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.06.01 Вибрационный и тепловой контроль и диагностика

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение
Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника – Магистр
Форма и срок обучения – очная форма 2 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) – 34
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 1 семестр, курсовая работа 1 семестр

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

Семестр	1	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51/34	**51/34**
– лекции	17	**17**
– практические (семинарские)	34/34	**34/34**
– лабораторные		
Самостоятельная работа	57	**57**
Экзамен	36	**36**
Итого	144/34	**144/34**

* 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 – магистратура по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.09.2017 № 957.

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	ознакомление с передовыми методами, приборами и системами контроля и диагностики вибрационного и теплового контроля
2	ознакомление с научными основами методов вибрационного и теплового контроля и диагностики параметров технического состояния объектов в процессе их функционирования
3	формирование у обучающихся знаний по исследованию, разработке и технологии применения приборов и систем вибрационного и теплового контроля для получения, регистрации и обработки информации об окружающей среде и технических объектов
1.2 Задачи дисциплины	
1	освоение всех современных разделов дисциплины вибрационного и теплового контроля на основе измерения и регистрации физических величин и технической диагностики
2	овладение навыками в проведении исследований, математического моделирования, физических экспериментов и обработки данных
3	выработка у обучающихся навыков самостоятельной учебной и научной деятельности

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	Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.В.ДВ.02.01 Информационные технологии в приборостроении
2	Б1.В.ДВ.03.01 Визуальный и оптический контроль и диагностика
3	Б1.В.ДВ.04.01 Защита информации и информационная безопасность
4	Б1.В.ДВ.05.01 Акустический контроль и диагностика
5	Б1.В.ДВ.07.01 Контроль проникающими веществами
6	Б1.В.ДВ.08.01 Электромагнитный контроль и диагностика
7	Б1.В.ДВ.09.01 Радиационный контроль и диагностика
8	Б2.О.04(П) Производственная - эксплуатационная практика
9	Б2.О.05(Пд) Производственная - преддипломная практика
10	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
11	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы
12	ФТД.02 Инженерное творчество

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-1 Способен к научным исследованиям в области оптического приборостроения, оптических материалах и технологий	ПК-1.1 Анализирует научно-техническую информацию по разработке оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	Знать: методы поиска и анализа научнотехнической информации по разработке электронных приборов и комплексов вибрационного и теплового контроля; теорию, принципы действия, элементную базу систем и приборов вибрационного и теплового контроля; методологию и основные этапы разработки приборов и комплексов вибрационного и теплового контроля; алгоритмы и программное обеспечение обработки информации приборов вибрационного и теплового контроля
		Уметь: разрабатывать технологическую и нормативную документацию по неразрушающему контролю контролируе-мого объекта, производить необходимые проектные расчеты; проводить исследования в области разработки приборов и комплексов вибрационного и теплового контроля
		Владеть: навыками разработки технологической и нормативной документации по неразрушающему контролю контролируемого объекта,

		способами проектирования приборов и систем теплово-го контроля с заданными характеристиками.
ПК-3 Способен к управлению системой контроля технического состояния и технического диагностирования на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	ПК-3.2 Оценивает техническое состояние объектов и сооружений нефтегазового комплекса, разрабатывает мероприятия по снижению эксплуатационных рисков по данным неразрушающего контроля и (или) испытаний	Знать: методы внедрения инновационных разработок, средств механизации и автоматизации неразрушающего контроля; методы выявления дефектов узлов и агрегатов оборудования перспективных к обнаружению вибрационным и тепловым методами контроля; эффективные методы, алгоритмы и программы обработки информации о результатах вибрационных и тепловых измерений
		Уметь: внедрять инновационные разработки, средства механизации и автоматизации неразрушающего контроля; применять известные методы выявления дефектов узлов и агрегатов оборудования перспективных к обнаруже-нию вибрационным и тепловым методами контроля; использовать эффективные методы, алгоритмы и программы обработки информации о результатах вибрационных и тепловых измерений для проведения контрольно-диагностических операций
		Владеть: методами управления системой контроля технического состояния и диагностики оборудования предприятий и транспорта, в том числе нефтегазового комплекса; методами оценки технического состояния оборудования предприятий и транспорта, в том числе нефтегазового комплекса.

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. Теоретические основы вибрационного метода контроля и балансировки роторов.**						
1.1	Тема 1. Динамические реакции опор вращающихся масс. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность роторов, элементы теории. Балансировочная техника. Балансировка машин в процессе эксплуатации (приборы и программы).	1	2	4/4		7	ПК-1.1 ПК-3.2
2.0	**Раздел 2. Методики измерения и анализа сложных вибрационных сигналов, диагностики дефектов машин.**						
2.1	Тема 2. Определение собственных частот машинного оборудования и выявление резонансных колебаний. Принцип работы, устройство и технические характеристики виброанализаторов. Программное обеспечение анализа и диагностики состояния машин и оборудования.	1	2	5/5		7	ПК-1.1 ПК-3.2
2.2	Тема 3. Методика определения собственных частот машин методом ударных импульсов. Модальный анализ. Настройка прибора STD-3300 и сбор данных в режиме «Выбег». Анализ данных и определение собственных частот при колебаниях по обобщенным координатам.	1	3	4/4		7	ПК-1.1 ПК-3.2
2.3	Тема 4. Основные характеристики, функции и работа стендовых и стационарных систем измерения, анализа вибрации и защиты. Принцип работы, устройство и технические характеристики многоканальных системы стационарного вибромониторинга, защиты и диагностики состояния машинного оборудования.	1	2	4/4		7	ПК-1.1 ПК-3.2
3.0	**Раздел 3. Теоретические основы теплового метода контроля и диагностики.**						

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
3.1	Тема 5. Основы активного и пассивного теплового ТК. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения. Законы излучения. Обработка результатов измерений. Коэффициенты излучения и их измерение.	1	2	4/4		7	ПК-1.1 ПК-3.2
3.2	Тема 6. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия. Параметры инфракрасных приемников излучения. Фотоэмиссионные и фотонные детекторы. Фотоприемники и их виды.	1	2	5/5		8	ПК-1.1 ПК-3.2
4.0	**Раздел 4. Инженерные методики и технологии теплового контроля.**						
4.1	Тема 7.Сканирующие и матричные, коротковолновые и длинноволновые тепловизоры и их характеристики. Термографы. Окна прозрачности атмосферы.	1	2	4/4		7	ПК-1.1 ПК-3.2
4.2	Тема 8. Программные средства термоанализа. Тепловизор FLIR-E60. Программа «TermoFit PRO» и ее использование с применением тепловизора FLIR-E60.	1	2	4/4		7	ПК-1.1 ПК-3.2
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	1	36				ПК-1.1 ПК-3.2
	Курсовая работа	1					ПК-1.1 ПК-3.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	34/34		57	

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	Алексенко, В. М. Тепловая диагностика элементов подвижного состава : Монография / В. М. Алексенко. М. : Маршрут, 2006. - 396с.	35
6.1.1.2	Левин, В. Е. Вибродиагностика машин и механизмов : учебное пособие / В. Е. Левин, Л. Н. Патрикеев ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 108 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228972 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учеб. пособие - Изд. 2-е, испр. и доп. / В. В. Носов. СПб. : Лань, 2012. - 375с.	12
6.1.2.2	Зусман, Г. В. Вибродиагностика : учеб. пособие / Г. В. Зусман, А. В. Барков ; ред. В. В. Клюев. М. : Спектр, 2011. - 2014с.	10
6.1.2.3	Будадин, О. Н. Тепловой контроль : учеб. пособие - 2-е изд. / О. Н. Будадин, В. П. Вавилов, Е. В. Абрамова ; ред. В. В. Клюев. М. : Спектр, 2013. - 171.00с.	10

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.06.01 Вибрационный и тепловой контроль по направлению подготовки – 12.04.01 Приборостроение, профилю подготовки «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_5786_1408_2022_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
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 и тепловой контроль и диагностика» 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 и тепловой контроль и диагностика» участвует в формировании компетенций:

ПК-1. Способен к научным исследованиям в области оптического приборостроения, оптических материалах и технологий

ПК-3. Способен к управлению системой контроля технического состояния и технического диагностирования на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
1 семестр				
1.0	**Раздел 1. Теоретические основы вибрационного метода контроля и балансировки роторов**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Динамические реакции опор вращающихся масс. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность роторов, элементы теории. Балансировочная техника. Балансировка машин в процессе эксплуатации (приборы и программы).	ПК-1.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
2.0	**Раздел 2. Методики измерения и анализа сложных вибрационных сигналов, диагностики дефектов машин**			
2.1	Текущий контроль	Тема 2. Определение собственных частот машинного оборудования и выявление резонансных колебаний. Принцип работы, устройство и технические характеристики виброанализаторов. Программное обеспечение анализа и диагностики состояния машин и оборудования.	ПК-1.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.2	Текущий контроль	Тема 3. Методика определения собственных частот машин методом ударных импульсов. Модальный анализ. Настройка прибора STD-3300 и сбор данных в режиме «Выбег». Анализ данных и определение собственных частот при колебаниях по обобщенным координатам.	ПК-1.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
2.3	Текущий контроль	Тема 4. Основные характеристики, функции и работа стендовых и стационарных систем измерения, анализа вибрации и защиты. Принцип работы, устройство и технические характеристики многоканальных системы стационарного вибромониторинга, защиты и диагностики состояния машинного оборудования.	ПК-1.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)

3.0	**Раздел 3. Теоретические основы теплового метода контроля и диагностики**			
3.1	Текущий контроль	Тема 5. Основы активного и пассивного теплового ТК. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения. Законы излучения. Обработка результатов измерений. Коэффициенты излучения и их измерение.	ПК-1.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии)
3.2	Текущий контроль	Тема 6. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия. Параметры инфракрасных приемников излучения. Фотоэмиссионные и фотонные детекторы. Фотоприемники и их виды.	ПК-1.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
4.0	**Раздел 4. Инженерные методики и технологии теплового контроля**			
4.1	Текущий контроль	Тема 7.Сканирующие и матричные, коротковолновые и длинноволновые тепловизоры и их характеристики. Термографы. Окна прозрачности атмосферы.	ПК-1.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
4.2	Текущий контроль	Тема 8. Программные средства термоанализа. Тепловизор FLIR-E60. Программа «TermoFit PRO» и ее использование с применением тепловизора FLIR-E60.	ПК-1.1 ПК-3.2	Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Тестирование (компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Теоретические основы вибрационного метода контроля и балансировки роторов. Раздел 2. Методики измерения и анализа сложных вибрационных сигналов, диагностики дефектов машин. Раздел 2. Методики измерения и анализа сложных вибрационных сигналов, диагностики дефектов машин. Раздел 3. Теоретические основы теплового метода контроля и диагностики. Раздел 4. Инженерные методики и технологии теплового контроля.	ПК-1.1 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	Высокий

	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	
«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-1.1 ПК-3.2	Тема 1. Динамические реакции опор вращающихся масс. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность роторов, элементы теории. Балансировочная техника. Балансировка машин в процессе эксплуатации (приборы и программы).	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 2. Определение собственных частот машинного оборудования и выявление резонансных колебаний. Принцип работы, устройство и технические характеристики виброанализаторов. Программное обеспечение анализа и диагностики состояния машин и оборудования.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ

ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 3. Методика определения собственных частот машин методом ударных импульсов. Модальный анализ. Настройка прибора STD-3300 и сбор данных в режиме «Выбег». Анализ данных и определение собственных частот при колебаниях по обобщенным координатам.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 4. Основные характеристики, функции и работа стендовых и стационарных систем измерения, анализа вибрации и защиты. Принцип работы, устройство и технические характеристики многоканальных системы стационарного вибромониторинга, защиты и диагностики состояния машинного оборудования.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 5. Основы активного и пассивного теплового ТК. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения. Законы излучения. Обработка результатов измерений. Коэффициенты излучения и их измерение.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 6. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия. Параметры инфракрасных приемников излучения. Фотоэмиссионные и фотонные детекторы. Фотоприемники и их виды.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 7.Сканирующие и матричные, коротковолновые и длинноволновые тепловизоры и их характеристики. Термографы. Окна прозрачности атмосферы.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 8. Программные средства термоанализа. Тепловизор FLIR-E60. Программа «TermoFit PRO» и ее использование с применением тепловизора FLIR-E60.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Итого	40 – ОТЗ 40 – 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.

3.2 Типовое задание для выполнения курсовой работы

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

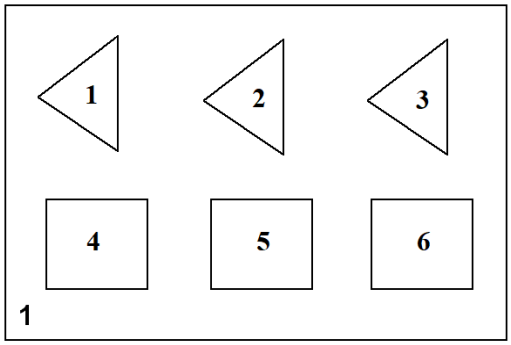
Ниже приведен образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты.

Образец типового задания для выполнения курсовой работы

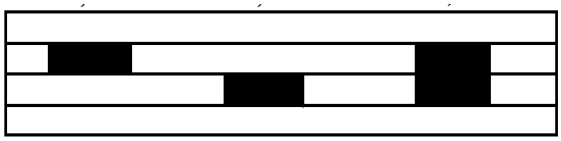
Определение скрытых дефектов в образцах. Применение активного и пассивного теплового контроля в различных областях промышленности и человеческой деятельности.

Имеются 3 образца, состоящих из 4-х склеенных слоев, толщиной по 1,5 мм каждый со скрытыми дефектами. Материал образцов - поливинилхлорид (ПВХ). Образцы имеют 3 разновидности скрытых дефектов:

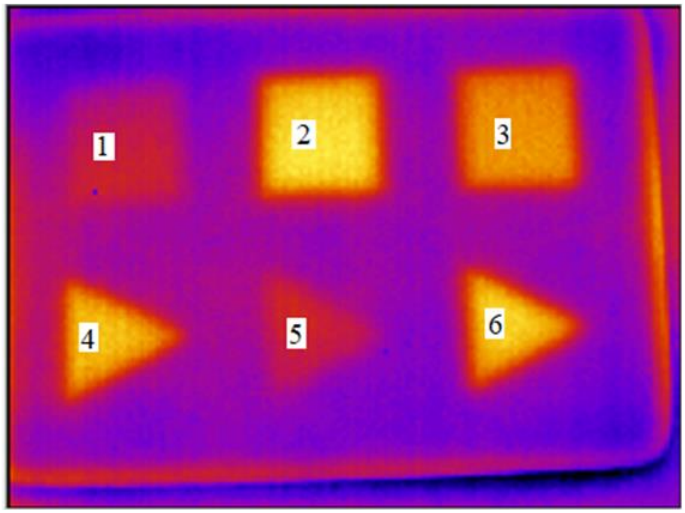
Образец №1. Имеются внутренние пустоты разной толщины и конфигурации (образец №1) во 2-ом или 3-ем слоях, или во 2-ом и 3-ем слоях одновременно. форма пустот: квадрат или треугольник;



Вид в плане

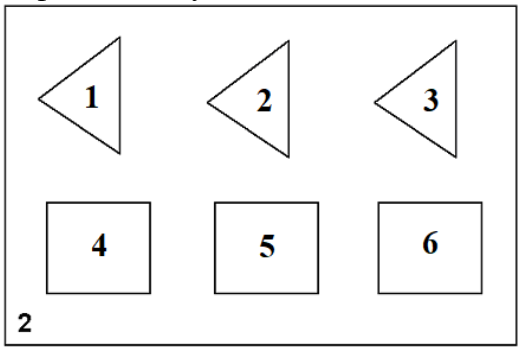


Вид в сечении

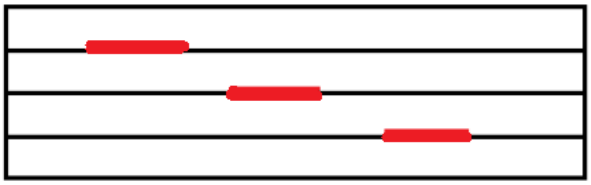


Термограмма образца №1 через 30 сек. после начала охлаждения.

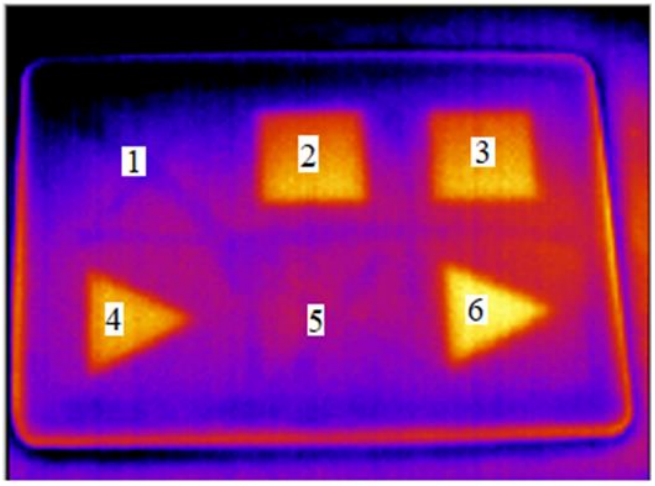
Образец №2. Между слоями имеются 6 дефектов аналогичной формы в виде непроклея, по 2 дефекта между слоями 1-2; 2-3; 3-4.



Вид в плане

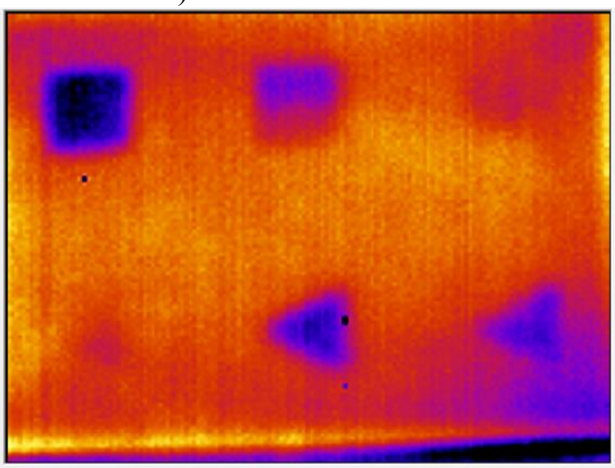


Вид в сечении



Термограмма образца №2 через 18 сек. после начала охлаждения

Образец №3. По форме аналогичен образцу №1, но пустоты заполнены металлом (пластинки из алюминия).


Термограмма образца №3 через 24 сек. после начала охлаждения

На каждый образец имеются массивы данных распределения изменения температуры по верхней поверхности каждого образца с шагом по времени 20 сек. при активном способе теплового контроля. Образец №1 – 3 массива измерений поверхностной температуры (1а,1в,1с); образец №2 – 2 массива измерений (2а, 2в); образец №3 – 3 массива измерений (3а, 3в, 3с). Каждый массив содержит 25-30 измерений поверхностной температуры образцов, проведенных с использованием тепловизора IRI-4010. Нагрев образцов производился тепловым воздушным нагревателем (фен) в течении 15-20 сек.

Таким образом, имеется 18 вариантов массива данных распределения температуры по поверхности каждого из 3 образцов при их конвекционном нагреве и охлаждении.

Каждому студенту выдается свой вариант массива данных термоизмерений.

Задание 1.Требуется определить форму, глубину залегания, толщину и расположение на образце каждого дефекта.

Задание выполняется с использованием возможностей сервисной программы обработки тепловизионных данных IRISYS 4010 тепловизора IRI 4010 в следующей последовательности:

1. На каждой термограмме образцов из массива тепловизионных данных необходимо выделять 10 характерных точек: по 1-ой точке в центре каждого дефекта и в 4-х точках в углах каждого образца (вне расположения дефектов). Все данные по распределению температуры в этих характерных точках в каждый момент времени охлаждения образца заносим в таблицу №1 экспериментальных данных температурных областей образца. Таблица содержит 12 колонок: 10 колонок для характерных точек, в 2-х колонках указывается текущее время

измерения температуры и средня температура поверхности образца вне расположения дефектов $T_{nd} = \frac{\sum_{i=1}^{i=4} T_{ndi}}{4}$

Вычисляем отклонения температуры дефектов от температуры бездефектной области по формуле: $\Delta T = T_d - T_{nd}$ - температурные сигналы дефектов. Полученные данные заносятся в таблицу №2 (7 колонок, время и температурные сигналы дефектов)

$$\Delta T = T_d - T_{nd}. \quad (1)$$

Рассчитываем значения ***температурных контрастов*** для каждой дефектной области по формуле: $C^{run} = \frac{\Delta T}{T_{nd}}$ (также 7 колонок). По данных температурных контрастов строятся графики. По результатам на основе теоретических данных лекций и практик, в результате сравнительного анализа данных каждого графика составляется заключение о расположении дефектов в каждом из 3-х образцов.

При защите курсовой работы обучающиеся должны обосновать свое заключение графическими материалами и содержанием термограмм в начале, середине и конце процесса охлаждения образцов.

При формировании заключения необходимо обязательно учитывать:
- теплофизические характеристики материалов образца и дефектов;
- зависимость от времени охлаждения температурных сигналов и температурных контрастов;
- инвариантность температурных контрастов к температуре бездефектной области;
- влияние на величину и изменение температурных контрастов во времени глубины залегания, толщины и площади дефектов;
- феноменологические модели прохождения теплового сигнала (пакета тепловой энергии) от передней поверхности образца, его отражения от дефекта на границе раздела двух сред (или пропускания в глубину образца);
- приближенную оценку оптимального времени обнаружения подповерхностного дефекта с учетом коэффициента температуропроводности;
- характер распространения тепловых волн в полуограниченном адиабатическом теле.

Задание 2. Применение активного и пассивного теплового контроля в различных областях промышленности и человеческой деятельности.

На основе данных учебной и технической литературы, данных сайтов производителей и потребителей тепловизионной аппаратуры и Интернета студенты готовят материалы данного раздела и делают индивидуальную презентацию по теме области и методы использования инфракрасных приборов (тепловизоров, термографов, пирометров) в различных отраслях промышленности и человеческой деятельности.

Данный раздел должен содержать материалы раскрывающие области эффективного использования тепловизионных приборов и программ обработки данных с конкретными примерами, с данными о типах тепловизоров наиболее подходящих по техническим характеристикам к данной задаче.

По результатам материалов курсовой работы студенты готовят презентацию доклада с которым выступают на занятиях.

Возможные области эффективного использования тепловизионной техники и методов активного и пассивного теплового контроля:
1) Электроэнергетика;
2) Теплоэнергетика:
3) Строительство;
4) Коммунальное хозяйство;
5) Металлургия;
6) Машиностроение;
7) Авиация;
8) Железнодорожный транспорт;

9) Автомобильный транспорт;
10) Горнодобывающая промышленность;
11) Авиационная техника;
12) Противопожарная безопасность;
13) Военное дело;
14) Аэрофотосъемка;
15) Охрана окружающей среды;
16) Криминалистика;
17) Экспертиза произведений исскуства;
18) Химическая промышленность;
19) Микроэлектроника;
20) Медицина.

Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1. Как определить форму, глубину залегания и толщину дефекта?
2. В каких областях промышленности и человеческой деятельности применяется активный теплового контроль?
3. В каких областях промышленности и человеческой деятельности применяется пассивный теплового контроль?
4. Что такое термограмма?
5. Принцип работы тепловизионных приборов.

3.3 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1.Динамические реакции опор вращающихся масс. Уравнения статической, моментной и динамической неуравновешенности.

2. Условия статической, моментной и динамической неуравновешенности роторов. Методы статической и динамической балансировки роторов машин (в одной и двух плоскостях).

3. Балансировка. Представление вибрации как векторной величины (амплитуда, фаза), операции с векторами вибрации (умножение, деление, сложение, вычитание), приведение фаз к диапазону 0-360 градусов и амплитуд к положительному значению.

4. Программа мониторинга и анализа вибросигналов «Вибродизайнер- стандарт». Мониторинг, прогноз и диагностика дефектов по форме волны, амплитудам и частотам спектра.

5. Назначение и характеристики многоканальной стендовой аппаратуры измерения и анализа вибрации (на примере СТД-2160).

6. Настройка (конфигурирование) и работа многоканальной стендовой аппаратуры измерения и анализа вибрации в полосах частот (на примере СТД-2160).

7. Основные характеристики, функции и работа стендовых систем измерения, анализа вибрации и защиты». Принцип работы, устройство и технические характеристики

8. Датчики абсолютной вибрации инерционного действия. Пьезоэлектрические акселерометры. Принцип действия и разновидности. Поверка датчиков с использованием вибростендов.

9. Датчики относительной вибрации. Индукционные и вихретоковые датчики вибрации. Лазерный виброметр.

10. Дефекты подшипников скольжения и их причины. .Неравномерности зазора, люфты, задевания в подшипниках скольжения. Диагностические признаки дефектов: поверхностей вкладыша. неправильный монтаж подшипников.

11. Дефекты подшипников скольжения. Диагностические признаки дефектов: потеря устойчивости вала на масляном слое подшипников; Вихревая смазка, биение опорных подш

12. Дефекты и вибродиагностические признаки пневматических машин – компрессоров. Вихреобразование. Неоднородность потока, дефекты лопаток ротора и направляющего лопаточного аппарата Турбулентные пульсации давления. Помпаж.

13. Дефекты и вибродиагностика гидравлических турбин. и центробежных насосов Кавитации и ее формы. Пульсация потока жидкости на входе или выходе из насоса. Гидравлическая неуравновешенность ротора.

14. Основы активного и пассивного теплового ТК. Процедуры и способы нагрева при активном ТК.

15. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения.

16. Законы Планка, Стефана-Больцмана, формула Вина.

17. Законы Ламберта и Киргофа. Коэффициенты излучения и их влияние на результаты измерения.

18. Пирометры. Назначение и технические характеристики пирометров. Работа с пирометрами. Влияние коэффициентов излучения на результаты измерения.

19. Пирометры. Влияние коэффициента визирования, расстояния до объекта контроля и его размеров на результаты измерения

20. Контактные датчики температуры: термопары, термометры сопротивления.

21. Контактные датчики температуры: термисторы, датчики на основе интегральных схем.

22. Определение параметров скрытых дефектов (дефектометрия). Количественная оценка коррозии. Обратная задача термодиагностики. Определение глубины залегания дефектов.

23. Типы электрических дефектов: ослабление, окисление контактов, дефекты изоляции и охлаждения. Классификация тепловых дефектов. Погрешности термоконтроля.

24. Методика термодиагностики электрических установок. Абсолютные и относительные нормы допустимых температур. Коэффициенты излучения их влияние на показания тепловизоров.

25. Окна прозрачности атмосферы. Оптика и оптические характеристики тепловизоров Технические характеристики тепловизора IRI 4010.

3.4 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Балансировка машин в процессе эксплуатации. Методика балансировки с использованием прибора STD-3ЗОО и программы «Вибродизайнер-Стандарт»: предварительное измерение вибрации ротора, установка пробных масс, расчет величины и угла установки корректирующих масс.

2. Балансировочные стенды Балансировка машин в процессе эксплуатации . Балансировка с использованием виброанализатора СТД-3300 и программы Вибродизайнер-стандарт..

3. Проведение измерений с использованием виброанализатора СТД 3300 в режиме «Анализ вибрации». Сбор данных, выбор маршрута, точки и режим сбора и отображения вибрационных данных.

4. Виброанализатор STD-3300. Снятие амплитудно-частотной характеристик в режиме «Выбег». Настройка прибора и сбор данных в режиме «Выбега».

5. Определение собственных частот машинного оборудования методом ударных импульсов. Анализ данных и определение резонансных частот. Метод модального анализа.

6. Дефекты зубчатых передач .Характерные частоты колебаний зубчатых передач. Диагностика износа, выкрашивания зубьев, заедания зубчатых колес, трещин и поломок зубьев.

7. Метод огибающих при диагностике подшипников качения и зубчатых передач. Стенды входного контроля подшипников

8. Дефекты ременных передач. Характерные дефекты и частоты ременных передач.

9. Асинхронные электродвигатели и их дефекты. Конструктивные параметры электродвигателей, вычисление характерных диагностических частот. Механические дефекты электродвигателей.

10. Асинхронные электродвигатели Диагностические признаки повреждения стержней ротора, несимметрия и нелинейные искажения питающего тока, статический эксцентриситет в зазоре статора и ротора,

11. Асинхронные электродвигатели межвитковые замыкания в обмотках статора, динамический эксцентриситет (эллипсность ротора), пульсация магнитного потока. Диагностика дефектов двигателей постоянного тока

12. Модульные исследовательские приборы и программы(фирмы NI, Матлаб и др.). Бортовые системы виброконтроля. Разработки многоканальных систем входного виброконтроля электровозов.

13.Комплекс вибро- ударозащиты и диагностики мотор-шпинделей обрабатывающих центров (СВУЗ ДМШ). Программы мониторинга, диагностики, определения амплитудно-частотных характеристик станков.

14. Приемники (датчики) инфракрасного излучения, параметры и принцип действия.

15. Тепловые и фотонные приемники излучения, их разновидности и характеристики.

16. Матричные фотоприемники: микроболометрические и фотонные матрицы, их особенности.

17. Структура болометрических матриц. Монолитные и гибридные матрицы.

18. Интегральные датчики температуры: жидкокристаллические термоиндикаторы, термоиндикаторы плавления.

19. Программа моделирования температурных полей с внутренними дефектами «TermoCalc». Ее назначение и основные функции при обработке термоизображений.

20. Программа «TermoVtew» тепловизора IRI 4010. Работа с программой. Панель меню, панель инструментов. Параметры измерений, система просмотра, передача данных с тепловизора в программу.

21. Термодиагностика зданий. Типы дефектов зданий, выявляемых термодиагностикой. Контролируемые величины. Методика измерения и обработки параметров теплового потока через ограждающие конструкции. Нормативная база.

22. Прибор измерения плотности теплового потока ИПП-2 Назначение, состав, технические характеристики.

23. Сканирующие и матричные, коротковолновые и длинноволновые тепловизоры

24. Технические характеристики тепловизоров (на примере тепловизоров FLIR-E60. Техника измерения, корректировка регистрируемой температуры. Измерение температуры быстропротекающих процессов.

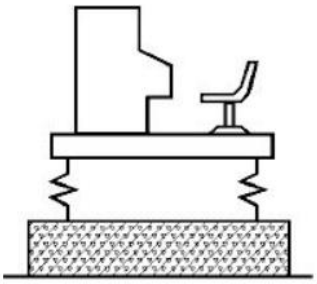
25. Назначение, состав, основные характеристики КТСМ. Контроль температуры букс подвижного состава при движении. Структура и принципы функционирования системы КТСМ.

26. Контроль теплового состояния электровозов и тепловозов с использованием тепловизионных комплексов. Нормативная база и выявляемые дефекты локомотивов. Методика тепловых испытаний локомотивов.

3.5 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Рассчитать виброизоляцию рабочего места оператора с обеспечением допустимых параметров вибрации, если рабочее место размещено на виброизолируемой железобетонной плите размерами 1,5 х 1,0 х 0,1 м, весом 3300 Н, виброскорость рабочего места на частоте 63 Гц V = 0,08 м/ч, виброизоляторы – металлические пружины.



2. 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 = 5 мм.
3. Пусть стена здания находится при температуре T = 263 K. Температура окружающей среды и облачного неба T_{amb} = 258 K. Какова будет погрешность определения температуры штукатурки с помощью тепловизора, работающего в диапазоне длин волн 7-14 мкм, если значение коэффициента излучения в тепловизоре установлено для кирпичной кладки (ε = 0,94)?
4. Определить толщину тепловой изоляции, выполненной из шлаковаты. Удельные потери теплоты через изоляционный слой составляют 523 Вт/м2 , температуры его поверхностей 700 и 40 °C. Коэффициент теплопроводности шлаковаты λ = 0,058 + 0,000145t.
5. Определите долю мощности оптического излучения, поглощаемого в фотоприемнике на квантовых ямах. Излучение падает перпендикулярно к поверхности фотоприемника. Коэффициент поглощения излучения в узкозонном полупроводнике α = 7·103 см-1, коэффициенты отражения от границ раздела узкозонного и широкозонного проводников R_1 = 0,01 и R_2 = 0,02, толщина слоя узкозонного проводника d = 5 нм, число периодов фотоприемной структуры n = 50.

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 и тепловой контроль и диагностика</u>»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____

1. Условия статической, моментной и динамической неуравновешенности роторов. Методы статической и динамической балансировки роторов машин (в одной и двух плоскостях).

2. Датчики относительной вибрации. Индукционные и вихретоковые датчики вибрации. Лазерный виброметр.

3. Асинхронные электродвигатели и их дефекты. Конструктивные параметры электродвигателей, вычисление характерных диагностических частот. Механические дефекты электродвигателей.

4. Пусть стена здания находится при температуре T = 263 K. Температура окружающей среды и облачного неба T_{amb} = 258 K. Какова будет погрешность определения температуры штукатурки с помощью тепловизора, работающего в диапазоне длин волн 7-14 мкм, если значение коэффициента излучения в тепловизоре установлено для кирпичной кладки (ε = 0,94)?