

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.06.02 Современные методы технической диагностики**

**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
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	51/34	<b>51/34</b>
– лекции	17	<b>17</b>
– практические (семинарские)	34/34	<b>34/34</b>
– лабораторные		
<b>Самостоятельная работа</b>	57	<b>57</b>
<b>Экзамен</b>	36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>144/34</b>	<b>144/34</b>

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

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):  
к.т.н., доцент, доцент, С.В. Пахомов

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

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели дисциплины</b>	
1	ознакомление с передовыми методами, приборами и системами диагностики;
2	формирования целостного представления о современных методах технической диагностики оборудования и машин в их единстве и взаимосвязи, знакомство с научными методами контроля и диагностики основных параметров технических объектов в процессе их функционирования;
3	формирование у обучающихся знаний по исследованию, разработке и технологии, направленные на применение приборов и систем, предназначенных для получения регистрации и обработки информации об окружающей среде, технических и биологических объектах, основанных на электромеханических, магнитных, электромагнитных, оптических, теплофизических, акустических и акустооптических методов
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	освоение всех современных разделов дисциплин связанных с измерениями физических величин и технической диагностикой;
2	овладение навыками в проведении исследований, математического моделирования и физических экспериментов;
3	выработка у обучающихся навыков самостоятельной учебной деятельности, развитие у них познавательных потребностей

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
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

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
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 оптоэлектронных приборов и комплексов	Знать: методы поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке электронных приборов и комплексов; способы представления информации в систематизированном виде, оформление научно-технических отчетов; теорию, принципы действия, элементную базу систем и приборов, их основные типы и назначение; общую методологию и основные этапы проектирования систем контроля
		Уметь: осуществлять поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта; представлять информацию в систематизированном виде, оформлять научно-технические отчеты; применять общую методологию и теорию проектирования с учетом ее основных этапов для систем контроля; определять принципы действия, элементную базу систем и приборов контроля с учетом их основных типов и назначения
		Владеть: методами поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по разработке электронных приборов и комплексов;

		способами представления информации в систематизированном виде, оформления научно-технических отчетов; общей методологией и основными этапами проектирования систем контроля с заданными характеристиками; методами определения принципов действия, элементной базы систем и приборов контроля с учетом их основных типов и назначения
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 контроля электрического и машинного оборудования промышленных предприятий; существующие и перспективные многоуровневые системы мониторинга, диагностики и прогнозирования состояния, обеспечивающие максимальный охват контролируемого оборудования; технологию проведения измерений оборудования предприятий с использованием приборов контроля, в том числе на железнодорожном транспорте; методы проведения дополнительных исследований с целью уточнения определяющих параметров технического состояния
		Уметь: применять методы контроля электрического и машинного оборудования промышленных предприятий; использовать существующие и перспективные многоуровневые системы мониторинга, диагностики и прогнозирования состояния, обеспечивающие максимальный охват контролируемого оборудования; разрабатывать технологию проведения измерений оборудования предприятий с использованием приборов контроля, в том числе на железнодорожном транспорте; применять дополнительные исследования с целью уточнения определяющих параметров технического состояния оборудования
		Владеть: методами контроля электрического и машинного оборудования промышленных предприятий; существующими и перспективными многоуровневыми системами мониторинга, диагностики и прогнозирования состояния; технологиями проведения измерений оборудования предприятий с использованием приборов контроля, в том числе на железнодорожном транспорте; способами дополнительных исследований с целью уточнения определяющих параметров технического состояния оборудования

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Диагностика дефектов изделий с использованием современных приборов и программного обеспечения.</b>					
1.1	Тема 1. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность роторов. Балансировочная техника	1	2	6/6		3 ПК-1.1 ПК-3.2
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Применение оптических и тепловых методов контроля и диагностики.</b>					
2.1	Тема 2. Задачи и методы распознавания образов	1	2	8/8		2 ПК-1.1 ПК-3.2
2.2	Тема 3. Основы построения оптических систем контроля	1	4			2 ПК-1.1 ПК-3.2
2.3	Тема 4. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия	1	2	6/6		4 ПК-1.1 ПК-3.2
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Применение акустических и виброакустических методов контроля и диагностики.</b>					

#### 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. Основные характеристики, функции и работа со стендовыми и стационарными систем измерения, анализа вибрации и защиты	1	2			4	ПК-1.1 ПК-3.2
3.2	Тема 6. Основы активного и пассивного теплового ТК. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения. Излучение черного тела	1	3	14/14		4	ПК-1.1 ПК-3.2
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Применение магнитных и вихретоковых методов контроля и диагностики в промышленности и на транспорте.</b>						
4.1	Тема 7. Применение магнитных и вихретоковых методов контроля и диагностики в промышленности и на транспорте	1	2			2	ПК-1.1 ПК-3.2
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	1	36				ПК-1.1 ПК-3.2
	Курсовая работа	1				36	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. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. - 108с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228972">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228972</a> (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн
6.1.1.3	Малкин, В. С. Техническая диагностика : учебное пособие - 2-е изд., испр. и доп. / В. С. Малкин. Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 272с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/212021">https://e.lanbook.com/book/212021</a> (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн
6.1.1.4	Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие для вузов - 5-е изд., стер. / В. В. Носов. Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 376с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152451">https://e.lanbook.com/book/152451</a> (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн
6.1.1.5	Пахомов, С. В. Основы технической диагностики устройств приборов : учеб. пособие по дисциплине "Основы технической диагностики" / С. В. Пахомов, А. М. Сафарбаков. Иркутск : ИрГУПС, 2014. - 155с.	10
6.1.1.6	Пахомов, С. В. Программы поиска места отказа в объектах и системах железнодорожного транспорта : учеб.-метод. пособие по дисциплине "Основы технической диагностики" / Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2013. - 87с.	49
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн

<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.3.1	Пахомов, С.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.06.02 Современные методы технической диагностики по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, профиль Приборы и методы контроля качества и диагностики / С.В. Пахомов ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 17 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_9860_1408_2022_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_9860_1408_2022_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
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 <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License.	
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>		
6.4.1	Не предусмотрены	

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
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), компьютер. 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

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>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.</p> <p>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,</p>

	<p>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 удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>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.</p> <p>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</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине «Современные методы технической диагностики» 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 удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>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»</p>
<p>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</p>	

# **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 «Современные методы технической диагностики» 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*)
<b>1 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Диагностика дефектов изделий с использованием современных приборов и программного обеспечения</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность роторов. Балансировочная техника	ПК-1.1 ПК-3.2	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Применение оптических и тепловых методов контроля и диагностики</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 2. Задачи и методы распознавания образов	ПК-1.1 ПК-3.2	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Тема 3. Основы построения оптических систем контроля	ПК-1.1 ПК-3.2	Конспект (письменно)
2.3	Текущий контроль	Тема 4. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия	ПК-1.1 ПК-3.2	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Применение акустических и виброакустических методов контроля и диагностики</b>			
3.1	Текущий контроль	Тема 5. Основные характеристики, функции и работа со стендовыми и стационарными систем измерения, анализа вибрации и защиты	ПК-1.1 ПК-3.2	Конспект (письменно)
3.2	Текущий контроль	Тема 6. Основы активного и пассивного теплового ТК. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения. Излучение черного тела	ПК-1.1 ПК-3.2	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Применение магнитных и вихретоковых методов контроля и диагностики в промышленности и на транспорте</b>			
4.1	Текущий контроль	Тема 7. Применение магнитных и вихретоковых методов контроля и диагностики в промышленности и на транспорте	ПК-1.1 ПК-3.2	Конспект (письменно)
	Промежуточная аттестация	Курсовая работа 1. Применение теплового контроля на объектах железнодорожного транспорта	ПК-1.1 ПК-3.2	Курсовая работа (письменно) Курсовая работа (устно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Диагностика дефектов изделий с использованием	ПК-1.1 ПК-3.2	Экзамен (собеседование)

		современных приборов и программного обеспечения Раздел 2. Применение оптических и тепловых методов контроля и диагностики Раздел 3. Применение акустических и виброакустических методов контроля и диагностики Раздел 4. Применение магнитных и вихретоковых методов контроля и диагностики в промышленности и на транспорте		Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)
--	--	---	--	--

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

\*\*ППП – 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	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы конспектов
3	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

	Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
--	---	--

### 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

## Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

## Конспект

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

## 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 собеседования**

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность роторов.

Балансировочная техника»

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. Балансировочные стенды. Балансировка машин в процессе эксплуатации. Методика балансировки с использованием прибора STD-3300 и программы «Вибродизайнер-Стандарт»: предварительное измерение вибрации ротора, установка пробных масс, расчет величины и угла установки корректирующих масс.

5. Балансировочная техника. Балансировочные стенды Балансировка машин в процессе эксплуатации. Балансировка с использованием виброанализатора STD-3300 и программы Вибродизайнер-стандарт.

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

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

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

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

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

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

12. Датчики абсолютной вибрации инерционного действия. Пьезоэлектрические акселерометры. Принцип действия и разновидности. Проверка датчиков с использованием вибростендов.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 2. Задачи и методы распознавания образов»

1. Основы построения оптических систем контроля.

2. Оптические системы для определения геометрических параметров сложных поверхностей.
3. Методика обработки оптического сигнала.
4. Математические основы перехода от дискретного к непрерывному представлению интенсивности излучения в функции координат.
5. Приборы и методы для измерения линейных и угловых размеров оптических деталей.
6. Контактные и бесконтактные методы измерения толщин.
7. Методы использования обычного или автоколлимационного микроскопа.
8. Использование отражательных и преломляющих призм, оптических клиньев и многогранников.
9. Коллимационный способ измерения углов призм.
10. Исследование качества изображения оптических систем.
11. Методы измерений фокусных расстояний оптических систем.
12. Определение показателя преломления иммерсионными методами.
13. Оптический контроль технического состояния узлов электровоза эндоскопом

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 4. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия»

1. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия.
2. Фотоэмиссионные и фотонные детекторы.
3. Фотоприемники на основе квантовых ям.
4. Матричные фотоприемники: неохлаждаемые микроболометрические, фотонные матрицы, матрицы на суперрешетках, Z – планарные матрицы.
5. Параметры инфракрасных приемников излучения.
6. Измерение температуры объектов бесконтактным методами.
7. Сканеры.
8. Инфракрасные бесконтактные термометры – пирометры. Принцип работы, устройство, технология измерений.
9. Контактные датчики температуры: термопары, термометры сопротивления, термисторы, интегральные датчики температуры.
10. Интегральные датчики температуры: жидкокристаллические термоиндикаторы, термоиндикаторы плавления.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Тема 6. Основы активного и пассивного теплового ТК. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения. Излучение черного тела»

1. Основы активного и пассивного теплового ТК.
2. Теплопроводность, конвекция, излучение.
3. Спектр электромагнитного излучения.
4. Излучение черного тела,
5. Законы Планка, Стефана-Больцмана, формула Вина. законы Ламберта и Киргофа. Формулы обработки результатов измерений. Коэффициенты излучения и их измерение.
6. Сканирующие и матричные, коротковолновые и длинноволновые тепловизоры.
7. Термографы.
8. Окна прозрачности атмосферы. Оптика и оптические характеристики тепловизоров.
9. Технические характеристики тепловизоров (на примере тепловизоров IRI 4010, FLIR-E60. Техника измерения, корректировка регистрируемой температуры. Метрологическое обеспечение температурных измерений. Измерение температуры быстропротекающих процессов.
10. Термодиагностика зданий.
11. Термодиагностика в электроэнергетике.



### 3.2 Типовые контрольные задания для написания конспекта

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

#### Образец тем конспектов

«Тема 1. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность роторов. Балансировочная техника»

«Тема 2. Задачи и методы распознавания образов»

«Тема 3. Основы построения оптических систем контроля»

«Тема 4. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия»

«Тема 5. Основные характеристики, функции и работа со стендовыми и стационарными систем измерения, анализа вибрации и защиты»

«Тема 6. Основы активного и пассивного теплового ТК. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения. Излучение черного тела»

«Тема 7. Применение магнитных и вихретоковых методов контроля и диагностики в промышленности и на транспорте»

### 3.3 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. Статическая, моментная и динамическая неуравновешенность роторов. Балансировочная техника	Знание	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 2. Задачи и методы распознавания образов	Знание	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 3. Основы построения оптических систем контроля	Знание	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 4. Приемники (датчики) теплового излучения, их разновидности и принцип действия	Знание	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 5. Основные характеристики, функции и работа со стендовыми и стационарными систем измерения, анализа вибрации и защиты	Знание	2 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ

			3 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – 0ТЗ 3 – 3ТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 6. Основы активного и пассивного теплового ТК. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения. Излучение черного тела	Знание	2 – 0ТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 3 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – 0ТЗ 3 – 3ТЗ
ПК-1.1 ПК-3.2	Тема 7. Применение магнитных и вихретоковых методов контроля и диагностики в промышленности и на транспорте	Знание	2 – 0ТЗ 3 – 3ТЗ
		Умение	2 – 0ТЗ 3 – 3ТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – 0ТЗ 3 – 3ТЗ
		Итого	105

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. Что такое техническая диагностика?

а) Техническая диагностика – это область науки и техники, изучающая и разрабатывающая методы и средства определения и прогнозирования технического состояния механизмов, машин и оборудования как при их разборке или во время ремонта, так и без нее при техническом обслуживании и эксплуатации

б) Техническая диагностика – это есть отрасль знаний, включающая в себя теорию организации процессов диагноза, а также принципы построения средств диагноза

в) Техническая диагностика – это область науки и техники, разрабатывающая методы и средства определения и прогнозирования технического состояния механизмов, машин и оборудования при их разборке или во время ремонта

г) Техническая диагностика – это есть отрасль знаний, включающая в себя методы организации процессов диагноза, а также принципы построения средств диагноза

Ответ: а.

2. Исправное техническое состояние оборудование – это...

а) когда значения всех параметров изделия, характеризующих способность выполнять заданные функции на всех режимах, соответствуют требованиям нормативно-технической документации

б) когда изделие соответствует всем требованиям нормативно-технической документации

в) когда значение всех параметров изделия, характеризующих способность выполнять заданные функции на проверенных режимах, соответствуют требованиям нормативно-технической документации

г) когда значение всех параметров изделия, характеризующих способность выполнять заданные функции на всех и проверенных режимах, соответствуют требованиям нормативно-технической документации

Ответ: б.

3. Работоспособное техническое состояние оборудование – это...

а) когда значения всех параметров изделия, характеризующих способность выполнять заданные функции на всех режимах, соответствуют требованиям нормативно-технической документации

б) когда значение всех параметров изделия, характеризующих способность выполнять заданные функции на всех и проверенных режимах, соответствуют требованиям нормативно-технической документации

в) когда значение всех параметров изделия, характеризующих способность выполнять заданные функции на проверенных режимах, соответствуют требованиям нормативно-технической документации

г) когда изделие соответствует всем требованиям нормативно-технической документации

Ответ: а.

4. Нефункционирующее техническое состояние оборудование – это...

а) когда значение хотя бы одного параметра изделия, характеризующего способность выполнять заданные функции на проверенных режимах, не соответствует требованиям нормативно-технической документации

б) когда значение хотя бы одного параметра изделия, характеризующего способность выполнять заданную функцию на всех режимах, не соответствует требованиям нормативно-технической документации

в) когда изделие не соответствует хотя бы одному требованию нормативно-технической документации

г) когда значение хотя бы одного параметра изделия, характеризующего способность выполнять заданные функции на всех и проверенных режимах, не соответствует требованиям нормативно-технической документации

Ответ: а.

5. Неработоспособное техническое состояние оборудование – это...

а) когда значение хотя бы одного параметра изделия, характеризующего способность выполнять заданную функцию на всех режимах, не соответствует требованиям нормативно-технической документации

б) когда значение хотя бы одного параметра изделия, характеризующих способность выполнять заданные функции на всех и проверенных режимах, не соответствуют требованиям нормативно-технической документации

в) когда значение хотя бы одного параметра изделия, характеризующих способность выполнять заданные функции на проверенных режимах, не соответствуют требованиям нормативно-технической документации

г) когда изделие не соответствует хотя бы одному требованию нормативно-технической документации

Ответ: а.

6. Под параметром в технической диагностике понимают...

а) наименование какой-либо физической величины, устанавливаемой для отличия данного состояния от других состояний объекта контроля

б) значение или интервал значений какого-либо параметра, устанавливаемого для отличия данного состояния от других состояний

в) физическую величину какого-либо устройства изделия, устанавливаемого для отличия данного состояния от других состояний

г) наименование параметра изделия, устанавливаемого для отличия данного состояния от других состояний

Ответ: а.

7. Под признаком состояния в технической диагностике понимают...

- а) значение или интервал значений какого-либо параметра, устанавливаемого для отличия данного состояния от других состояний
- б) физическую величину какого-либо устройства изделия, устанавливаемого для отличия данного состояния от других состояний
- в) наименование параметра изделия, устанавливаемого для отличия данного состояния от других состояний
- г) наименование какой-либо физической величины, устанавливаемой для отличия данного состояния от других состояний объекта контроля

Ответ: а.

8. Элементарная проверка – это...

- а) некоторый физический эксперимент над объектом диагноза и определяется значением воздействия, подаваемого или поступающего на объект диагноза, а также ответом этого объекта диагноза на это воздействие
- б) некоторый физический эксперимент над объектом диагноза и определяется значением ответа, подаваемого или поступающего на объект диагноза, а также воздействием этого объекта диагноза на этот ответ
- в) некоторое физическое воздействие над объектом диагноза и определяется значением параметра, подаваемого или поступающего на объект диагноза, а также воздействием этого объекта диагноза на этот ответ
- г) некоторое физическое применение над объектом диагноза и определяется значением параметра, подаваемого или поступающего на объект диагноза, а также воздействием этого объекта диагноза на этот ответ

Ответ: а.

9. Система диагноза (СисД) – это...

- а) совокупность средств диагноза, объекта диагноза и исполнителей, необходимая для проведения диагностирования
- б) совокупность объекта диагноза и исполнителей, необходимая для проведения диагностирования
- в) совокупность средств диагноза и исполнителей, необходимая для проведения диагностирования
- г) совокупность средств диагноза, объекта диагноза и без исполнителей, необходимая для проведения диагностирования

Ответ: а.

10. Для разработки ультразвукового дефектоскопа необходимо выполнить расчеты его возможного технического состояния при присутствии на нем признака  $k_1$  – повышение температуры обмоток трансформатора (Тр) при известных статистических данных:

- при исправном состоянии УД2-12  $D_2$  признак  $k_1$  не наблюдается, а при неисправном состоянии  $D_1$  признак  $k_1$  наблюдается в 30 % случаев;
- на основании статистических данных известно, что 80 % Тр вырабатывает ресурс в исправном состоянии  $D_1$ , 20 % имеют состояние  $D_2$ .

Необходимо определить вероятность возможного состояния Тр при наличии признака  $k_1$ . При расчете использовать обобщенную формулу Байеса

$$P(D_i/K^*) = \frac{P(D_i)P(K^*/D_i)}{\sum_{s=1}^n P(D_s)P(K^*/D_s)}$$

Ответ: По результатам расчетов получаем  $P(D_1/k_1)=1$ ,  $P(D_2/k_1)=0$ , т.е. имеем неисправное состояние Тр  $D_1$ . Необходимо это учесть при проектировании данного дефектоскопа.

11. Для разработки вихретокового дефектоскопа необходимо выполнить расчеты его возможного технического состояния при присутствии на нем признака  $k_1$  – изменение уровня шума, создаваемого трансформатором (Тр) при известных статистических данных:

- при исправном состоянии Тр D<sub>2</sub> признак k<sub>1</sub> наблюдается в 2% случаев, а при неисправном состоянии D<sub>1</sub> признак k<sub>1</sub> наблюдается в 20 % случаев;
- на основании статистических данных известно, что 70 % Тр вырабатывает ресурс в исправном состоянии D<sub>1</sub>, 30 % имеют состояние D<sub>2</sub>.

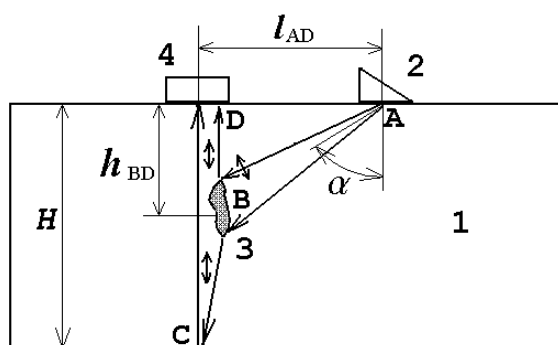
Необходимо определить вероятность возможного состояния Тр при наличии признака k<sub>1</sub>. При расчете использовать обобщенную формулу Байеса

$$P(D_i/K^*) = \frac{P(D_i)P(K^*/D_i)}{\sum_{s=1}^n P(D_s)P(K^*/D_s)}$$

Ответ: По результатам расчетов получаем P(D<sub>1</sub>/k<sub>1</sub>)=0,977, P(D<sub>2</sub>/k<sub>1</sub>)=0,023, т.е. имеем неисправное состояние Тр D<sub>1</sub>. Необходимо это учесть при проектировании данного дефектоскопа.

12. При проектировании ультразвукового дефектоскопа с использованием дельта-метода контроля оценить эффективность его применения при следующих исходных данных:

- ход лучей показан на рисунке.
- на деталь 1 установлен наклонный излучатель 2 с углом α=60°, тип ультразвуковой волны – поперечный. Волна распространяется по направлению АВ, попадает на вертикальный дефект 3, где преобразуется в продольную волну и проходит далее либо прямо на приемник продольных волн 4 по пути ВD, либо идет к противоположной стороне детали 1, отражается в точке С, и возвращается на приемник 4 по пути CD.



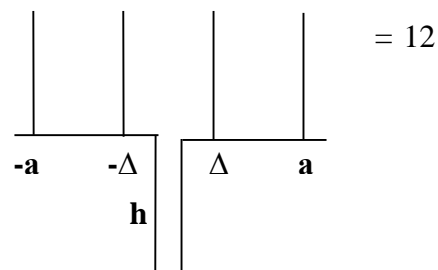
- Исходные данные: толщина детали H=16 см, дефект расположен на глубина h<sub>BD</sub> = 6 см. Материал – углеродистая сталь, скорость продольной волны c=5,9·10<sup>3</sup> м/с, скорость поперечной волны c<sub>п</sub>=3,22·10<sup>3</sup> м/с. Дефект считать малым, расчеты провести для точки центра дефекта.

- определить: расстояние l<sub>AD</sub> между центрами излучателя 2 и приемника 4, время t<sub>ABD</sub> прихода первого отраженного импульса, идущего по пути ABD, время t<sub>BCD</sub> прихода второго отраженного импульса, идущего по пути BCD.

Ответ: Полученные результаты расчетов l<sub>AD</sub> = 0,25 мм, t<sub>ABD</sub> = 0,5 с и t<sub>BCD</sub> = 0,76 с позволяет сделать вывод о хорошей эффективности применения данного дефектоскопа при поиске дефектов на изделии.

13. Для проектирования электропотенциального измерителя необходимо рассчитать сигналы его глубины трещин (см. рисунок) при следующих условиях: Δ = 4 мм, а мм, плотность тока j = 15 А/мм, материал никель с проводимостью σ = 14,6·10<sup>6</sup> Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>, h = 10 мм.

Ответ: Относительная разность потенциалов U\* = 0,005, что соответствует установленным требованиям.



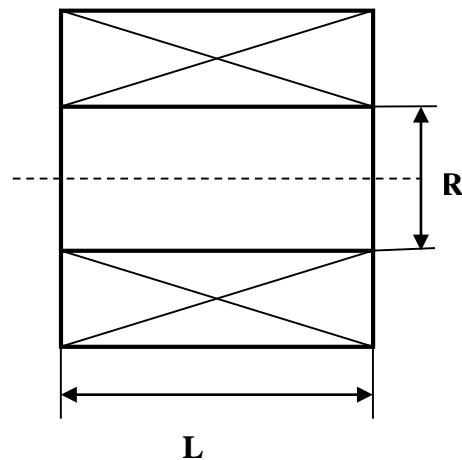
14. Для проектирования вихретокового дефектоскопа необходимо рассчитать глубину проникновения вихревых токов δ и обобщенный параметр контроля β для железа с магнитной проницаемостью μ = 300, проводимость 10,3·10<sup>6</sup> Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup> на частоте 10 кГц, радиус катушки R = 4 мм.

Ответ: Полученные результаты δ = 0,002 мкм и β = 0,005 Па позволяет сделать вывод об отличной эффективности применения дефектоскопа на практике.

15. При проектировании электромагнита магнитного дефектоскопа необходимо произвести расчет магнитного потока и магнитную индукцию соленоида без сердечника при следующих исходных данных:

- соленоид без сердечника показан на рисунке.
- параметры  $R = 15$  см,  $L = 22$  см,  $N = 500$  витков, ток  $I = 4$  А.

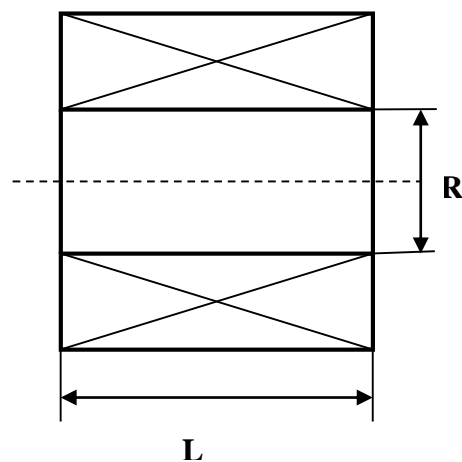
Ответ: Значение магнитной индукции равно  $B = 0,0045$  Тл, что является эффективной мерой для проектирования электромагнита.



16. При проектировании электромагнита магнитного дефектоскопа необходимо произвести расчет магнитного потока и магнитную индукцию в центре и на торце соленоида со стальным сердечником при следующих исходных данных:

- соленоид со стальным сердечником показан на рисунке.
- параметры  $R = 5$  см,  $L = 10$  см,  $N = 500$  витков, ток  $I = 1$  А, магнитная проницаемость  $\mu = 400$ .

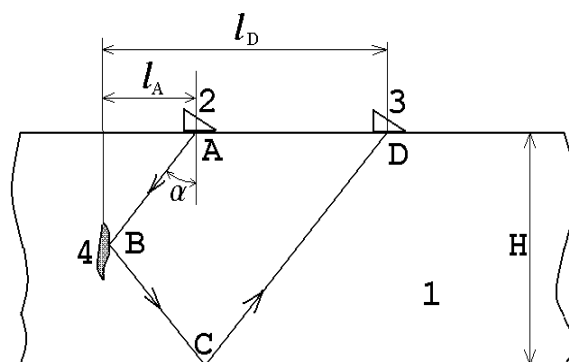
Ответ: Значение магнитной индукции равно  $B = 0,009$  Тл, что является эффективной мерой для проектирования электромагнита.



17. Для осуществления ультразвукового вида контроля используется два независимых пьезоэлектрических преобразователя, расположенных по схеме *тандем*. Ход лучей показан на рисунке. При проектировании ультразвукового дефектоскопа оценить эффективность его работоспособности при обнаружении внутренних дефектов при следующих исходных данных:

- контролируемая деталь 1 имеет вид толстой пластины. В точке А установлен излучатель наклонного типа 2 с углом  $\alpha = 55^\circ$ .

- из точки А от излучателя 2 ультразвуковая волна распространяется до дефекта 4, расположенного в точке В, затем отражается от дефекта 4 и распространяется до противоположной донной поверхности детали 1 в точку С. Далее отраженный луч направляется в точку D и регистрируется приемником 3.



- толщина толстой пластины равна  $H = 10$  см, дефект 4 – вертикальная трещина, расположенная точно в середине толстой пластины, ультразвуковая волна продольная, материал – углеродистая сталь, скорость волны равна  $c = 5,9 \cdot 10^3$  м/с.

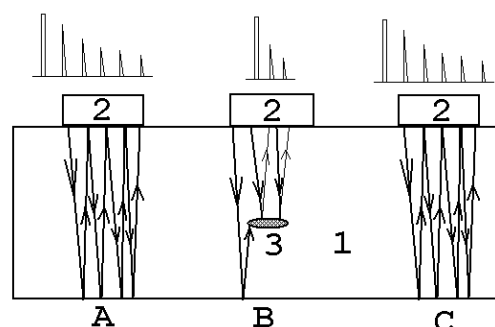
Определить: расстояние  $l_A$  от излучателя 2 до дефекта 4, расстояние  $l_D$  от дефекта 4 до приемника 3, расстояние  $l_{AD}=l_D-l_A$  между излучателем 2 и приемником 3, а также временной интервал между импульсом излучателя 2 и импульсом приемника 3, т. е. время  $t_{ABCD}$  прохождения по траектории ABCD.

Ответ: По полученным результатам расчетов  $l_A = 0,023$  мм,  $l_D = 0,056$  мм,  $l_{AD} = 0,033$  мм и  $t_{ABCD} = 0,005$  с можно уверенно предположить об отличной эффективности применения метода *тандем*,

18. Для осуществления ультразвукового вида контроля используется реверберационный метод контроля, в котором на деталь 1 с плоскопараллельными поверхностями устанавливается прямой совмещенный пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) 2. Регистрируется многократное отражение ультразвуковой волны от нижней и верхней поверхностей детали 1. Ход лучей показан на рисунке.

При проектировании ультразвукового дефектоскопа оценить эффективность его работоспособности при обнаружении внутренних дефектов при следующих исходных данных:

- в отсутствие дефекта 3 в области прозвучивания (положения ПЭП А и С), ультразвуковая волна отражается от нижней поверхности детали 1, возвращается к ее верхней поверхности, вновь отражается вниз, этот процесс повторяется многократно. На экране дефектоскопа наблюдаются последовательность импульсов с постепенно спадающей амплитудой. При наличии дефекта 3 отраженный импульс приходит раньше, кроме того отражения от дефекта 3 происходит значительно слабее, поэтому импульсов дополнительного отражения наблюдается значительно меньше.



- деталь в виде толстой пластины имеет толщину 5 см., материал – углеродистая сталь, волна продольная, скорость продольной волны  $c=5,9 \cdot 10^3$  м/с. Дефект в горизонтальной плоскости находится на глубине 2 см от поверхности детали 1.

Определить: время  $t_A$  прихода импульсов для четырех последовательных отражений в области вне дефекта, а также время  $t_B$  для двух последовательных отражений в области дефекта.

Ответ: По полученным результатам расчетов  $t_A = 0,02$  с и  $t_B = 0,005$  с можно уверенно предположить об отличной эффективности применения реверберационного метода,

### 3.4 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

#### Задание 1

1. По заданной схеме объекта диагностирования (см. рисунок по номеру варианта) разработать комбинационную программу поиска места отказа «на основе метода И.М. Синдеева».

Исходные данные:

1. В качестве признаков технических состояний элементов объекта диагностирования (ОД) использовать отклонение от установленной нормы значений параметров, представленных в таблице 1:

$x_1$  – повышение уровня шума;  $x_2$  – повышение давления;  $x_3$  – повышение температуры;  $x_4$  – величина напряжения;  $x_5$  – величина силы тока;  $x_6$  – величина сопротивления обмоток;  $x_7$  –

величина сопротивления контакта;  $x_8$  – величина сопротивления изоляции;  $x_9$  – величина перемещения педали;  $x_{10}$  – понижение частоты;  $x_{11}$  – повышение мощности;  $x_{12}$  – величина искрения контакта;  $x_{13}$  – величина поворота рычага;  $x_{14}$  – угол установки кронштейна;  $x_{15}$  – понижение мощности лампочки.

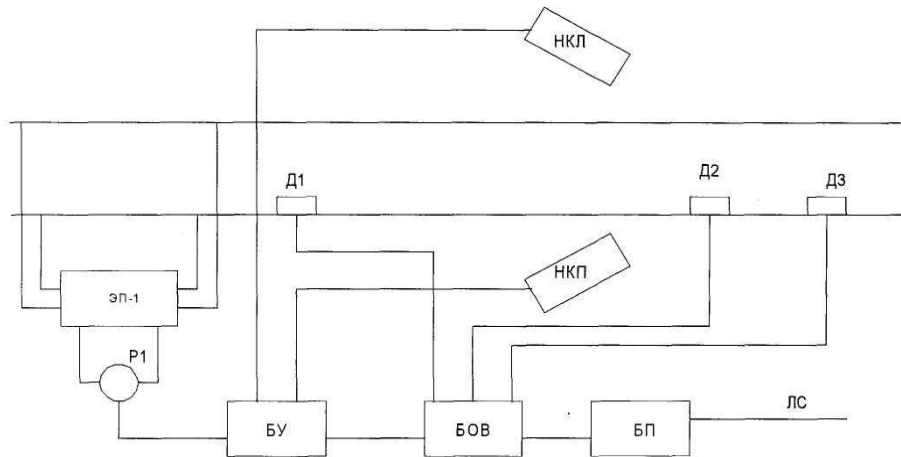
2. В качестве объекта диагностирования использовать объект, соответствующий номерам вариантов, представленных в таблице 1 (см. рисунок).

1-я схема системы															
Номер варианта	Контролируемые параметры (признаки состояний)														
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$
1	~	●	*	~	*	~	+	~	~	~	~	~	~	~	~

**Примечания:**

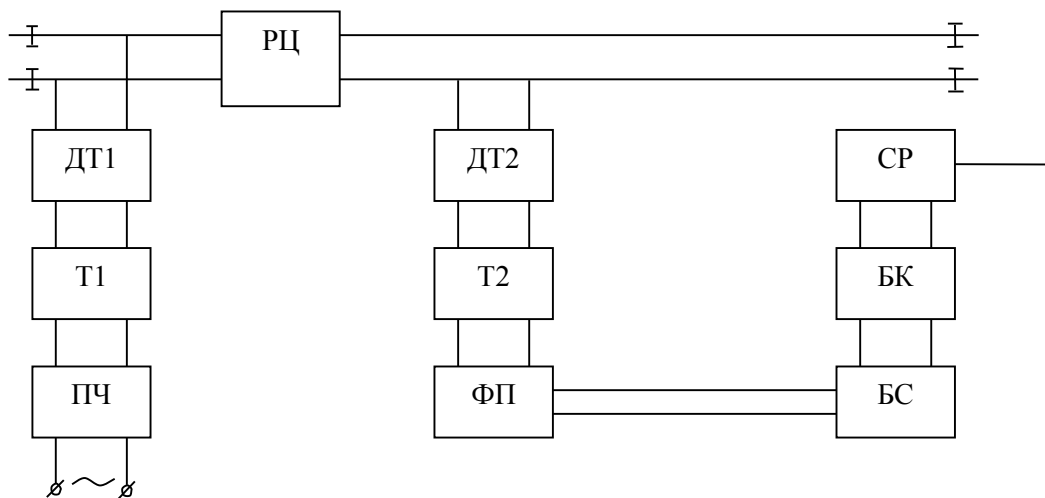
1. Варианты схем системы:

– 1-я схема системы соответствует упрощенной схеме поста наблюдения.



Состав системы: 1) ЭП-1 – электронная педаль; 2) Р1 – путевое реле; 3) Д1; 4) Д2; 5) Д3 – датчики счёта осей; 6) НКП – напольная камера правая; 7) НКЛ – напольная камера левая; 8) БУ – блок управления; 9) БОВ – блок отметчик вагонов; 10) БП – блок передачи сообщений; 11) ЛС – линия связи.

– 2-я схема системы соответствует упрощенной схеме сигнальной точки числовой кодовой автоблокировки.



Состав системы: 1) ПЧ – преобразователь частоты; 2) Т1 – входной трансформатор; 3) ДТ1 – входной дроссель-трансформатор; 4) РЦ – рельсовая цепь; 5) ДТ2 – выходной дроссель-



трансформатор; 6) Т2 – выходной трансформатор; 7) ФП – фильтр выходной платы; 8) БС – блок сигналов; 9) БК – блок кодов; 10) СР – сигнальное реле.

3. При построении схемы причинно-следственных связей между контролируруемыми параметрами (признаками состояний) и техническими состояниями элементов ОД выполнить обязательные условия:

– символ «+» в табл. 1 характеризует присутствие контролируемого параметра (признака состояния)  $x_i$  во всех состояниях ОД;

– символ «●» в табл. 1 характеризует отсутствие контролируемого параметра (признака состояния)  $x_i$  во всех состояниях ОД;

– символ «\*» в табл. 1 характеризует взаимное дублирование контролируемого параметра (признака состояния)  $x_i$ ;

– символ «~» в табл. 1 характеризует произвольный выбор остальных взаимосвязей технических состояний элементов и контролируемых параметров (признаков состояний) исходя из присутствия реальных признаков состояний на элементах ОД.

### Задание 2

1 По заданной схеме объекта диагностирования (см. рисунок по номеру варианта) разработать программы поиска места отказа «по функциональной схеме» и «вероятность-время».

Исходные данные:

1. В качестве объекта диагностирования (ОД) использовать объект, соответствующий номерам вариантов, представленных в таблице 2 (см. рисунок). Для составления структурных схем систем использовать нумерацию элементов и их названия, указанные под рисунками каждой системы.

2. После разработки программы в выводах указать возможный найденный отказ элемента при заданной элементарной проверке (ЭП), заданной в таблице 2.

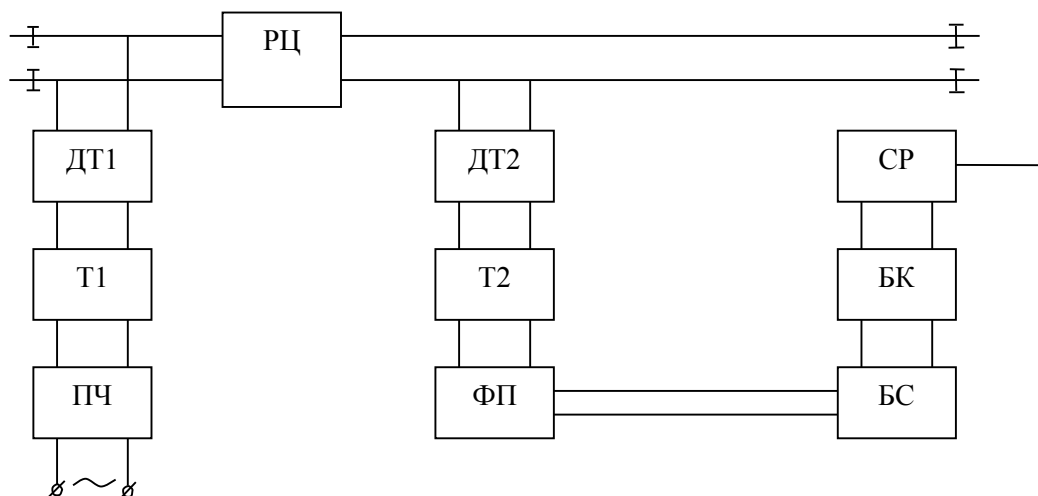
3. Задания представлены в таблице 2, в которой 1-я схема соответствует разработке программы «по функциональной схеме», а 2-я схема – программе «вероятность-время».

Номер варианта	Номер схемы	Контролируемые параметры											Обнаружен отказ элемента системы	
		Хпч доп.	Хт1 доп.	Хдт1 доп.	Хрц доп.	Хдт2 доп.	Хт2 доп.	Хфп доп.	Хбс доп.	Хбк доп.	Хср доп.	-		
1	2	Хэл-1 доп.	Хр1 доп.	Хд1 доп.	Хд2 доп.	Хд3 доп.	Хнкп доп.	Хнкл доп.	Хбу доп.	Хбов доп.	Хбп доп.	Хлс доп.		при ЭП4
		q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	q11		
		τ1	τ2	τ3	τ4	τ5	τ6	τ7	τ8	τ9	τ10	τ11		
		мин.												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	1	27	50	25	50	27	24	13	23	15	36	-	при ЭП4	
	2	27	51	26	67	29	14	12	36	23	15	36	при ЭП2	
		0,53	0,09	0,01	0,05	0,06	0,04	0,12	0,03	0,03	0,42	0,25		
		19	17	5	31	25	30	47	20	25	47	36		

Примечания:

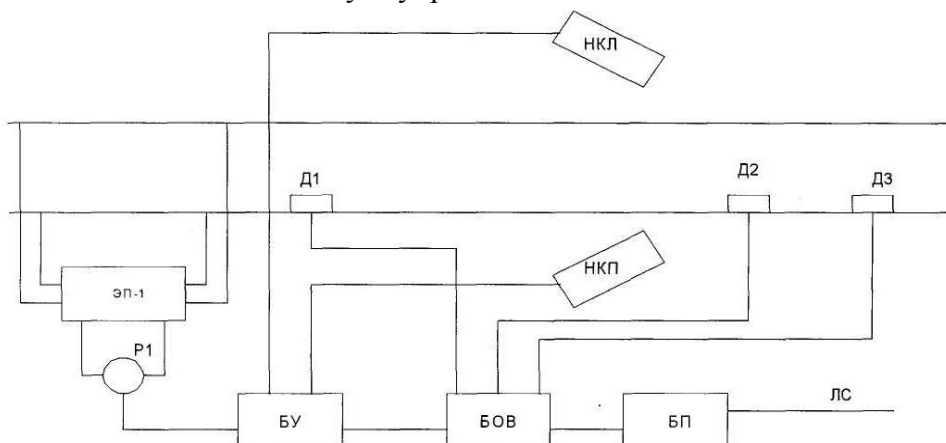
1. Варианты схем системы:

– 1-я схема системы соответствует упрощенной схеме сигнальной точки числовой кодовой автоблокировки.



Состав системы: 1) ПЧ – преобразователь частоты; 2) Т1 – входной трансформатор; 3) ДТ1 – входной дроссель-трансформатор; 4) РЦ – рельсовая цепь; 5) ДТ2 – выходной дроссель-трансформатор; 6) Т2 – выходной трансформатор; 7) ФП – фильтр выходной платы; 8) БС – блок сигналов; 9) БК – блок кодов; 10) СР – сигнальное реле.

– 2-я схема системы соответствует упрощенной схеме системы поста наблюдения.



Состав системы: 1) ЭП-1 – электронная педаль; 2) Р1 – путевое реле; 3) Д1; 4) Д2; 5) Д3 – датчики счёта осей; 6) НКП – напольная камера правая; 7) НКЛ – напольная камера левая; 8) БУ – блок управления; 9) БОВ – блок отметчик вагонов; 10) БП – блок передачи сообщений; 11) ЛС – линия связи.

**Задание 3**

1 По заданной схеме объекта диагностирования (см. рисунок по номеру варианта) разработать программы поиска места отказа «по максимуму информации» и «половинного разбиения».

Исходные данные:

1. В качестве объекта диагностирования (ОД) использовать объект, соответствующий номерам вариантов, представленных в таблице 3 (см. рисунок). Для составления структурных схем систем использовать нумерацию элементов и их названия, указанные под рисунками каждой системы.

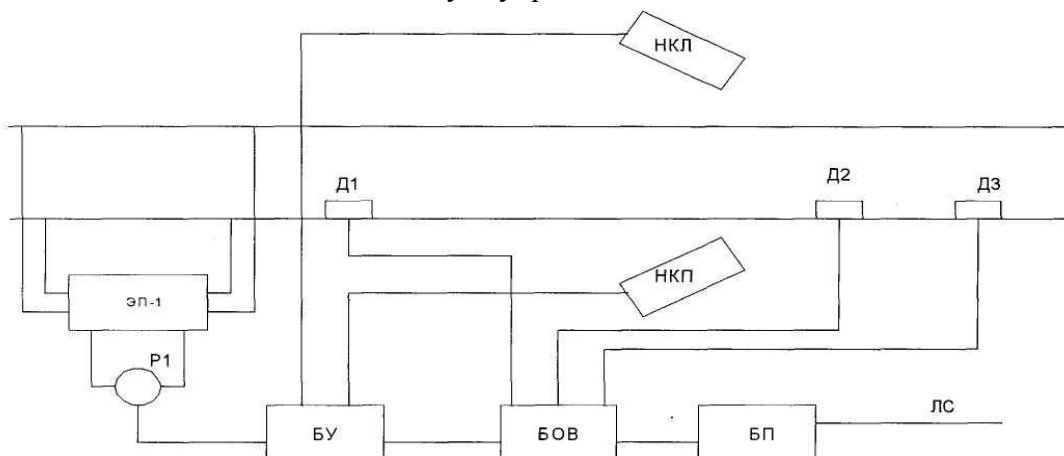
2. Задания представлены в таблице 3, в которой 1-я схема соответствует разработке программы «по максимуму информации», а 2-я схема – программе «половинного разбиения».

Номер варианта	Номер схемы	Контролируемые параметры										
	1	Хэл-1 доп, В	Хр1 доп, Ом	Хд1 доп, Ом	Хд2 доп, Ом	Хд3 доп, В	Хнкп доп, В	Хнкл доп, Ом	Хбу доп, В	Хбов доп, Вт	Хбп доп, А	Хлс доп, В
		g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11
2	Хлч доп, В	Хт1 доп, Ом	Хдт1 доп, Ом	Хрц доп, Ом	Хдт2 доп, В	Хт2 доп, В	Хфп доп, Ом	Хбс доп, Вт	Хбк доп, А	Хср доп, В	-	
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	-	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
1	1	27	54	15	56	28	25	12	34	28	16	36
		0,53	0,09	0,01	0,05	0,06	0,041	0,125	0,03	0,0325	0,3	0,25
	2	27	50	25	40	27	24	13	23	15	36	-
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечания:

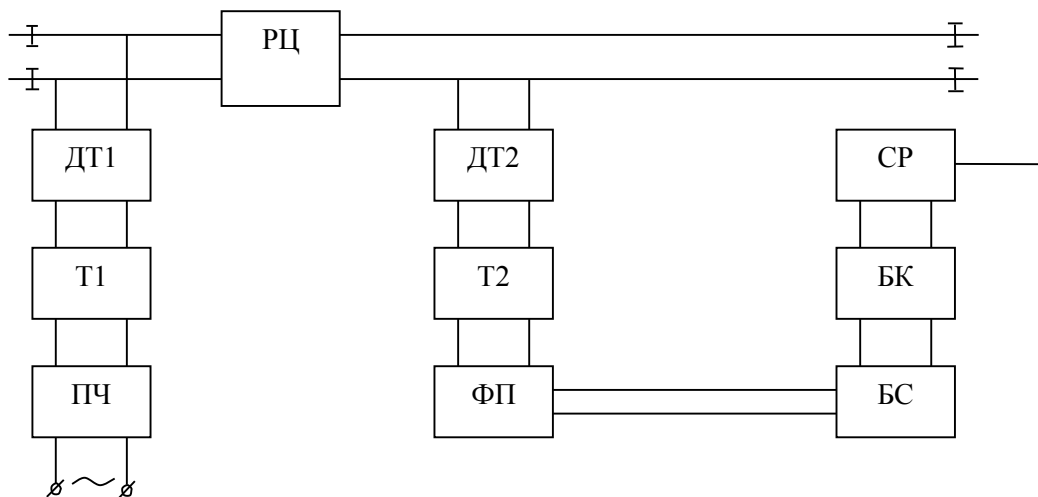
1. Варианты схем системы:

– 1-я схема системы соответствует упрощенной схеме поста наблюдения.



Состав системы: 1) ЭП-1 – электронная педаль; 2) Р1 – путевое реле; 3) Д1; 4) Д2; 5) Д3 – датчики счёта осей; 6) НКП – напольная камера правая; 7) НКЛ – напольная камера левая; 8) БУ – блок управления; 9) БОВ – блок отметчик вагонов; 10) БП – блок передачи сообщений; 11) ЛС – линия связи.

– 2-я схема системы соответствует упрощенной схеме сигнальной точки числовой кодовой автоблокировки.



Состав системы: 1) ПЧ – преобразователь частоты; 2) Т1 – входной трансформатор; 3) ДТ1 – входной дроссель-трансформатор; 4) РЦ – рельсовая цепь; 5) ДТ2 – выходной дроссель-трансформатор; 6) Т2 – выходной трансформатор; 7) ФП – фильтр выходной платы; 8) БС – блок сигналов; 9) БК – блок кодов; 10) СР – сигнальное реле.

#### Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1. Основные понятия и определения технической диагностики.
2. Объекты диагноза.
3. Средства диагноза.
4. Системы диагноза технического состояния деталей и оборудования.
5. Алгоритмы диагноза.
6. Определение состояний объекта диагноза.
7. Определение контролируемых параметров.
8. Оценка информативности контролируемых параметров.
9. Минимизация набора контролируемых параметров.
10. Общие сведения о программах поиска места отказа в объектах диагноза.
11. Жестко-последовательные программы.
12. Гибко-последовательные программы.
13. Программы поиска места отказа. Программы «по функциональной схеме».
14. Программы поиска места отказа. Программы «вероятность-время».
15. Программы поиска места отказа. Программы «половинного разбиения».
16. Программы поиска места отказа. Программы «по максимуму информации».

### 3.5 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. Балансировочные стенды. Балансировка машин в процессе эксплуатации. Методика балансировки с использованием прибора STD-3300 и программы «Вибродизайнер-Стандарт»: предварительное измерение вибрации ротора, установка пробных масс, расчет величины и угла установки корректирующих масс.

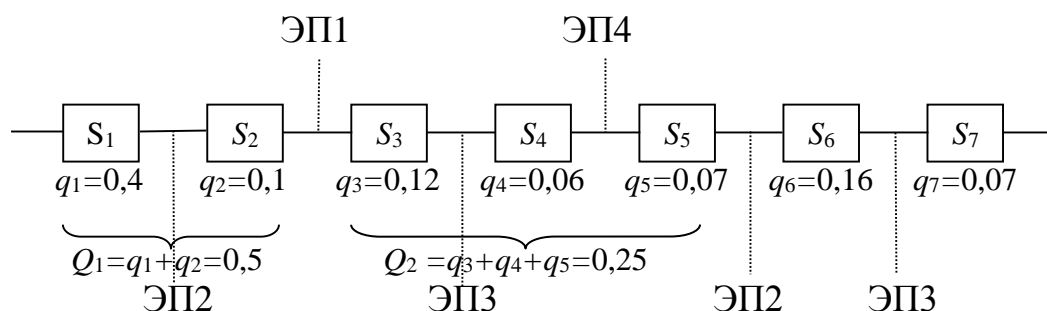
5. Балансировочная техника. Балансировочные стенды Балансировка машин в процессе эксплуатации. Балансировка с использованием виброанализатора STD-3300 и программы Вибродизайнер-стандарт.
6. Проведение измерений с использованием виброанализатора STD 3300 в режиме «Анализ вибрации». Сбор данных, выбор маршрута, точки и режим сбора и отображения вибрационных данных.
7. Программа мониторинга и анализа вибросигналов «Вибродизайнер- стандарт». Мониторинг, прогноз и диагностика дефектов по форме волны, амплитудам и частотам спектра.
8. Виброанализатор STD-3300. Снятие амплитудно-частотной характеристик в режиме «Выбег». Настройка прибора и сбор данных в режиме «Выбега».
9. Назначение и характеристики многоканальной стендовой аппаратуры измерения и анализа вибрации (на примере STD-2160).
10. Настройка (конфигурирование) и работа многоканальной стендовой аппаратуры измерения и анализа вибрации в полосах частот (на примере STD-2160).
11. Основные характеристики, функции и работа стендовых систем измерения, анализа вибрации и защиты». Принцип работы, устройство и технические характеристики.
12. Датчики абсолютной вибрации инерционного действия. Пьезоэлектрические акселерометры. Принцип действия и разновидности. Поверка датчиков с использованием вибростендов.
13. Датчики относительной вибрации. Индукционные и вихретоковые датчики вибрации. Лазерный виброметр.
14. Определение собственных частот машинного оборудования методом ударных импульсов. Анализ данных и определение резонансных частот. Метод модального анализа.
15. Дефекты зубчатых передач Характерные частоты колебаний зубчатых передач. Диагностика износа, выкрашивания зубьев, заедания зубчатых колес, трещин и поломок зубьев.
16. Метод огибающих при диагностике подшипников качения и зубчатых передач. Стенды входного контроля подшипников
17. Дефекты ременных передач. Характерные дефекты и частоты ременных передач.
18. Дефекты подшипников скольжения и их причины. Неравномерности зазора, люфты, задевания в подшипниках скольжения. Диагностические признаки дефектов: поверхностей вкладыша. неправильный монтаж подшипников.
19. Дефекты подшипников скольжения. Диагностические признаки дефектов: потеря устойчивости вала на масляном слое подшипников; Вихревая смазка, биение опорных подшипников, автоколебания при сухом трении.
20. Дефекты и вибродиагностические признаки пневматических машин – компрессоров. Вихреобразование. Неоднородность потока, дефекты лопаток ротора и направляющего лопаточного аппарата Турбулентные пульсации давления. Помпаж.
21. Дефекты и вибродиагностика гидравлических турбин. и центробежных насосов Кавитации и ее формы. Пульсация потока жидкости на входе или выходе из насоса. Гидравлическая неуравновешенность ротора.
22. Асинхронные электродвигатели и их дефекты. Конструктивные параметры электродвигателей, вычисление характерных диагностических частот. Механические дефекты электродвигателей.
23. Асинхронные электродвигатели Диагностические признаки повреждения стержней ротора, несимметрия и нелинейные искажения питающего тока, статический эксцентриситет в зазоре статора и ротора,
24. Асинхронные электродвигатели межвитковые замыкания в обмотках статора, динамический эксцентриситет (эллипсность ротора), пульсация магнитного потока. Диагностика дефектов двигателей постоянного тока
25. Модульные исследовательские приборы и программы (фирмы NI, Матлаб и др.). Бортовые системы виброконтроля. Разработки многоканальных систем входного виброконтроля электровозов.

26. Комплекс вибро- ударозащиты и диагностики мотор-шпинделей обрабатывающих центров (СВУЗ ДМШ). Программы мониторинга, диагностики, определения амплитудно-частотных характеристик станков.
27. Основы активного и пассивного теплового ТК. Процедуры и способы нагрева при активном ТК.
28. Теплопроводность, конвекция, излучение. Спектр электромагнитного излучения.
29. Законы Планка, Стефана-Больцмана, формула Вина.
30. Законы Ламберта и Киргофа. Коэффициенты излучения и их влияние на результаты измерения.
31. Приемники (датчики) инфракрасного излучения, параметры и принцип действия.
32. Тепловые и фотонные приемники излучения, их разновидности и характеристики.
33. Матричные фотоприемники: микроболометрические и фотонные матрицы, их особенности.
34. Структура болометрических матриц. Монолитные и гибридные матрицы.
35. Пирометры. Назначение и технические характеристики пирометров. Работа с пирометрами. Влияние коэффициентов излучения на результаты измерения.
36. Пирометры. Влияние коэффициента визирования, расстояния до объекта контроля и его размеров на результаты измерения
37. Контактные датчики температуры: термопары, термометры сопротивления.
38. Контактные датчики температуры: термисторы, датчики на основе интегральных схем.
39. Интегральные датчики температуры: жидкокристаллические термоиндикаторы, термоиндикаторы плавления.
40. Программа моделирования температурных полей с внутренними дефектами «TermoCalc». Ее назначение и основные функции при обработке термоизображений.
41. Программа «TermoVtew» тепловизора IRI 4010. Работа с программой. Панель меню, панель инструментов. Параметры измерений, система просмотра, передача данных с тепловизора в программу.
42. Термодиагностика зданий. Типы дефектов зданий, выявляемых термодиагностикой. Контролируемые величины. Методика измерения и обработки параметров теплового потока через ограждающие конструкции. Нормативная база.
43. Прибор измерения плотности теплового потока ИПП-2. Назначение, состав, технические характеристики.
44. Определение параметров скрытых дефектов (дефектометрия). Количественная оценка коррозии. Обратная задача термодиагностики. Определение глубины залегания дефектов.
45. Типы электрических дефектов: ослабление, окисление контактов, дефекты изоляции и охлаждения, Классификация тепловых дефектов. Погрешности термоконтроля.
46. Методика термодиагностики электрических установок. Абсолютные и относительные нормы допустимых температур. Коэффициенты излучения их влияние на показания тепловизоров.
47. Сканирующие и матричные, коротковолновые и длинноволновые тепловизоры.
48. Окна прозрачности атмосферы. Оптика и оптические характеристики тепловизоров. Технические характеристики тепловизора IRI 4010.
49. Технические характеристики тепловизоров (на примере тепловизоров FLIR-E60). Техника измерения, корректировка регистрируемой температуры. Измерение температуры быстропротекающих процессов.
50. Назначение, состав, основные характеристики КТСМ. Контроль температуры букс подвижного состава при движении. Структура и принципы функционирования системы КТСМ.
51. Контроль теплового состояния электровозов и тепловозов с использованием тепловизионных комплексов. Нормативная база и выявляемые дефекты локомотивов. Методика тепловых испытаний локомотивов.

### **3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену**

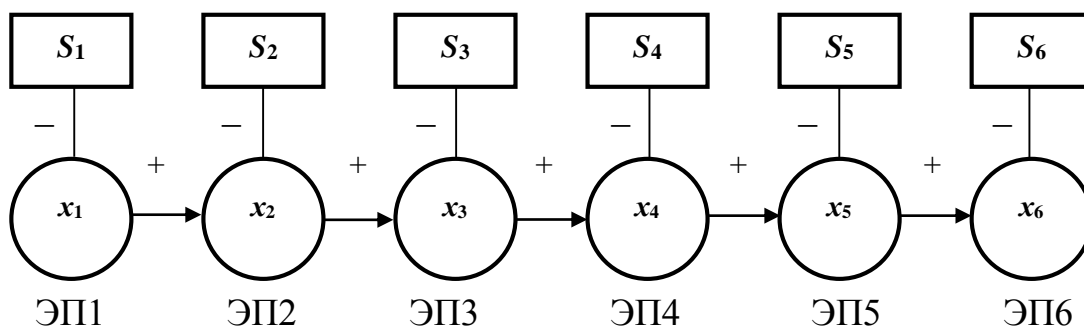
(для оценки умений)

1. Правильно ли расставлены элементарные проверки (ЭП) в программе поиска места отказа «по максимуму информации» для обнаружения дефектов на изделии, состоящем из шести устройств.



- а) правильно.
- б) неправильно.

2. Правильно ли разработана программа поиска места отказа «по функциональной схеме» для обнаружения дефектов на изделии, состоящем из шести устройств.



- а) правильно.
  - б) неправильно.
- Ответ: а.

3. В программе поиска места отказа «вероятность-время» используется какой из параметров, указанных в таблице.

Наименование величины	Элементы системы					
	$T_1$	$R_o$	РЦ	$T_2$	ЗФ	П
Количество отказов $n_i$ , ед.						
Период эксплуатации ОД $t_i$ , ч						
Вероятность отказа $q_i$						
Время на выполнение ЭП $\tau_i$ , мин.						
Величина $q_i\tau_i$						
Оптимальная очередность выполнения ЭП						

- а) Вероятность отказа  $q_i$ .
  - б) Время на выполнение ЭП  $\tau_i$ , мин.
  - в) Величина  $q_i\tau_i$ .
- Ответ: в.

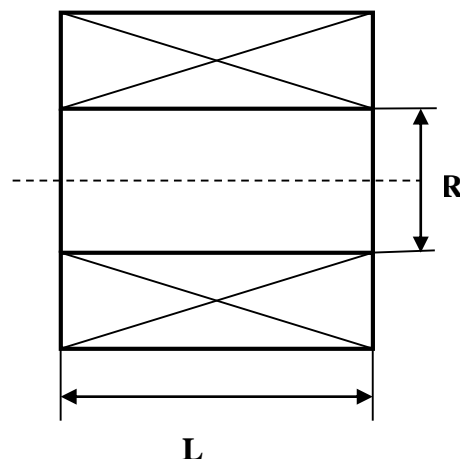
### 3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. При проектировании электромагнита магнитного дефектоскопа необходимо произвести расчет магнитного потока и магнитную индукцию в центре и на торце соленоида со стальным сердечником при следующих исходных данных:

- соленоид со стальным сердечником показан на рисунке.

- параметры  $R = 5$  см,  $L = 10$  см,  $N = 500$  витков, ток  $I = 1$  А, магнитная проницаемость  $\mu = 400$ .

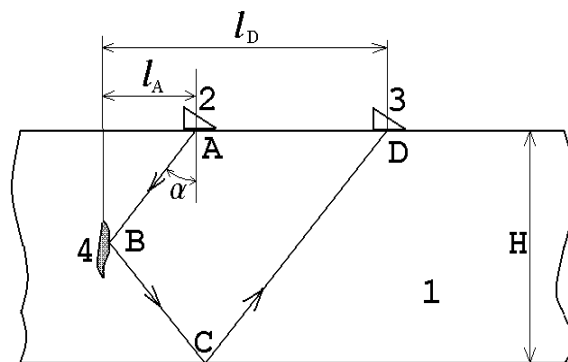
Ответ: Значение магнитной индукции равно  $B = 0,009$  Тл, что является эффективной мерой для проектирования электромагнита.



2. Для осуществления ультразвукового вида контроля используется два независимых пьезоэлектрических преобразователя, расположенных по схеме *тандем*. Ход лучей показан на рисунке. При проектировании ультразвукового дефектоскопа оценить эффективность его работоспособности при обнаружении внутренних дефектов при следующих исходных данных:

- контролируемая деталь 1 имеет вид толстой пластины. В точке А установлен излучатель наклонного типа 2 с углом  $\alpha = 55^\circ$ .

- из точки А от излучателя 2 ультразвуковая волна распространяется до дефекта 4, расположенного в точке В, затем отражается от дефекта 4 и распространяется до противоположной донной поверхности детали 1 в точку С. Далее отраженный луч направляется в точку D и регистрируется приемником 3.



- толщина толстой пластины равна  $H = 10$  см, дефект 4 – вертикальная трещина, расположенная точно в середине толстой пластины, ультразвуковая волна продольная, материал – углеродистая сталь, скорость волны равна  $c = 5,9 \cdot 10^3$  м/с.

Определить: расстояние  $l_A$  от излучателя 2 до дефекта 4, расстояние  $l_D$  от дефекта 4 до приемника 3, расстояние  $l_{AD} = l_D - l_A$  между излучателем 2 и приемником 3, а также временной интервал между импульсом излучателя 2 и импульсом приемника 3, т. е. время  $t_{ABCD}$  прохождения по траектории ABCD.

Ответ: По полученным результатам расчетов  $l_A = 0,023$  мм,  $l_D = 0,056$  мм,  $l_{AD} = 0,033$  мм и  $t_{ABCD} = 0,005$  с можно уверенно предположить об отличной эффективности применения метода *тандем*,

3. Для осуществления ультразвукового вида контроля используется реверберационный метод контроля, в котором на деталь 1 с плоскопараллельными поверхностями устанавливается прямой совмещенный пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) 2. Регистрируется многократное отражение ультразвуковой волны от нижней и верхней поверхностей детали 1. Ход лучей показан на рисунке.



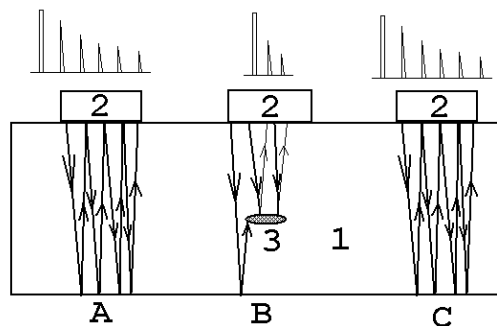
При проектировании ультразвукового дефектоскопа оценить эффективность его работоспособности при обнаружении внутренних дефектов при следующих исходных данных:

- в отсутствии дефекта 3 в области прозвучивания (положения ПЭП А и С), ультразвуковая волна отражается от нижней поверхности детали 1, возвращается к ее верхней поверхности, вновь отражается вниз, этот процесс повторяется многократно. На экране дефектоскопа наблюдаются последовательность импульсов с постепенно спадающей амплитудой. При наличии дефекта 3 отраженный импульс приходит раньше, кроме того отражения от дефекта 3 происходит значительно слабее, поэтому импульсов дополнительного отражения наблюдается значительно меньше.

- деталь в виде толстой пластины имеет толщину 5 см., материал – углеродистая сталь, волна продольная, скорость продольной волны  $c=5,9 \cdot 10^3$  м/с. Дефект в горизонтальной плоскости находится на глубине 2 см от поверхности детали 1.

Определить: время  $t_A$  прихода импульсов для четырех последовательных отражений в области вне дефекта, а также время  $t_B$  для двух последовательных отражений в области дефекта.

Ответ: По полученным результатам расчетов  $t_A = 0.02$  с и  $t_B = 0.005$  с можно уверенно предположить об отличной эффективности применения реверберационного метода,



#### 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
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончании 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).

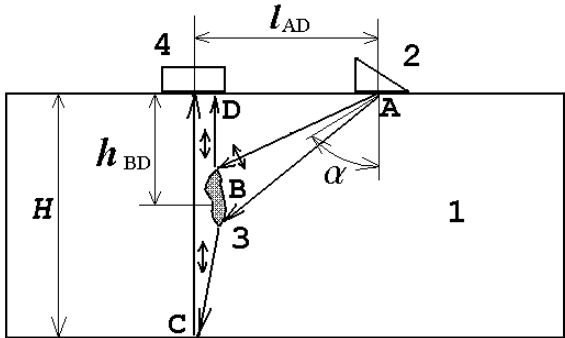
Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных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

	<p align="center"><b>Экзаменационный билет № 1</b> по дисциплине «<u>Современные методы технической</u> <u>диагностики</u>»</p>	<p align="right">Утверждаю: Заведующий кафедрой « _____ » ИРГУПС _____</p>
<p>1. Условия статической, моментной и динамической неуравновешенности роторов. Методы статической и динамической балансировки роторов машин (в одной и двух плоскостях)</p> <p>2. Дефекты подшипников скольжения. Диагностические признаки дефектов: потеря устойчивости вала на масляном слое подшипников; вихревая смазка, биение опорных подшипников</p> <p>3. При проектировании ультразвукового дефектоскопа с использованием дельта-метода контроля оценить эффективность его применения при следующих исходных данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ход лучей показан на рисунке.</li> <li>- на деталь 1 установлен наклонный излучатель 2 с углом <math>\alpha=60^\circ</math>, тип ультразвуковой волны – поперечный. Волна распространяется по направлению <b>AB</b>, попадает на вертикальный дефект 3, где преобразуется в продольную волну и проходит далее либо прямо на приемник продольных волн 4 по пути <b>BD</b>, либо идет к противоположной стороне детали 1, отражается в точке <b>C</b>, и возвращается на приемник 4 по пути <b>CD</b>.</li> <li>- исходные данные: толщина детали <b>H=16</b> см, дефект расположен на глубина <b><math>h_{BD} = 6</math></b> см. Материал – углеродистая сталь, скорость продольной волны <math>c=5,9 \cdot 10^3</math> м/с, скорость поперечной волны <math>c_{пп}=3,22 \cdot 10^3</math> м/с. Дефект считать малым, расчеты провести для точки центра дефекта.</li> <li>- определить: расстояние <b><math>l_{AD}</math></b> между центрами излучателя 2 и приемника 4, время <math>t_{ABD}</math> прихода первого отраженного импульса, идущего по пути <b>ABD</b>, время <math>t_{BCD}</math> прихода второго отраженного импульса, идущего по пути <b>BCD</b>.</li> </ul> <div data-bbox="850 1108 1417 1444" style="text-align: center;">  </div>		