ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «17» июня 2022 г. № 77

Б1.В.ДВ.18.01 Вибрационный контроль

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.03.01 Приборостроение
Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 4
Часов по учебному плану (УП) – 144
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 28
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 7 семестр, курсовая работа 7 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	56/28	**56/28**
– лекции	28	**28**
– практические (семинарские)	28/28	**28/28**
– лабораторные		
Самостоятельная работа	52	**52**
Экзамен	36	**36**
Итого	144/28	**144/28**

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 945.

Программу составил(и):
д.т.н., профессор, профессор, А.В. Лукьянов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение», протокол от «17» июня 2022 г. № 16

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент С.В. Пахомов

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	изучение теоретических основ вибрационного метода контроля промышленного и транспортного оборудования
2	изучение основ измерения, обработки и анализа вибрационных сигналов
3	изучение типовых конструкций современных приборов и технологии их использования в промышленности и на транспорте
4	изучение программного обеспечения анализа и обработки измеряемых величин
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение методов проведения измерений параметров вибрации, мониторинга и прогнозирования изменения технического состояния машинного оборудования
2	изучение методов и программного обеспечения анализа и обработки вибрационных сигналов, нормирования вибраций
3	изучение основ вибрационной диагностики и диагностических признаков дефектов ма-шин на стадии изготовления, сборки и эксплуатации
4	приобретение навыков определения технического состояния машинного оборудования при его эксплуатации без остановки и разборки по данным вибрационного метода контроля

1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины

Научно-образовательное воспитание обучающихся

Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:
– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;
– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;
– популяризация научных знаний среди обучающихся;
– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;
– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;
– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности

Профессионально-трудовое воспитание обучающихся

Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;
– формирование психологии профессионала;
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.В.ДВ.13.01 Визуальный и оптический контроль
2	Б1.В.ДВ.15.01 Акустический и ультразвуковой контроль
3	Б1.В.ДВ.16.01 Радиоволновой контроль
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.В.ДВ.17.01 Тепловой контроль
2	Б1.В.ДВ.19.01 Контроль проникающими веществами
3	Б1.В.ДВ.20.01 Электромагнитный контроль
4	Б1.В.ДВ.21.01 Техническая диагностика на железнодорожном транспорте
5	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
6	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения**
ПК-3 Способен разрабатывать технологическую и нормативную документацию, внедрять инновационные разработки в области неразрушающего контроля	ПК-3.1 Разрабатывает технологическую и нормативную документацию по неразрушающему контролю контролируемого объекта	Знать: технологическую и нормативную документацию по вибрационному контролю машинного оборудования
		Уметь: разрабатывать технологическую и нормативную документацию по вибрационному контролю машинного оборудования
		Владеть: навыками разработки технологической и нормативной документацию по вибрационному контролю машинного оборудования
	ПК-3.2 Внедряет инновационные разработки, средства механизации и автоматизации неразрушающего контроля	Знать: инновационные разработки, средства механизации и автоматизации вибрационного контроля
		Уметь: использовать инновационные разработки, средства механизации и автоматизации вибрационного контроля
		Владеть: инновационными разработками, средствами механизации и автоматизации вибрационного контроля

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Техническая диагностика. Теория колебаний.**						
1.1	Тема 1. Свободные колебания механической системы с одной степенью свободы, интегрирование дифференциальных уравнений колебаний, начальные условия, амплитуда, частота, период колебаний	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
1.2	Тема 2.Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Амплитудно-частотная характеристика. Фазочастотная характеристика. Коэффициент динамичности. Резонанс	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
1.3	Тема 3. Теория колебаний систем с двумя степенями свободы. Парциальные и собственные частоты. Формы колебаний. Крутильные колебания	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
2.0	**Раздел 2. Параметры и измерение вибрации. Приборы для виброизмерений.**						
2.1	Тема 6. Техническая диагностика, назначение, область использования, основные термины и определения. Основные этапы технической диагностики, функциональная и тестовая диагностика. Методология технической диагностики, классификация параметров технического состояния (основные, параметры потерь)	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
2.2	Тема 7. Интегральные параметры вибрации. Мониторинг и контроль вибрации оборудования, поиск и диагностика дефектов машинного оборудования. Прогнозирование изменения технического состояния оборудования по тренду вибрации	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
2.3	Тема 8. Математическое описание вибросигналов. Спектр периодической и непериодической аналоговой функции. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Моментные харак¬теристики случайных процессов и спектр мощности для случайного стационарного процесса. Кепстр вибросигнала. Каскад спектров. Трехмерные графики АЧХ: оборотная частота – спектр – время	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
3.0	**Раздел 3. Вибродиагностические признаки механических дефектов машин. .**						
3.1	Тема 9. Разновидности неуравновешенности роторов. Причины возникновения дефектов. Диагностические	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
	признаки дефекта. Динамика развития дефекта. Методы устранения дефекта.						
3.2	Тема 10. Механические ослабления. Элементы теории нелинейных колебаний. Механические ослабления неподвижных соединений, люфты подвижных соединений. Понижение жесткости опорной системы. Влияние анизотропности и нелинейности опор на характер вибрации. Причины возникновения, динамика развития и методы устранения дефектов.	7	2	2/2		3	ПК-3.1 ПК-3.2
3.3	Тема 11. Причины повреждений и виды дефектов подшипников качения. Конструкции подшипниковых узлов. Основные методы диагностирования подшипников качения.	7	2	2/2		3	ПК-3.1 ПК-3.2
3.4	Тема 12. Анализ вибросигналов,. Основы метода огибающих. Алгоритм автоматизированного поиска дефектов по частотным наборам, характеризующих дефекты. Виды виброконтрольных работ	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
3.5	Тема 13. Технические средства измерения вибрации, общие требования. Простейшие переносные средства измерения и анализа вибрации. Портативные переносные средства измерения, мониторинга, диагностики технического состояния и дефектов. Основные функции виброанализаторов, стендовых и стационарных систем измерения, анализа вибрации и защиты. Исследовательские приборы и системы	7	2	2/2		3	ПК-3.1 ПК-3.2
4.0	**Раздел 4. Приборы и программы измерения, анализа вибрации и диагностики дефектов.**						
4.1	Тема 14. Устройство и технические характеристики виброколлектора СК-1100, проведение виброизмерений с использованием виброколлектора с регистрацией СКЗ виброскорости и временного сигнала. Методика использования виброколлектора при текущих виброизмерениях и виброобследованиях. Определение вибропризнаков механических дефектов (расцентровка, механическое ослабление)	7	2	2/2		3	ПК-3.1 ПК-3.2
4.2	Тема 15. Работа с программой «Виброанализ 2.52» в режиме анализа вибрационных сигналов, преобразования сигналов в спектры смещения, скорости, ускорения.	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
4.3	Тема 16. Разработки ИрГУПС в области вибрационного контроля и диагностики. Изучение многоканального комплекса входного виброконтроля и автоматизированной диагностики дефектов вспомогательных машин электровозов «Спектр».	7	2	2/2		4	ПК-3.1 ПК-3.2
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	7	36				ПК-3.1 ПК-3.2
	Курсовая работа	7					ПК-3.1 ПК-3.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		28	28/28		52	

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

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

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ 6.1 Учебная литература 6.1.1 Основная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Зусман, Г. В. Вибродиагностика : учеб. пособие / Г. В. Зусман, А. В. Барков ; ред. В. В. Клюев. М. : Спектр, 2011. - 2014с.	10
6.1.1.2	Гиоев, З.Г. Современные методы диагностики систем электропривода / З.Г. Гиоев. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 71 с. — URL: https://umczdt.ru/books/1214/253873/ (дата обращения: 26.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Барков, А. В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации : учеб. пособие / А. В. Барков, Н. А. Баркова, А. Ю. Азовцев. СПб. : СПбГМТУ, 2000. - 158с.	9
6.1.2.2	Барков, А. В. Вибрационная диагностика колесно-редукторных блоков на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / А. В. Барков, Н. А. Баркова, В. В. Федорищев. СПб. : СПбГМТУ, 2002. - 100с.	8
6.1.2.3	Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие для вузов / В. В. Носов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 376 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/152451 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Лукьянов А.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.18.01 Вибрационный контроль по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, профиль Приборы и методы контроля качества и диагностики /А.В.Лукьянов; ИрГУПС. - Иркутск : ИрГУПС, 2023.- 15 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_6323_1400_2022_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.2.2	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — https://umczdt.ru/books/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License.	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Г-110 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета;

	- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Вибрационный контроль» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Вибрационный контроль» участвует в формировании компетенций:

ПК-3. Способен разрабатывать технологическую и нормативную документацию, внедрять инновационные разработки в области неразрушающего контроля

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
7 семестр				
1.0	**Раздел 1. Техническая диагностика. Теория колебаний**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Свободные колебания механической системы с одной степенью свободы, интегрирование дифференциальных уравнений колебаний, начальные условия, амплитуда, частота, период колебаний	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
1.2	Текущий контроль	Тема 2.Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Амплитудно-частотная характеристика. Фазочастотная характеристика. Коэффициент динамичности. Резонанс	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
1.3	Текущий контроль	Тема 3. Теория колебаний систем с двумя степенями свободы. Парциальные и собственные частоты. Формы колебаний. Крутильные колебания	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
2.0	**Раздел 2. Параметры и измерение вибрации. Приборы для виброизмерений**			
2.1	Текущий контроль	Тема 6. Техническая диагностика, назначение, область использования, основные термины и определения. Основные этапы технической диагностики, функциональная и тестовая диагностика. Методология технической диагностики, классификация параметров технического состояния (основные, параметры потерь)	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
2.2	Текущий контроль	Тема 7. Интегральные параметры вибрации. Мониторинг и контроль вибрации оборудования, поиск и диагностика дефектов машинного оборудования. Прогнозирование изменения технического состояния оборудования по тренду вибрации	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)

2.3	Текущий контроль	Тема 8. Математическое описание вибросигналов. Спектр периодической и непериодической аналоговой функции. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Моментные харак¬теристики случайных процессов и спектр мощности для случайного стационарного процесса. Кепстр вибросигнала. Каскад спектров. Трехмерные графики АЧХ: оборотная частота – спектр – время	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
3.0	**Раздел 3. Вибродиагностические признаки механических дефектов машин.**			
3.1	Текущий контроль	Тема 9. Разновидности неуравновешенности роторов. Причины возникновения дефектов. Диагностические признаки дефекта. Динамика развития дефекта. Методы устранения дефекта.	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
3.2	Текущий контроль	Тема 10. Механические ослабления. Элементы теории нелинейных колебаний. Механические ослабления неподвижных соединений, люфты подвижных соединений. Понижение жесткости опорной системы. Влияние анизотропности и нелинейности опор на характер вибрации. Причины возникновения, динамика развития и методы устранения дефектов.	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
3.3	Текущий контроль	Тема 11. Причины повреждений и виды дефектов подшипников качения. Конструкции подшипниковых узлов. Основные методы диагностирования подшипников качения.	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
3.4	Текущий контроль	Тема 12. Анализ вибросигналов,. Основы метода огибающих. Алгоритм автоматизированного поиска дефектов по частотным наборам, характеризующих дефекты. Виды виброконтрольных работ	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
3.5	Текущий контроль	Тема 13. Технические средства измерения вибрации, общие требования. Простейшие переносные средства измерения и анализа вибрации. Портативные переносные средства измерения, мониторинга, диагностики технического состояния и дефектов. Основные функции виброанализаторов, стендовых и стационарных систем измерения, анализа вибрации и защиты. Исследовательские приборы и системы	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
4.0	**Раздел 4. Приборы и программы измерения, анализа вибрации и диагностики дефектов**			

4.1	Текущий контроль	Тема 14. Устройство и технические характеристики виброколлектора СК-1100, проведение виброизмерений с использованием виброколлектора с регистрацией СКЗ виброскорости и временного сигнала. Методика использования виброколлектора при текущих виброизмерениях и виброобследованиях. Определение вибропризнаков механических дефектов (расцентровка, механическое ослабление)	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
4.2	Текущий контроль	Тема 15. Работа с программой «Виброанализ 2.52» в режиме анализа вибрационных сигналов, преобразования сигналов в спектры смещения, скорости, ускорения.	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
4.3	Текущий контроль	Тема 16. Разработки ИрГУПС в области вибрационного контроля и диагностики. Изучение многоканального комплекса входного виброконтроля и автоматизированной диагностики дефектов вспомогательных машин электровозов «Спектр».	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Техническая диагностика. Теория колебаний. Раздел 2. Параметры и измерение вибрации. Приборы для виброизмерений. Раздел 3. Вибродиагностические признаки механических дефектов машин. . Раздел 4. Приборы и программы измерения, анализа вибрации и диагностики дефектов.	ПК-3.1 ПК-3.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
Описание шкал оценивания

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

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

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

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Курсовая работа	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий

«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

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

Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите

	курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Тестирование

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

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 1. Свободные колебания механической системы с одной степенью свободы, интегрирование дифференциальных уравнений колебаний, начальные условия, амплитуда, частота, период колебаний	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 2.Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Амплитудно-частотная характеристика. Фазочастотная характеристика. Коэффициент динамичности. Резонанс	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 3. Теория колебаний систем с двумя степенями свободы. Парциальные и собственные частоты. Формы колебаний. Крутильные колебания	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ

		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 6. Техническая диагностика, назначение, область использования, основные термины и определения. Основные этапы технической диагностики, функциональная и тестовая диагностика. Методология технической диагностики, классификация параметров технического состояния (основные, параметры потерь)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 7. Интегральные параметры вибрации. Мониторинг и контроль вибрации оборудования, поиск и диагностика дефектов машинного оборудования. Прогнозирование изменения технического состояния оборудования по тренду вибрации	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 8. Математическое описание вибросигналов. Спектр периодической и непериодической аналоговой функции. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Моментные харак¬теристики случайных процессов и спектр мощности для случайного стационарного процесса. Кепстр вибросигнала. Каскад спектров. Трехмерные графики АЧХ: оборотная частота – спектр – время	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 9. Разновидности неуравновешенности роторов. Причины возникновения дефектов. Диагностические признаки дефекта. Динамика развития дефекта. Методы устранения дефекта.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 10. Механические ослабления. Элементы теории нелинейных колебаний. Механические ослабления неподвижных соединений, люфты подвижных соединений. Понижение жесткости опорной системы. Влияние анизотропности и нелинейности опор на характер вибрации. Причины возникновения, динамика развития и методы устранения дефектов.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 11. Причины повреждений и виды дефектов подшипников качения. Конструкции подшипниковых узлов. Основные методы диагностирования подшипников качения.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 12. Анализ вибросигналов,. Основы метода огибающих. Алгоритм автоматизированного поиска дефектов по частотным наборам, характеризующих дефекты. Виды виброконтрольных работ	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 13. Технические средства измерения вибрации, общие требования. Простейшие переносные средства измерения и анализа вибрации. Портативные переносные средства измерения, мониторинга, диагностики технического	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ

	состояния и дефектов. Основные функции виброанализаторов, стендовых и стационарных систем измерения, анализа вибрации и защиты. Исследовательские приборы и системы	Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 14. Устройство и технические характеристики виброколлектора СК-1100, проведение виброизмерений с использованием виброколлектора с регистрацией СКЗ виброскорости и временного сигнала. Методика использования виброколлектора при текущих виброизмерениях и виброобследованиях. Определение вибропризнаков механических дефектов (расцентровка, механическое ослабление)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 15. Работа с программой «Виброанализ 2.52» в режиме анализа вибрационных сигналов, преобразования сигналов в спектры смещения, скорости, ускорения.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-3.1 ПК-3.2	Тема 16. Разработки ИрГУПС в области вибрационного контроля и диагностики. Изучение многоканального комплекса входного виброконтроля и автоматизированной диагностики дефектов вспомогательных машин электровозов «Спектр».	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Итого	64 – ОТЗ 64 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. В каком случае колебательное затухающее движение твердого тела на упруго-демпфирующем подвесе превращается в апериодическое (неколебательное)? (n - коэффициент сопротивления, ω_0 - собственная круговая частота):

А	$n = \omega_0$
Б	$n > \omega_0$
В	$n < \omega_0$
Г	нет правильного ответа

Ответ: Б.

2. Выберете правильные ответы: какую механическую величину колебаний измеряет пьезоакселирометр; метод преобразования сигнала, чтобы получить все остальные величины колебаний?

А	смещение, дифференцирование
Б	скорость, интегрирование, дифференцирование
В	ускорение, интегрирование
Г	скорость, ускорение,интегрирование

Ответ: В.

3. Выберите формулу виброскорости гармонической вибрации:

А	$V = \omega \cdot s_0 \cdot \cos(\omega^2 t)$

Б	$V = \omega \cdot s_0 \cdot \cos(\omega\ t + \varphi)$
В	$V = \omega^2 \cdot s_0 \cdot \cos(\omega\ t + \varphi)$
Г	$V = \omega^2 \cdot s_0 \cdot \cos(\omega^2 t + \varphi)$

Ответ Б.

4. Результат оценки типа и вида текущего технического состояния в момент наблюдения называется:

А	прогнозом
Б	диагнозом
В	генезом
Г	синопсисом

Ответ Б.

5. Выберете правильные ответы. Какой вид вибрационного сигнала используется при нормировании вибрации машинного оборудования на частотах свыше 3000 Гц ; от 10 – 1000 Гц ?

1) амплитуда вибросмещения; 4) СКЗ вибросмещения;
2) амплитуда виброскорости; 5) СКЗ виброскорости;
3) СКЗ виброускорения; 6) амплитуда виброускорения

А	(1) + (4)
Б	(3) + (5)
В	(2) + (6)
Г	(3) + (4)

Ответ Б.

6. Установите соответствие между видом вибрационного сигнала используемым при нормировании вибрации машинного оборудования в диапазоне частот до 10 Гц и его размерностью?

1) вибросмещение ; 4) м/с
2) виброскорость; 5) мкм
3) виброускорение; 6) м/с^2

А	(2) + (6)
Б	(3) + (4)
В	(1) + (5)
Г	(2) + (4)

Ответ: В.

7. Установите порядок действий использования вибродиагностики при ресурсных испытаниях, изготовлении и ремонте машин:

А	позволяет выявить наиболее виброактивные узлы машин, произвести безразборный контроль качества изготовления или ремонта машин, определить вид дефекта перед разборкой машин
Б	позволяет усовершенствовать конструкцию машин при проектировании, произвести безразборный контроль качества изготовления и ремонта машин, дать информацию об уровнях вибрации всех узлов перед разборкой машин
В	позволяет выявить наиболее виброактивные узлы машин, произвести контроль качества изготовления или ремонта отдельных деталей машин после их разборки, определить вид дефекта перед разборкой машин
Г	позволяет усовершенствовать конструкцию машин при проектировании, произвести безразборный контроль качества изготовления или ремонта машин, определить вид дефекта перед разборкой машин

Ответ: А.

8.Что называется пик-фактором?

А	отношение амплитуды максимального пика к средневыпрямленному значению сигнала на одной реализации по времени
Б	отношение амплитуды сигнала вибросмещения (мкм) к среднеквадратическому значению сигнала виброскорости (мм/с)
В	отношение амплитуды максимального пика к среднеквадратическому значению сигнала на одной реализации по времени
Г	отношение амплитуды сигнала вибросмещения (мкм) к средневыпрямленному значению сигнала на одной реализации по времени

Ответ: В.

9.Прогноз изменения уровня вибрации возможен на основе данных

А	вибродиагностики
Б	мониторинга вибрации
В	текущего измерения вибрации
Г	нет правильного ответа

10. Выберите правильные ответы: чему равен ПИК-фактор синусоидального сигнала; как вычисляется ПИК-фактор?

1) 1,5 4)отношение амплитуды к СКЗ;
2) $\sqrt{2}$ 5)отношение СКЗ к амплитуде;
3) 2 6) отношение СВЗ к амплитуде.

А	(1) + (5)
Б	(2) + (4)
В	(1) + (5)
Г	(3) + (6)

Ответ: Б.

11. Установите соответствие между амплитудой синусоидального сигнала вибросмещения равного 10 мкм, частотой 100 Гц.
Определить амплитуду виброскорости:

1) 3,14; 4) мм/с;
2) 6,28; 5) м/с;
3) 1 мм/с; 6) см/с.

А	(1) + (6)
Б	(3) + (5)
В	(2) + (4)
Г	(3) + (6)

Ответ: В.

12. Установите порядок действий при объяснении специфики виброакустической диагностики зарождающихся дефектов?

А	обнаружение развивающихся дефектов без остановки машинного оборудования
Б	обнаружение дефектов в деталях при разборке машин
В	обнаружение дефектов объектов электроэнергетики
Г	обнаружение дефектов объектов в ферромагнитных объектах

Ответ: А.

13.Перечислите нормируемые величины, характеризующие интенсивность периодических колебаний в диапазоне частот 10 – 1000 Гц:

А	средневыпрямленное значение
Б	среднеквадратическое значение

В	амплитуда
Г	среднеарифметическое значение

Ответ: Б.

14.В чем состоит преимущество спектрального анализа вибрации перед другими методами?

А	позволяет анализировать частотные компоненты, возбуждаемые различными источниками
Б	позволяет анализировать фазовые характеристики вибрации
В	позволяет анализировать переходные процессы при изменении параметров вибрации
Г	позволяет анализировать амплитуду

Ответ: А.

15. Выберите правильные ответы: какими признаками обладает дефект дисбаланс ротора. Верными ответами являются:

1) наличие значительных пиков на оборотной частоте f_1 ; 4) четвертой гармонике 4 f_1;

2) наличие значительного пика на оборотной частоте f_1; 5) третьей гармонике 3 f_1;

3) наличие 1- 2 гармоник оборотной частоты f_1; 6) второй гармонике 2 f_1;

А	(2) + (5)
Б	(3) + (4)
В	(1) + (6)
Г	(3) + (6)

Ответ: В.

16.Установите соответствие признаков дефекта «механические ослабления» (f_1 - оборотная частота) ?

1) f_1; 2 f_1 ; 4) возрастающей интенсивности;

2) (1 – 4) f_1 ; 5) равномерной интенсивности;

3) (1 – 10) f_1 ; 6) убывающей интенсивности.

А	(3) + (6)
Б	(2) + (5)
В	(1) + (4)
Г	(1) + (6)

Ответ: А.

17.Установить порядок действий при вибродиагностике дефекта расцентровка роторов?

А	определить наличие значительного пика на оборотной частоте f_1
Б	определить пик оборотной частоты f_1 и наличие 3- 4 гармоник оборотной частоты
В	определить наличие до 10 гармоник оборотной частоты f_1.
Г	определить наличие до 3-4 гармоник

Ответ: Б.

18. Выберите правильные ответы: какой датчик является наиболее распространенным для измерения механической вибрации и ударов; сигнал с этого датчика

1) пьезоакселирометр; 4) смещение;

2) индукционный; 5) ускорение;

3) вихретоковый; 6) скорость.

А	(2) + (4)
Б	(3) + (6)
В	(1) + (5)
Г	(1) + (6)

Ответ: В.

3.2 Типовое задание для выполнения курсовой работы

Типовые задания выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты.

Образец типового задания для выполнения курсовой работы

Курсовая работа

Раздел 1. Теория колебаний. Исследование колебательных движений материальной точки

Исходные данные расчетов (30 вариантов) приведены в учебнике: Яблонский А.А. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике/ М. Высшая школа, 2006, 390 с.

Каждый студент должны выполнить 5 теоретических заданий по своему варианту (из 30 вариантов, в соответствии с № списка группы)

Задание 1. Свободные колебания (в движении участвует масса m и упругий элемент с приведенной жесткостью $C_{пр}$ нескольких упругих элементов с параллельным или последовательным соединением. Сопротивление: $R = A_2 \cdot V = A_2 \cdot \dot{x}$ и кинематическое возмущение $\xi = A_1 \sin \omega t$ отсутствуют (A_1 =0; A_2 =0).

Найти амплитуду А, круговую частоту ω_0 c^{-1}, частоту f Гц, период Т колебаний материальной точки. Построить график колебаний.

Задание 2. Затухающие колебания с линейным сопротивлением: $R = A_2 \cdot V = A_2 \cdot \dot{x}$ (A_2 - численные значения по вариантам). Остальные условия по заданию 1.
затухающих колебаний материальной точки, декремент колебаний. Построить график колебаний.

Задание 3. Вынужденные колебания без сопротивления при кинематическом возмущении $\xi = A_1 \sin \omega t$. (A_1 - численные значения по вариантам). Остальные условия по заданию 1. (если их нет в варианте по номеру в журнале, взять из соседних вариантов)

Кинематическое возмущение $\xi = A_1 \sin \omega t$ и сопротивление $R = A_2 \cdot V = A_2 \cdot \dot{x}$

A_1 ; A_2– численные значения. Если их нет в исходном варианте, взять данные из соседнего варианта.

Построить график вынужденных колебаний. Найти амплитуду А, круговую частоту ω_1 c^{-1}, частоту f Гц, период T_1 вынужденных колебаний. Построить АЧХ вынужденных колебаний в координатах: коэффициент динамичности -относительная частота.

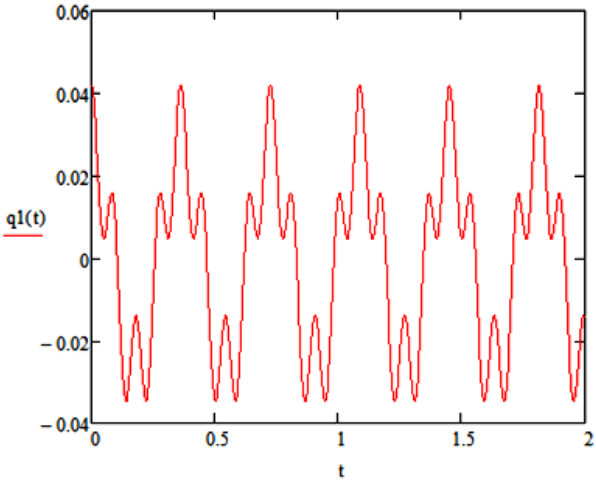
Задание 4. Вынужденные колебания с сопротивлением $R = A_2 \cdot V = A_2 \cdot \dot{x}$; $\xi = A_1 \sin \omega t$; $A_1 \neq 0$; $A_2 \neq 0$). Остальные условия по заданию 1. Кинематическое возмущение $\xi = A_1 \sin \omega t$ и сопротивление $R = A_2 \cdot V = A_2 \cdot \dot{x}$; A_1 ; A_2– численные значения. Если их нет в исходном варианте, взять данные из соседнего варианта.

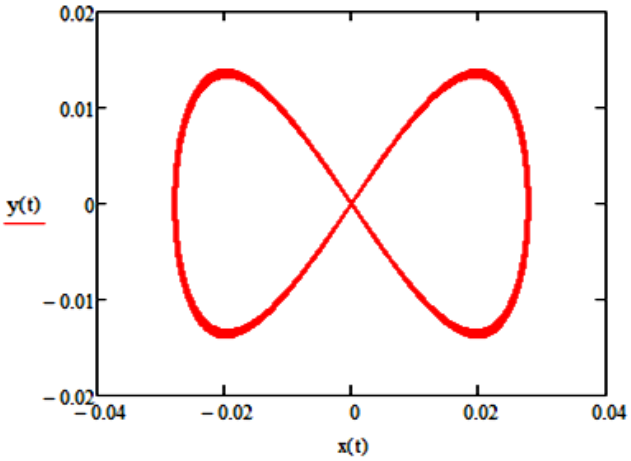
Построить график вынужденных колебаний. Найти начальную амплитуду А, круговую частоту ω_1 c^{-1}, частоту f Гц, период T_1 вынужденных колебаний. Построить АЧХ вынужденных колебаний в координатах: коэффициент динамичности -относительная частота.

Задание 5. Построить график и найти параметры (А - амплитуду,Т- период) **биений** (процесс приближения к резонансу) при приближении частот вынужденных и свободных колебаний на 10%, 1% и 0,1%
Построить график биений, проанализировать изменение амплитуды и частоты биений в момент перехода к резонансу.

Раздел 2. Анализ сложных вибрационных сигналов. Сложение периодических сигналов (полигармонические колебания) и их орбиты
Построение и анализ результирующего вибросигнала и орбит как суммы простых периодических сигналов с заданными амплитудами, круговой частотой и фазами:
A_1=1мм, A_2 =1мм, 2мм, 3мм.
1) ω_1=10 c^{-1}; ω_2=2ω_1, φ=0, π/2, π/3, π/2,
2) ω_1=10 c^{-1}; $\omega_2 = 3\cdot\omega_1$; φ=0, π/3, π/2,
3) ω_1=10 c^{-1}; ω_2=4ω_1; φ=0, π/3:

Пример временного сигнала и его орбиты





Раздел 3. Вибродиагностика механических дефектов: дисбаланс, расцентровка, ослабление крепления, дефекты подшипников.
Работа проводится с базой данных виброизмерений (около 1000 измерений) мотор-вентиляторов электровозов и обрабатывающих центров в программе «Виброанализ-2.52».
Студентам предлагается выбрать из БД 5 уникальных (неповторяющихся) сигналов виброскорости. Предлагается проанализировать сигналы и спектры виброскорости, вибросмещения и виброускорения и оценить вибрацию контролируемых машин по следующим показателям и параметрам:

1) среднеквадратические значения (СКЗ) и пиковые значения амплитуд сигналов виброскорости, вибросмещения, виброускорения;
2) спектры виброскорости, вибросмещения, виброускорения;
3) уровень вибрации по действующим нормам: допустимо, требует принятия мер, недопустимо;
4) ПИК-фактор сигнала виброскорости, характеризующий его импульсность, механический износ;
5) вид механического дефекта (дефектов) с обоснованием заключения по характерным спектральным составляющим;

По результатам анализа сигналов выдается **итоговое заключение**: а) техническое состояние машины; б) наличие развивающихся или явных дефектов; в) возможность их устранения на месте эксплуатации или вывод в ремонт; г) вид дефектной детали или узла.

Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1) Возможности обработки вибросигналов в программе «Виброанализ 2.52»

2) Преобразование вибросигналов (скорости, смещения, ускорения) в спектры;
3) Вычисление ПИК фактора;
4) Причины возникновения дисбаланса при изготовлении роторов;
5) Причины возникновения дисбаланса при сборке роторов;
6) Причины возникновения дисбаланса при эксплуатации роторов;
7) Вибрационные признаки статического дисбаланса;
8) Вибрационные признаки моментного дисбаланса;
9) Вибрационные признаки динамического дисбаланса;
10) Причины возникновения несоосности при эксплуатации, изготовлении и сборке;
11) Вибрационные признаки радиальной несоосности валов;
12) Вибрационные признаки угловой несоосности валов;
13) Вибрационные признаки радиальной и угловой несоосности валов одновременно;
14) Вибрационные признаки перекоса подшипников при сборке;
15) Причины возникновения механических ослаблений при изготовлении, сборке и эксплуатации;
16) Вибрационные признаки ослабления крепления машины к основанию;
17) Вибрационные признаки ослабления неподвижных соединений внутри машины;
18) Вибрационные признаки ослабления подвижных соединений (люфтов) внутри машины;
19) Вибрационные признаки задеваний вращающегося ротора
20) Причины возникновения задеваний ротора.

3.3 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. Свободные колебания без сопротивления. Уравнения в тригонометрической и амплитудной формах. Начальные условия.
2. Затухающие колебания, уравнения. Случаи малого сопротивления, большого сопротивления. Виды временного сигнала.
3. Вынужденные колебания без сопротивления, уравнения. Резонанс. Амплитудно-частотная характеристика.
4. Уравнения вынужденных колебаний с сопротивлением и их решение. Резонанс.
5. Биения. Уравнения биений. Появление и развитие биений при приближении к резонансу.
6. Вибрация - как один из комплексных параметров ТС. Низкочастотная, среднечастотная и высокочастотная вибрация.
7. Параметры вибросигнала: амплитуда, период, пиковое, среднеквадратическое, средне-выпрямленное значения. Формы вибрационных процессов.
8. Параметры моногармонических колебаний, амплитуда, частота, период.
9. Почти периодические колебания и переходные процессы
10. Единицы измерения вибрации (вибросмещения, виброскорости, виброускорения). Измерение вибрации в относительных единицах.
11. Классификация моделей сигналов, фильтрация вибросигналов
12. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Параметры вибросигналов и их взаимосвязь.
13. Анализ уровней и спектральных компонентов вибрации
14. Анализ высокочастотных составляющих вибрации, метод огибающих, его достоинства и недостатки.
15. Анализ ударных импульсов. Метод анализа импульсных составляющих вибрации (пик-фактор)
16. Нормирование вибрации, определение технического состояния машинного оборудования в соответствии с нормами
17. Статический, моментный и динамический дисбаланс. Причины дисбаланса: при проектировании, при изготовлении, при эксплуатации.

18. Вибродиагностические признаки (временной сигнал, спектр) статического, моментного и динамического дисбаланса.
19. Вибродиагностические признаки (временной сигнал, спектр) угловой и радиальной расцентровки, несоосности опор
20. Механические ослабления опор, неподвижных соединений, люфты подвижных соединений.
21. Дефекты подшипников качения. Причины дефектов подшипников качения: при проектировании, при изготовлении, при эксплуатации.
22. Переносные приборы измерения и анализа вибросигналов. Виброметры, виброколлекторы, вибросборщики
23. Принципиальная схема виброколлектора (на примере СК-1100). Назначение, основные характеристики.
24. Стационарные системы вибрационного контроля и защиты оборудования. Назначение, состав и возможности
25. Возможности анализа спектральных характеристик сигналов в программе
26. «Виброанализ 2.52»

3.4 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

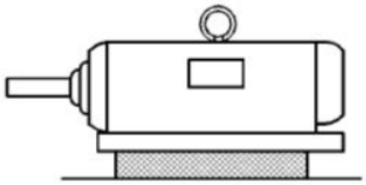
1. Параметры свободных колебаний: амплитуда, фаза, частота, круговая частота, период. Зависимость сигнала от времени.
2. Параметры затухающих колебаний: частота, период, декремент затухания, относительное сопротивление.
3. Определение коэффициента динамичности и фазо-частотной характеристики.
4. Амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики при вынужденных колебаниях и их зависимость от коэффициента относительного сопротивления.
5. Зависимость амплитуды и периода биений от разности вынужденной и собственной частот.
6. Назначение и область использования технической диагностики и вибродиагностики в частности.
7. Вибродиагностика, вибромониторинг и прогноз изменения вибрационного состояния машинного оборудования
8. Параметры вибросигналов: виброперемещение, виброскорость, виброускорение, . Их характеристики и взаимосвязь на примере моногармонической вибрации.
9. Параметры полигармонических колебаний
10. Низкочастотная вибрация
11. Среднечастотная и высокочастотная вибрация
12. Дискретизация аналогового вибросигнала.
13. Квантование дискретного вибросигнала
14. Спектр периодической аналоговой функции. Преобразование Фурье.
15. Спектр непериодической аналоговой функции
16. Анализ временного сигнала.
17. Частотный анализ с постоянной абсолютной шириной полосы пропускания Октавный и третьоктавный фильтры
18. Виды виброконтрольных работ (текущие виброизмерения и виброобследования)
19. Методика проведения измерений вибрации, точки и направление измерений, критерии
    оценки
20. Методы крепления датчиков вибрации, частотные диапазоны различных способов крепления датчиков
21. Угловая и радиальная расцентровка, несоосность опор. Причины расцентровки: при проектировании, при изготовлении, при эксплуатации.
22. Причины механических ослаблений и люфтов: при проектировании, при изготовлении, при эксплуатации.

23. Вибродиагностические признаки (временной сигнал, спектр). механических ослаблений и люфтов
24. Задевания вращающихся масс. Вибродиагностические признаки задеваний.
25. Вибродиагностические признаки (временной сигнал, спектр) дефектов подшипников качения.
26. Назначение и основные возможности программы «Виброанализ 2.52»
27. Работа с программой «Виброанализ-2.52. Возможности преобразования сигнала.
28. Работа с программой «Виброанализ-2.52. Инструменты анализа вибросигнала.
29. Преобразование спектра и анализ спектра в программе «Виброанализ 2.52»

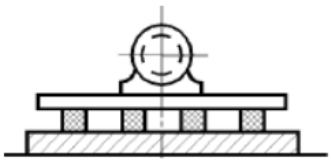
3.5 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

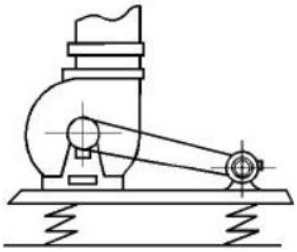
1. Определить какая часть динамических сил от вибрации частотой 100Гц, создающейся электродвигателем, будет изолирована прокладкой из резины средней жесткости толщиной 5см.



2. Рассчитать виброизоляцию электродвигателя весом 1000 Н с числом оборотов n=3000 об/мин.



3. Установить эффективность виброизоляции вентиляционной установки с электрическим приводом, если вес установки P = 1300кгс, частота вращения вала электродвигателя n = 850об/мин., количество виброизоляторов (с одной пружиной) N = 4шт., допустимая амплитуда смещения az = 0,12мм.



4. Определить, на сколько децибел улучшится виброизоляция на частоте вращения вентилятора f , если жесткость амортизаторов уменьшить вдвое. Вентиляционная установка закреплена с помощью амортизаторов на перекрытии складского помещения. Статический прогиб амортизаторов Хст = 5мм.
5. Определить амплитудное значение виброускорения,если колеблюющийсяобъект испытывает перемещение1 мм частотой 15, 9155 Гц.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

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

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста
Курсовая работа	Ход выполнения разделов курсовой работы в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствие со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия. В ходе защиты курсовой работы обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовую работу после завершения защиты, учитывая уровень ее защиты

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

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

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

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

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

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Образец экзаменационного билета

ИРГУПС 20__-20__ учебный год	**Экзаменационный билет № 1** **по дисциплине «<u>Вибрационный контроль</u>»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____

1. Вынужденные колебания без сопротивления, уравнения. Резонанс. Амплитудно-частотная характеристика. Коэффициент динамичности. Фазо-частотная характеристика.
2. Параметры вибросигналов: виброперемещение, виброскорость, виброускорение. Их характеристики и взаимосвязь на примере моногармонической вибрации.
3. Принципиальная схема виброколлектора (на примере СК-1100). Назначение, основные характеристики.
4. Рассчитать виброизоляцию электродвигателя весом 1000 Н с числом оборотов n=3000 об/мин.