаковых математических маятника длиной l и массой m соединены пружиной с жесткостью c . В начальный момент левый маятник отклонен на угол α и отпущен без начальной скорости. Определить последующее движение системы. Отобразить ряд положений системы.

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